



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020”

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

**AUTOR:**

Fritas del Aguila, Juan Francisco (ORCID: 0000-0002-8859-1137)

**ASESOR:**

Msc. Paredes Aguilar, Luis (ORCID: 0000-0002-1375-179X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

TARAPOTO – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres, Mherleer Bethoven Fritas Bañon, Algia del Águila Paima, y mi hermano Juan José Fritas del Águila, con mucho cariño y amor les dedico este trabajo, ya que, con su ejemplo, esfuerzo y constante sacrificio supieron llevar con paciencia a feliz término mi formación profesional y personal.

A las personas más cercanas a mí, ya que con su apoyo incondicional pude realizar esta investigación de forma ordenada y segura.

## **Agradecimiento**

A mis asesores, de desarrollo de esta investigación Ing. Luis Paredes Aguilar y de Practicas Pre profesionales Ing. Tania Arévalo Lazo, por su invaluable guía y apoyo, que hicieron posible la realización de esta tesis y el crecimiento en mi vida laboral.

A mis maestros de los cursos que a lo largo de mi estadía como estudiante de la U.C.V me brindaron enseñanzas que constituyen fuente del conocimiento y guía del saber, y me inculcaron a seguir sus pasos.

## Índice de contenido:

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2 Variables y operacionalización.....	12
3.3 Población, muestra y muestreo, .....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	14
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Método de análisis de datos: .....	15
3.7 Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS .....	16
V. DISCUSIÓN.....	23
VI. CONCLUSIONES .....	27
VII. RECOMENDACIONES.....	28

## Índice de tablas

Tabla 1: Adoquines – Requisitos NTP 399.611 .....	7
Tabla 2: Valores promedios para el bambú .....	9
Tabla 3: Características mecánicas del bambú .....	10
Tabla 4: Esfuerzos admisibles .....	10
Tabla 5. Cuadro de operacionalización de variable independiente Y dependiente. .....	12
Tabla 6. Muestras de adoquines de arcilla. ....	13
Tabla 7. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. ....	14
Tabla 8: Propiedades físicas de la arcilla de la cantera Lagartococha. ....	16
Tabla 9: Propiedades físicas y mecánicas de la arcilla de la cantera Lagartococha (Proctor Modificado).....	16
Tabla 10: Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú (Peso específico) .....	17
Tabla 11: Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú (Absorción) .....	17
Tabla 12: Diseño de adoquín de arcilla con adición de 0.00 % de fibra de bambú. .....	18
Tabla 13: Diseño de adoquín de arcilla con adición del 0.5 % de fibra de bambú. .....	19
Tabla 14: Diseño de adoquín de arcilla con adición del 1 % de fibra de bambú ...	19
Tabla 15: Diseño de adoquín de arcilla con adición del 1.5 % de fibra de bambú	20
Tabla 16: Diseño de adoquín de arcilla con adición del 2 % de fibra de bambú ...	20
Tabla 17: Resistencia a compresión a 7 y 14 días .....	21
Tabla 18: Costo de la fabricación de un adoquín de arcilla al 0% de fibra de bambú .....	22
Tabla 19: Costo de la fabricación de un adoquín de arcilla al 2% de fibra de bambú .....	22

## Índice de figuras

FIGURA 1: Sección de un culmo de bambú .....	8
FIGURA 2: Partes y usos del bambú .....	9
FIGURA 3: Adoquín de arcilla .....	13

## RESUMEN

Esta investigación “Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020” tiene como objeto utilizar proporciones de fibra de bambú, para tener como resultado un diseño óptimo con mejor resistencia a compresión, se utilizó material de la ciudad de Tarapoto, con arcilla de la cantera “Lagartococha”, los bambús se utilizaron de las zonas aledañas a la ciudad de Tarapoto. Para poder obtener el diseño del adoquín de arcilla, se diseñó un molde de acero, de 20x10x6 cm, establecidas por la norma para tránsito peatonal y vehicular liviano, con la fibra de bambú se cortó y seco, pasando por procesos de molido hasta obtener fibra vegetal; como muestra patrón se hicieron 10 adoquines con 0% de adición de fibra de bambú y 40 adoquines con adición de fibra de bambú al 0.5%,1%, 1.5% y 2%, haciendo los estudios y análisis de estas muestras a los 7 y 14 días. Para el proceso de elaboración del diseño del adoquín de arcilla se mezcló de forma homogénea la arcilla con el agua para luego agregar la fibra de bambú, colocarlo en el molde y por último pasar por el proceso de cocción.

**Palabras clave:** Adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú, resistencia a la compresión, fibra vegetal, cocción.

## **ABSTRACT**

This research "Design of clay pavers, with the addition of bamboo fibers to improve the resistance to compression, Lamas 2020" aims to use proportions of bamboo fiber, to result in an optimal design with better resistance to compression, is He used material from the city of Tarapoto, with clay from the "Lagartococha" quarry, the bamboos were used from the areas surrounding the city of Tarapoto. In order to obtain the design of the clay paving stone, a 20x10x6 cm steel mold was designed, established by the standard for pedestrian and light vehicular traffic, with the bamboo fiber cut and dried, going through grinding processes until obtaining fiber vegetable; As a standard sample, 10 pavers were made with 0% addition of bamboo fiber and 40 pavers with addition of bamboo fiber at 0.5%, 1%, 1.5% and 2%, making the studies and analysis of these samples at 7 and 14 days. For the process of elaborating the design of the clay paver, the clay was mixed homogeneously with the water and then the bamboo fiber was added, placed in the mold and finally passed through the firing process.

Keywords: Clay paver with addition of bamboo fiber, resistance to breakage, vegetable fiber, firing.



## I. INTRODUCCIÓN

En la realidad problemática, se señala desde el ámbito internacional, en el país de Ecuador mediante la recaudación de datos a través de ensayos, estudios y el análisis de la información a través de tablas y gráficos que se realizaron, se estableció que la adición de fibra sintética, orgánica e inorgánica influye de manera positiva en los esfuerzos a compresión del adoquín, la estopa de coco aportó un incremento de 13% del aguante de aplastamiento después de 28 días, distinto de un adoquín convencional agregando el 0.2 % de estopa (MARTINEZ, 2016, pág. 106). En el ámbito nacional, en la ciudad de Ancash se procedió en la fabricación de adoquines hechos de arcilla usando puzolanas, aserrín y relave minero, las cantidades optimas de estos materiales utilizados fueron, 0.80% de óxido de calcio, 40% de cemento, 5 % de arcilla, 28.56 % de mineral granulado de 1/8", 0.64% de aserrín y 25 % de relave minero, como resultado de los datos obtenidos garantiza de forma factible fabricar adoquines hechos de arcilla también llamados cerámicos, utilizando los materiales ya mencionados (SOTO, 2017, pág. 98). Y en el ámbito local, en la ciudad de Tarapoto, se realizó un estudio acerca del diseño de un sistema constructivo con Bambusa Vulgaris en un centro comunal múltiple, en Yurimaguas, seleccionando muestras sin nudo y con nudo para poder ver las características de fuerza a flexión, empuje paralelo de la fibra y a esfuerzo paralelo de esta mismo material de fibra, llegando a la conclusión que el bambú de esta especie es una planta que puede ser aprovechado de manera latente en lo que concierne la parte de estructura en las labores actuales y también con vista a un mañana aprovechable, haciendo así un material con potencia y superioridad por encima de muchas plantas maderables en comparación a sus propiedades mecánicas (Dávila Angulo, 2018, pág. 37). De acuerdo a las realidades problemáticas citadas se pudo observar que la resistencia a compresión del diseño de adoquines de arcilla aumenta cuando se adiciona fibras, por lo que se realizó la presente investigación para evaluar si el esfuerzo a compresión del adoquín de arcilla adicionando fibra de bambú aumenta sus fortalezas de compresión. Con respecto a la formulación del problema, se concentró en el problema general: ¿De qué manera un diseño de adoquín de arcilla adicionando fibra de bambú, podrá mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020?, en los problemas específicos: se planteó, ¿cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de los componentes

del adoquín elaborado mediante arcilla sin adicionar fibra de bambú, Lamas 2020?, ¿cuáles son las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú, para mejorar la resistencia a la compresión de los adoquines de arcilla, Lamas - 2020?, ¿cuál es el diseño de adoquines de arcilla sin adición y con adición de fibra de bambú, al 0.5%,1%, 1.5% y 2%,, Lamas 2020?,¿cuál es el diseño óptimo de los adoquines de arcilla adicionando fibra de bambú, Lamas 2020?, ¿Cuál es el precio de un adoquín de arcilla adicionando fibra de bambú, Lamas 2020?. No obstante, la justificación del estudio se jerarquiza en justificación teórica, esta investigación, se realizó con la finalidad de aportar resultados obtenidos de manera aplicativa, en la elaboración de un diseño de adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú. Teniendo en cuenta que el uso del adoquín de arcilla contribuye a seguir fomentando en las construcciones de pisos articulados y además es un producto sostenible rentable, económico y amigable con el medio ambiente; la cual posee propiedades mecánicas para una mejor resistencia en el sistema estructural de pavimentos. Así como la justificación práctica, esta investigación, se realizó porque existe la necesidad de mejorar el esfuerzo a compresión del diseño del adoquín de arcilla añadiendo fibras de bambú, de acuerdo al porcentaje de la fibra de bambú, esto se complementó al utilizar en la elaboración de mezcla para el aguate a compresión, la cual aportó mejoras en las propiedades del adoquín, en seguida la justificación por conveniencia, esta investigación tiene como finalidad mejorar las características mecánicas del adoquín hecho con arcilla, para generar un aporte en las construcciones de pisos articulados con el uso de adoquines mejorados, esto genera un acceso fácil y de bajo costo haciendo que la población pueda construir de manera económica y de rápida elaboración, por lo tanto la justificación social, esta investigación va contribuir de manera económica, ofreciendo un adoquín de arcilla mejorado, reemplazando de este modo al tradicional adoquín, siendo así una alternativa de bajo costo para la construcción de calles del distrito de Lamas, teniendo en cuenta como una atracción turística de las vías del distrito de Lamas, y por último la justificación metodológica, en esta investigación se planteó el diseño de adoquines de arcilla para la mejora en las propiedades de compresión con la ayuda de la fibra de bambú, el cual los datos obtenidos servirán como un análisis para investigaciones futuras del adoquín de arcilla y así poder seguir contribuyendo con nuevas técnicas para la mejora de este material, como una alternativa de construcción, por consiguiente tenemos el objetivo general:

realizar el diseño de adoquines de arcilla adicionando fibra de bambú, para mejorar su resistencia a la compresión, Lamas 2020, así mismo los objetivos específicos: determinar las propiedades físicas y mecánicas de los componentes del adoquín sin adicionar fibra de bambú, Lamas 2020; Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú para adicionar al diseño de los adoquines de arcilla, Lamas 2020; determinar el diseño de los adoquines de arcilla sin adición y con adición de fibra de bambú con los siguientes porcentajes, 0.5%,1%, 1.5% y 2%, Lamas 2020; determinar el diseño óptimo de los adoquines de arcilla, con adición de fibra de bambú, Lamas 2020; determinar el precio de un adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú, Lamas 2020 y por último se identificó la hipótesis, para ello se formuló la hipótesis general: El adoquín de arcilla utilizando como refuerzo la fibra de bambú, mejorará de manera eficiente la resistencia a la compresión, Lamas 2020, las hipótesis específicas son: las propiedades físicas y mecánicas de los materiales que conforman el adoquín concurrirán en la mejora de la resistencia a compresión , Lamas 2020; las cualidades físicas y mecánicas de la fibra del bambú ayudaran en la resistencia a compresión del diseño en los adoquines de arcilla, Lamas 2020; el diseño de homogenización de los adoquines a base arcilla sin adición y con adición de fibra de bambú al 0.5%,1%, 1.5% y 2%, enriquecerá su resistencia a compresión, Lamas 2020; el diseño optimo del adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú, adquirirán resultados significativos a la resistencia a la compresión, Lamas 2020; la elaboración de un adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú será rentable por su bajo costo, Lamas 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

Se utilizó como trabajo de investigación los siguientes antecedentes, en relación a nivel internacional según: (SOLER, 2017, pág. 57). *“uso del bambú en la arquitectura contemporánea”*. (artículo científico). Universidad Politécnica de Valencia, España; concluyo que, esta planta (bambú), es un material con alta capacidad verosímil que contiene muchas ventajas y usos en su práctica como material de construcción, caracterizándose por su poco peso, capacidad de flexión, y lo más importante su firmeza ante el uso de esfuerzos, sin olvidar que es un material orgánico que puede ser afectado por lluvias, sol y organismos vivos por el lado de la durabilidad; así también: (KHOSROW & ALBANISE, 2005, pág. 114), *“Propiedades físicas e mecánicas do colmo inteiro do bambú da especie Guadua angustifolia”*. (artículo científico). Revista Brasileira de ingeniería agrícola y ambiental; concluyo que, el aguante al aplastamiento promedio de la guadua dio como resultado 29.48 MPa, dando como mayor valor 29.62 MPa y 34.52 MPa en el trozo superior, sin nudo y con nudo proporcionalmente, por lo normal el aguante al aplastamiento de una manera u otra tiene como influencia la presencia del nudo, el módulo flexible moderado en el ensayo de compresión fue 12.58 GPa, en orientación longitudinal a las fibras; como también: (CABEZAS, 2014, pág. 85) *Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado*; (tesis pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Ecuador. Concluyó que, se llegó a comprobar que la construcción de pavimentos articulados da como resultado muchos beneficios, no solo por su fuerte resistencia a cargas y larga durabilidad, sino también porque su costo de construcción y de mantenimiento es muy económico; los adoquines pueden ser construidos también con fines estéticos por la variedad de modelos de colocación que existen en esta época; se puede construir con adoquines en lugares de acceso remoto y con pendientes pronunciadas. A nivel nacional: (MEZA, 2017, pág. 97) *propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza, lurín – 2017* (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Lima.; concluyo que: se llegó a precisar que con la adición de plástico reciclado, el adoquín resto notablemente su peso en comparación al adoquín sin adición de este material reciclado, el módulo de rotura va en aumento de acuerdo al porcentaje de

colocación del material reciclado; con la adición del 3% del material (plástico reciclado), dio como resultado un módulo de rotura ( $M_r$ ) de 56.425 MPa, por otro lado la adición del 5% de este material dio un  $M_r$  de 61.253 MPa y añadiendo 8% del material reciclado el  $M_r$  dio como resultado 72.503 MPa, para los ensayos de compresión, se dio a conocer que con la adición de 3% de material reciclado, los resultados son mejores y más resistentes que los adoquines con adición de 5% y 8% del material reciclado, siendo estos; 326 kg/cm<sup>2</sup> al 3%, 323.7 kg/cm<sup>2</sup> al 5% y 316.9 Kg/cm<sup>2</sup> con el 8% de plástico reciclado, el ultimo valor calculado no cumple lo establecido en la NTP- 399.611, como también: DIAZ, Paul; *análisis comparativo: uso de bambú vs. perfiles de acero para cobertura liviana* (tesis pregrado). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa. (2016) , concluyo que; la guadua es tan ligera que hace reducir su peso a todas las estructuras que se va a edificar, resultando favorable para los estudios antisísmicos. Sus fibras, por lo general las externas, lo convierte en un material muy fuerte y resistente a las fuerzas axiales que tiene como valores admisibles de la NTP, 160 kg/cm<sup>2</sup> y 130 kg/cm<sup>2</sup>, en compresión y tensión correspondientemente; en el proceso constructivo, lo más complicado fue saber las técnicas de la unión o nudos, incluso más complicado que los elementos que soportan cargas axiales . Por lo tanto, a nivel local: PAREDES, Víctor, *uso del bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto – 2017*; (tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto. (2017), concluyo que; el método ordenado usado para diseñar la residencia fue un método aporticado, esto hace más resistente en lo que concierne a fenómenos sísmicos que, cuando son moldeados en el esquema de estudio dinámico y estático, llegando a observar que la residencia si cumple con lo establecido en la norma sismo resistente E.30, complementando así con las características físicas de los tallos de bambú; con los cálculos realizados dio como resultado que se necesitaran 3 guaduas para las vigas principales en uno de los ejes de construcción, en caso de los pilares se obtuvo que en el pedazo más débil de la estructura utilizarían 25 bambús. A continuación, en las teorías relacionadas al tema de acuerdo las variables independientes, diseño de adoquines de arcilla con adición de fibra de bambú se tiene que, este material de construcción (adoquines), son de estructura compacta, con los lados en forma recta, que se usa en la construcción de pavimentos

articulados, pasando por procesos como, modelado, secado y cocción a temperaturas relativamente elevadas (LADRILLERA SANTAFÉ, 2016, pág. 5). Así también, el adoquín está destinado al uso de tránsito peatonal, vehicular liviano y vehicular pesado, respetando los parámetros de acuerdo a la función que este material cumpla serán clasificados como pavimentos de adoquinado flexible o rígido (AENOR, 2017, pág. 4). Es de alta durabilidad, resistente a los tipos de agentes agresivos y a las heladas, sin perder su forma al estar expuesta a altas temperaturas en verano, tiene una alta resistencia a compresión y a los desgastes, como también rigidez frente al rayado y extraordinaria resistencia a flexo tracción (HISPALYT, 2016). Con respecto a la planta del bambú tenemos que; el bambú es de forma circular con secciones que están en vacío, convirtiéndolo en un material liviano, haciendo así que las estructuras puedan ser muy ligeras, es un material con alta capacidad antisísmica, alta capacidad de flexión que se curvean sin padecer ningún tipo de rupturas y puede ser manipulado con herramientas básicas (HUANCA F. , 2014). Se familiariza con el arroz, el maíz y la caña de azúcar por ser de la especie gramínea, pero se comporta distinto a estas plantas por la lignina que compone el bambú, haciendo de esta un material muy rígido como la madera (TORRES J. E., 2012, pág. 7). El tiempo de cosecha juega un papel muy importante en la parte mecánica del bambú, ya que esta planta en estado joven cuenta con mayores y mejores propiedades en lo que concierne a la durabilidad, rompimiento a compresión y flexión, diferenciándolo totalmente de las plantas adultas (TORRES B. , 2019, pág. 393), se tiene la dimensión cuantitativa, propiedades físicas y mecánicas del adoquín de arcilla, este material hecho a base de arcilla tiene propiedades como el aguante a compresión, que es semejante solo al de la piedra natural (GARCIA, 2004, pág. 15). además posee alta resistencia al deslizamiento y/o derrame, siendo muy importante el cuidado durante todo el tiempo de vida útil para mantener los parámetros de las distintas normas vigentes pero siempre y cuando el adoquín no haya sido sometido a procedimientos de pulido o abrillantado (MALPESA, 2003, pág. 79), donde en la Norma CE.010, indica que los pavimentos urbanos tienen que cumplir ciertos requisitos, con vista desde la mecánica de suelos e ingeniería de pavimentos (MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO , 2010, pág. 10).

Tabla 1: Adoquines – Requisitos NTP 399.611

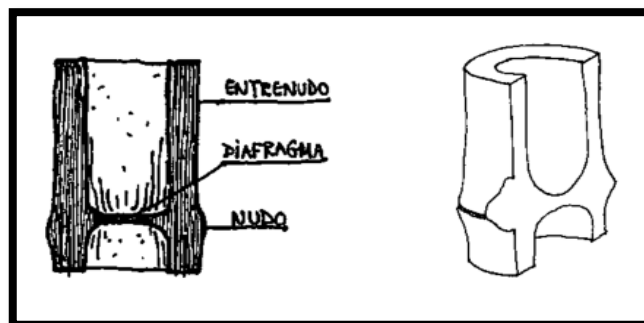
TIPO	USO
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

**Fuente:** (SENSICO)

El análisis de granulometría: es una prueba que clasifica a los suelos en distintos porcentajes de tamaños de una muestra, suele dividir de mayor a menor tamaño por el tamiz que pasa, de acuerdo al peso y la cantidad parcial que queda retenido en cada medición hecha (TOIRAC, 2012, pág. 297), cuando el suelo está seco ya sea en el horno o a temperatura ambiente, se pulveriza y se hace atravesar por una serie consecutiva de tamices en forma decreciente quedando el material más fino en la parte inferior ya que no fue retenido por ninguna serie de tamiz (DUQUE & ESCOBAR, 2016, pág. 57), así también el contenido de humedad: este informe consiste determinar la absorción de agua mediante secado y pesado de las muestras, haciendo el mismo proceso antes y después del tratamiento a realizar (LEÓN , TORRES , CHAPARRO , & SANCHEZ , 2019, pág. 99). Peso específico: es la relación de masa de los materiales y el peso de la cantidad de agua que se procedió a quitar, dando como resultados números indeterminados que sirvieron como datos para la clasificación, densidad de equilibrio y corrección de suelos, tras presentar partículas de agregado grueso, todo esto está en relación a los cálculos de mecánica de suelos (MONTEJO, 2002, pág. 63). La separación manual de arcillas para elaborar las muestras, adicionando agua a una porción 5 puntos más del límite plástico, se hizo amasando de forma manual hasta lograr una consistencia homogénea, después, las muestras fueron sometidos a madurez dentro de las 24 horas para certificar una buena maleabilidad (MALAGÓN, SANTOS, & CORDOBA, 2009, pág. 2); también como dimensión cuantitativa se tiene, propiedades físicas y mecánicas del bambú, existiendo especies de la guadua con gran viabilidad para ser utilizados de forma industrial, presentando propiedades de rápido crecimiento y de grandes características físicas y mecánicas, sobresaliendo en muchos aspectos morfológicos, destacando el espesor de sus paredes , con diámetro importante de sus tallos, aspectos que lo convierte en un material con potencial para la

construcción (RUSCH, HILLIG, & TREVISAN, 2020, pág. 3), su gran diversificación mecánica, propiedades estructurales, su facilidad para la separación de fibras y propiedades térmicas que posee esta planta, permite obtener fibras versátiles para usarlo industrialmente en compuestos, la responsabilidad de que la fibra de bambú tenga altas propiedades mecánicas son las fibras vigorosamente lignificadas que tiene como propia, haciendo que esta planta tenga una gran diversificación de usos (BLANCO , FAJARDO , BALBINO, & URBINA , 2020, pág. 164), la mayoría de las especies de esta planta son de fases reproductivas cortas pero con largo periodo vegetativo, las guaduas son de tipo bambúes leñosos que en la actualidad se concentra principalmente en temas vegetativos (MOSTIGA, CANO, QUISPE, & MOSTIGA M, 2019, pág. 84), por consiguiente el bambú utilizado como material de construcción, en lo que concierne a su funcionalidad estructural puede ser competitivo con el acero o madera, pero al contar con una gran variedad repartida en todo el mundo, hace casi nula definir con exactitud sus propiedades mecánicas, si pretendemos hacer que la guadua cumpla funciones estructurales en construcciones, debemos tener en claro que a los 3 años de crecimiento alcanza su resistencia optima (DIAS G., ESCALONA J., HERNANDEZ J., REQUENA C., 2016, pág. 8).

**FIGURA 1:** Sección de un culmo de bambú

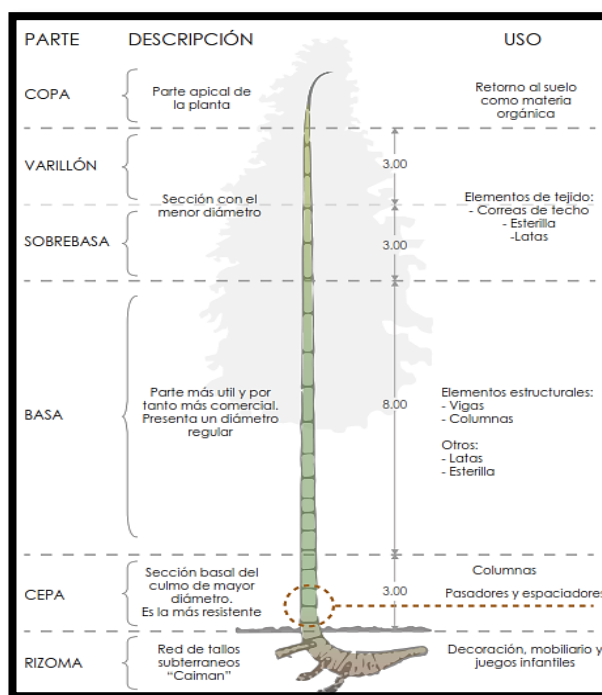


**Fuente:** Guillermo Ortiz García

Algunas especies de bambú procedentes de América llegan a alturas superiores a 30 m, y diámetros de hasta 20 cm, como en el caso de la especie guadua, muy apta para utilizarlo por la rectitud de sus tallos porque posee una estructura básica de construcción que consiste en un sistema de ejes vegetativos divididos con nudos sólidos y entrenudos huecos, dispuestos de forma alterna (ORTIZ, 2017, pág. 6).



**FIGURA 2: Partes y usos del bambú**



**Fuente:** Elaborada con información de: Minke G. (2010). Manual de construcción con Bambú.

Las propiedades físicas se tienen que, el contenido de Humedad: cantidad de líquido situado en la estructura del bambú (HUANCA F. , 2014, pág. 10); peso específico: es cambiante con la humedad, está entre 700 y 850 kg/cm<sup>3</sup> para las muestras secadas a temperatura ambiente, también tiene mucho que ver la cantidad de caña que se va a analizar, en la parte de la base oscila entre los 0.57 kg/dm<sup>3</sup> y en la superior es de 0.76 kg/dm<sup>3</sup> (MARTINEZ S. , 2015, pág. 12).

**Tabla 2: Valores promedios para el bambú**

Edad (meses)	Humedad %	Propiedades físicas		
		Peso específico básico p. seco/v. verde kg/cm <sup>3</sup>	Peso unitario verde	Peso unitario seco kg/cm <sup>3</sup>
12	74	0.55	0	1
24	62	0.57	0	1
36	103	0.47	0	1
48	123	0.44	0	1

**Fuente:** Huanca

Las propiedades mecánicas, la causante de la alta resistencia del bambú son las fibras que lo componen, se concentran por lo general en la parte externa de las paredes, en esta parte de la pared el diámetro de las fibras es menor pero la

concentración es mayor, mientras tanto en la parte interna, el diámetro es mayor y su concentración es menor (FERREIRA, 2015, pág. 21).

*Tabla 3: Características mecánicas del bambú*

<b>MATERIAL</b>	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO (R). (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>MASA POR VOLUMEN (M). (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>RELACION DE RESISTENCIA (R/M)</b>	<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD (E) (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RELACIÓN DE RIGIDEZ (E/M)</b>
CONCRETO	82	2400	0.032	127400	53
ACERO	1630	7800	0.209	2140000	274
MADERA	76	600	0.127	112000	187
BAMBÚ	102	600	0.17	203900	340

*Fuente:* (BAMBUTERRA)

Se tiene las siguientes teorías con respecto a la variable dependiente, resistencia a la compresión el procedimiento de este ensayo es calculado por el módulo de rompimiento dividido entre el área de la muestra que resistirá la carga y se representara en Kilogramos sobre centímetros cuadrados (Kg/cm<sup>2</sup>) SI (TELLO, 2013). La resistencia a compresión de los adoquines de arcilla también llamado carga de rotura, se calculó por cada unidad de acuerdo a la longitud de rompimiento, pero si se desea hacer el ensayo con dos secciones transversales en una misma muestra, el módulo de rotura se promediara para llegar a un valor verdadero (HERRERA & ESPINOZA, 2009, pág. 39) , en el bambú se tendrá que diseñar los elementos estructurales para cumplir con los requisitos de resistencia y así los esfuerzos a que fueron sometidos por las distintas cargas y coeficientes aplicables tendrán que ser iguales o menores que los esfuerzo admisibles del material (MINISTERIO DE VIEVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO, 2012)

*Tabla 4: Esfuerzos admisibles*

<b>FLEXION (fm)</b>	<b>TRACCION PARALELA (ft)</b>	<b>COMPRESION PARALELA (fc)</b>	<b>CORTE (fv)</b>	<b>COMPRESION PERPENDICULAR (f'cl)</b>
5 MPa (250 Kg/cm <sup>2</sup> )	5 MPa (250 Kg/cm <sup>2</sup> )	5 MPa (250 Kg/cm <sup>2</sup> )	5 MPa (250 Kg/cm <sup>2</sup> )	5 MPa (250 Kg/cm <sup>2</sup> )

*Fuente:* Norma Técnica E.100 BAMBÚ, 2012

### III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación; El actual estudio es de tipo experimental, teniendo en cuenta las estrategias y diseños para llevar un mayor control de la metodología cuantitativa en el procesamiento, análisis y evaluación de la investigación, para ello se revisaron las variables que intervienen, como la fibra de bambú en los adoquines de arcilla y la resistencia a la compresión. Existe una particularidad que se puede manipular muchas variables independientes, para luego observar las consecuencias que esta produce dentro de una situación determinante, es decir existe relación entre causa y efecto, ponen a prueba hipótesis de relaciones causales, (HERNANDEZ, FERNÁNDEZ, & BAPTISTA, 2010, pág. 121). En este sentido se plantea lo siguiente:

<b>D: O1 – X – O2</b>
-----------------------

O1 = Adoquín de arcilla.

X = Fibra vegetal – bambú.

O2 = Adoquín de arcilla mejorado.

<p>GE (1):X1      (adoquín de arcilla al 0.5% fibra de bambú)</p> <p>GE (2):X2      (adoquín de arcilla al 1% fibra de bambú)</p> <p>GE (3):X3      (adoquín de arcilla al 1.5% fibra de bambú)</p> <p>GE (4):X4      (adoquín de arcilla al 2% fibra de bambú)</p> <p>GC (0):X0      (adoquín de arcilla sin fibra de bambú)</p>	<p>O1 (7d)</p> <p>O1 (7d)</p> <p>O1 (7d)</p> <p>O1 (7d)</p> <p>O1 (7d)</p>	<p>X1      (adoquín de arcilla al 0.5% fibra de bambú)</p> <p>X2      (adoquín de arcilla al 1% fibra de bambú)</p> <p>X3      (adoquín de arcilla al 1.5% fibra de bambú)</p> <p>X4      (adoquín de arcilla al 2% fibra de bambú)</p> <p>X0      (adoquín de arcilla sin fibra de bambú)</p>	<p>O2 (14d)</p> <p>O2 (14d)</p> <p>O2 (14d)</p> <p>O2 (14d)</p> <p>O2 (14d)</p>
---	--	--	---

A continuación, la gráfica del diseño experimental para los adoquines de arcilla:

GE: Grupo experimental.

GC: Grupo de control, sin adición de fibra de bambú.

X1: Diseño de adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú al 0.5%.

X2: Diseño de adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú al 1%.

X3: Diseño de adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú al 1.5%.

X4: Diseño de adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú al 2%.

O1: Medición a los 7 días.

O2: Medición a los 14 días.

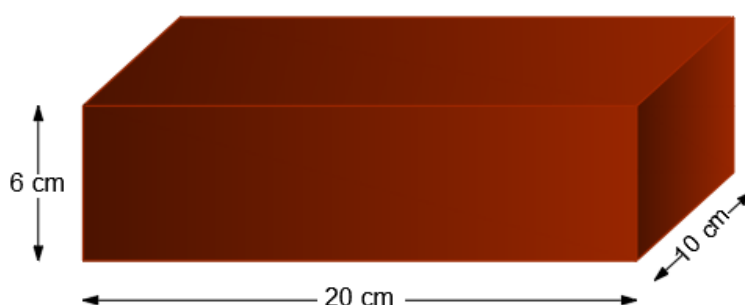
### 3.2 Variables y operacionalización

Tabla 5. Cuadro de operacionalización de variable independiente Y dependiente.

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente	Los adoquines son elementos macizos, con paredes verticales rectas, usados en pavimentos. Fabricados mediante modelado, secado y cocción, a una temperatura idónea, los cuales deben encajar de forma perfecta unos contra otros para así formar una capa de rodadura por la cual puedan transitar personas, animales o vehículos (LADRILLERA SANTAFÉ. 2016).	Para el diseño de adoquines de arcilla con adición de fibras de bambú. Se utilizará una mezcla homogénea de arcilla. Fibra de bambú a las proporciones de 0.5%, 1%,1.5% Y 2%. Luego se procederá a su elaboración en un molde de 20x10x6 cm.	Propiedades físicas y mecánicas de los materiales.	Granulometría, limite líquido, limite plástico, contenido de Humedad	Intervalo
	El bambú es un material sin mucho peso por la forma circular y las secciones huecas que posee. Por sus características físicas lo convierten en un material fuerte y así mismo elástico, es sismo resistente y muy confiable, que puede curvarse sin sufrir rupturas y que puede ser utilizado en todo tipo de funciones estructurales (HUANCA,2014)		Propiedades físicos y mecánicas de la fibra de bambú.	Peso específico	Intervalo
Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú			Diseño con adición de fibra a porcentajes de 0.5%,1%,1.5% y 5%	Absorción.	Intervalo
			Diseño óptimo de mezcla	Temperatura, dosificación de materiales.	intervalo
Variable dependiente	Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección (NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.611)	Para mejorar la resistencia a la compresión se adicionará la fibra de bambú	Costos	costo unitario	Intervalo
Resistencia a la Compresión					

3.3 Población, muestra y muestreo, en cuanto a la población; Está conformada por todos los elementos, personas, objetos que participan en la delimitación del análisis del problema de investigación, caracterizándose por la homogeneidad, tiempo, espacio y cantidad (SANCHEZ , 2013, págs. 1,2). Grupo de casos, limitado definido y accesibles que es indispensable para elegir la muestra, la define como “universo de estudio” para la obtención de resultados óptimos (ARIAS, VILLASIS, & MIRANDA, 2016, pág. 202) se planteó una población muestral de 50 adoquines de arcilla de 20x10x6cm.

FIGURA 3: Adoquín de arcilla



Fuente: Elaboración propia.

Determinación de la muestra: Según la (NTC 3829) la resistencia a la compresión de un adoquín de arcilla para tránsito peatonal y vehicular liviano, fue determinante en los prototipos que miden 20x10x6cm para longitud, ancho y altura respectivamente. Es aplicable para prototipos con formas diferentes, siempre y cuando el productor obtenga resistencia semejante al de la forma especificada. Sin embargo, se realizó un muestreo por conveniencia de 50 adoquines de arcilla en estado seco de 20x10x6cm, sin adición y con adición de fibra de bambú al 0.5%, 1%, 1.5% y 2% con respecto al volumen del adoquín.

Tabla 6. Muestras de adoquines de arcilla.

Adición de fibra de bambú	Medición		Parcial
	7 días	14 días	
0%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
0.5%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
1%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
1.5%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
2%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
	Total		50 unidades

Fuente: Elaboración del tesista.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos: se define como medición a aquello que es cuantificable, que se puede contar, sentir, observar, pueden ser eventos u objetos, es decir, análisis de unidades, que se rigen en torno a reglas. A esto se incorporó la asignación correspondiente de diferentes niveles de criterios de calidad, con respecto a la percepción de medir. Instrumentos de medición: estas comprueban una teoría, son influyentes en la conducta y explican fenómenos que no son visibles, pero son existentes, (MENDOZA & GARZA, 2009, págs. 17,18). Para la obtención de datos se utilizó como técnica la observación en los ensayos de resistencia a la compresión para obtener resultados de los adoquines de arcilla a 7 y 14 días con adición de fibra de bambú al 0.5%,1%, 1.5% y 2%.

**Tabla 7.** *Técnicas e instrumentos para la recolección de datos.*

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>FUENTE</b>
		N.T.P.339.127
Ensayo de clasificación y de las propiedades del suelo	Ficha de registro de datos sobre la clasificación y propiedades físicas del suelo	N.T.P.339.128 N.T.P.339.129 N.T.P.339.131
Ensayo de las propiedades físico-químicos de la fibra vegetal	Ficha de registro de datos sobre las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú	N.T.E.100
Ensayo de resistencia a la compresión del adoquín de arcilla	Ficha de registro de datos sobre la resistencia del esfuerzo a compresión del adoquín de arcilla	N.T.C.3829 N.T.P.399.611

**Fuente:** Elaboración propia.

Validez y confiabilidad; la confiabilidad se centra en particularidades de los indicadores específicos, mientras que la validez hace referencia al grado de veracidad de la variable que pretende medir un instrumento (RAMIREZ & ZWERG, 2012, pág. 107). Se resalta la importancia que existe entre esta relación concepto-medición, ya que si esta relación no existe las conclusiones serán equivocadas. Ya que es imposible alcanzar la validez al 100% en un indicador, está también posee su grado de error. (MENDOZA & GARZA, 2009, pág. 21). Para la validación de este trabajo de investigación, se realizó el análisis estadístico básico para validar mi hipótesis, y con los ensayos que se obtuvo teniendo en cuenta los protocolos del Laboratorio de mecánica de suelos donde se realizó los ensayos correspondientes.

### 3.5 Procedimientos

Se hizo una selección de la materia prima (arcilla), para garantizar hacer un producto de alta calidad, luego paso por un proceso de amasado y modelado, utilizando los componentes correctos y una extrusión alrededor del 18% de humedad como máximo, siendo el siguiente paso que es el secado, esta es una de las partes más complicadas en la fabricación de este material por los distintos ciclos a los que están sometidos en esta parte, se puede secar a temperatura ambiente o utilizar secaderos de cámaras, el tercer paso es el apilado sobre vagoneta, la producción más alta se carga de canto, pero también se puede acomodar cara contra cara, uno de los puntos más importantes para lograr la resistencia requerida y adecuada es el paso de la cocción, donde un aspecto básico es la humedad de entrada de la muestra al horno, ya que se trata de un producto con estándares establecidos considerables y tiene que ser totalmente macizo, como último paso se tiene, el suministro, estas deben ser identificados de acuerdo a las normas establecidas vigentes en las cuales el fabricante deberá regirse.

3.6 Método de análisis de datos: la información recolectada se procesó en programas informáticos como Excel donde se manejarán un orden en relación a la investigación, se realizó gráficos a manera de resumen y cuadros para mejor entendimiento, todo esto a raíz de los ensayos de mecánica de suelos. Las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú, se obtuvo a base de estudios realizados en el laboratorio, con la Norma Técnica E.100 Bambú, ensayo de laboratorio para obtener la clasificación del suelo, se obtuvo mediante lo establecido en la NTP 339.128 en el que se determinó el tipo de suelo; ensayo de laboratorio para adquirir las características del suelo, se obtuvo mediante los parámetros establecidos en la norma técnica peruana 339.127, la N.T.P 339.128, N.T.P 339.129 y la N.T.P 339.131; ensayo de laboratorio para medir la resistencia del esfuerzo a compresión, se obtuvo mediante lo establecido en la NTP 399.611 y la N.T.C 3829.

3.7 Aspectos éticos: el investigador del proyecto se compromete a respetar la legitimidad de los resultados, la seguridad de datos realizados en laboratorio rigiéndose a normas, y también de acuerdo al criterio del investigador, reservando prudencia de la información proporcionada de personas que participen en esta investigación.

## IV. RESULTADOS

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los componentes del adoquín sin adicionar fibra de bambú, Lamas 2020

**Tabla 8:** Propiedades físicas de la arcilla de la cantera Lagartococha.

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA (ARCILLA)			
PESO TOTAL	=	600.0	gr
PESO LAVADO	=	168.4	gr
PESO FINO	=	600.0	gr
LÍMITE LÍQUIDO	=	24.60	%
LÍMITE PLÁSTICO	=	14.43	%
ÍNDICE PLÁSTICO	=	10.17	%
CLASF. AASHTO	=	A-4	[7]
CLASF. SUCCS	=	CL	
Ensayo Malla #200		P.S.Seco. 600.0	P.S.Lavado 168.4
			% 200 71.9

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos.

**Tabla 9:** Propiedades físicas y mecánicas de la arcilla de la cantera Lagartococha (Proctor Modificado)

COMPACTACIÓN					
<b>MÉTODO DE COMPACTACIÓN</b>	:	<b>"A"</b>			
<b>NUMERO DE GOLPES POR CAPA</b>	:	<b>25</b>			
<b>NUMERO DE CAPAS</b>	:	<b>5</b>			
<b>NÚMERO DE ENSAYO</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)		5501	5591	5711	5668
PESO DE MOLDE (gr)		3655	3655	3655	3655
PESO SUELO HÚMEDO (gr)		1846	1936	2056	2013
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )		961	961	930	930
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.921	2.015	2.211	2.165
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		1.759	1.807	1.946	1.880
CONTENIDO DE HUMEDAD					
<b>RECIPIENTE N°</b>		<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>	<b>s/n</b>
PESO (SUELO HÚMEDO + TARA) (gr)		199.2	200.00	205.30	148.10
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)		182.4	179.40	180.70	128.60
PESO DE AGUA (gr)		16.80	20.60	24.60	19.50
PESO DE SUELO SECO (gr)		182.40	179.40	180.70	128.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		<b>9.21</b>	<b>11.48</b>	<b>13.61</b>	<b>15.16</b>
<b>MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm<sup>3</sup>)</b>		<b>1.95</b>	<b>ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)</b>		<b>13.90</b>

Fuente: laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos.



## INTERPRETACION

Los resultados obtenidos en la tabla 8 de los estudios realizados en el laboratorio, se constató que el material extraído de la cantera Lagartococha, según la clasificación SUCS, y con un índice de plasticidad de 10.17% este material es un CL (arcilla arenosa de baja plasticidad). Por otro lado, en la tabla 9 se hizo estudios de proctor modificado, donde cada 5 capas se dio un promedio de 25 golpes en todas las muestras, dando como resultado datos exactos como la obtención de la humedad optima siendo el 13.90 % y máxima densidad seca siendo 1.95 gr/cm<sup>3</sup>, que será utilizado en el diseño del adoquín de arcilla.

2. Se determinaron las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú para adicionar al diseño de los adoquines de arcilla, Lamas 2020

**Tabla 10:** *Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú (Peso específico)*

ENSAYOS PESO ESPECIFICO DE FIBRA DE BAMBÚ			
Peso del Material Secado al Aire (P)	72.4 g	72.4 g	72.4
Peso Frasco + Agua (PO)	1549.4 g	1621.8 g	54.0
Peso Frasco + Agua + Material (PS)	1567.8 g		
			<b>1.341</b>

**Fuente:** *laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos.*

**Tabla 11:** *Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú (Absorción)*

ABSORCIÓN DE FIBRA DE BAMBÚ			
Muestra		1	2
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire ) (gr)	54.3	54.2
		0	0
		45.8	45.9
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C )(gr)	0	0
		18.5	18.0
	% de absorción = (( A - D ) / D * 100 )	6	8
			<b>18.3</b>
			<b>2</b>

**Fuente:** *laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos.*

## INTERPRETACION

Como se puede observar en la tabla 10 la muestra de fibra de bambú, el peso del material secado al aire tiene la misma variación en cuanto a pérdida de peso y porcentaje de pérdida de humedad. En la tabla 11, como se puede observar la muestra de fibra de bambú en estado natural, luego del proceso de saturación se destaca que, después de saturar durante 24 horas las fibras, el resultado del porcentaje de absorción es 18.32 %.

3. Determinar el diseño de los adoquines de arcilla sin adición y con adición de fibra de bambú con los siguientes porcentajes, 0.5%,1%, 1.5% y 2%, Lamas 2020.

*Tabla 12: Diseño de adoquín de arcilla con adición de 0.00 % de fibra de bambú.*

MUESTRA PATRÓN					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	EDAD	ADOQUINES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )
Arcilla	kg	10.00	7 días		
Fibra de bambú	kg	0.00	7 días	5	48.40
Agua	L	1.50	7 días		
Arcilla	kg	10.00	14 días		
Fibra de bambú	kg	0.00	14 días	5	82.30
Agua	L	1.50	14 días		
			TOTAL	10	

**Fuente:** *elaboración propia del tesista*

## INTERPRETACIÓN

Para el diseño de la muestra patrón se tuvo que hacer cálculos en relación a la arcilla y fibra de bambú, siendo en este caso la proporción siguiente: para los adoquines patrón se utilizó 10.00 kg de arcilla, 1.50 L de agua y 0.00 kg de fibra de bambú, para un adoquín de 20x10x6 cm respectivamente, pasando por los procesos de homogenización, moldeado, secado y cocción y así alcanzar máxima resistencia.

**Tabla 13:** Diseño de adoquín de arcilla con adición del 0.5 % de fibra de bambú.

<b>ADICION DE FIBRA DE BAMBU AL 0.5%</b>					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	EDAD	ADOQUINES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
Arcilla	kg	10.00	7 días		
Fibra de bambú	kg	0.05	7 días	5	44.00
Agua	L	1.50	7 días		
Arcilla	kg	10.00	14 días		
Fibra de bambú	kg	0.05	14 días	5	82.40
Agua	L	1.50	14 días		
TOTAL				10	

**Fuente:** elaboración propia del tesista

### INTERPRETACIÓN

Para el diseño con adición del 0.5 % de fibra de bambú, también se hicieron cálculos en relación a la arcilla y fibra vegetal, siendo en este caso la proporción siguiente: para los adoquines con adición del 0.5 % de fibra de bambú se utilizó, 10.00 kg de arcilla, 1.50 L de agua y 0.05 kg de fibra de bambú, para un adoquín con medidas de 20x10x6 cm respectivamente, en diferencia al adoquín patrón, con adición de 0.5 % de fibra vegetal (bambú) queda un sobrante de 390 gramos de muestra, mostrando así un claro incremento de volumen en la muestra al adicionar la fibra y también disminución de peso de este nuevo material.

**Tabla 14:** Diseño de adoquín de arcilla con adición del 1 % de fibra de bambú

<b>ADICION DE FIBRA DE BAMBU AL 1%</b>					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	EDAD	ADOQUINES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
Arcilla	kg	10.00	7 días		
Fibra de bambú	kg	0.1	7 días	5	38.60
Agua	L	1.50	7 días		
Arcilla	kg	10.00	14 días		
Fibra de bambú	kg	0.1	14 días	5	78.50
Agua	L	1.50	14 días		
TOTAL				10	

**Fuente:** elaboración propia del tesista

### INTERPRETACIÓN

Con adición del 1% de fibra de bambú, también se hicieron cálculos en relación a la arcilla y fibra de bambú, la proporción es la siguiente: para los adoquines con adición del 1% de fibra de bambú se utilizó, 10.00 kg de arcilla, 1.50 L de agua y 0.1 kg de fibra de bambú, para un adoquín con medidas de 20x10x6 cm respectivamente, en diferencia al adoquín patrón, con adición de 1% de fibra

vegetal (bambú) queda un sobrante de 775 gramos de muestra, mostrando así un claro incremento de volumen en la muestra al adicionar la fibra vegetal.

**Tabla 15:** *Diseño de adoquín de arcilla con adición del 1.5 % de fibra de bambú*

<b>ADICION DE FIBRA DE BAMBU AL 1.5%</b>					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	EDAD	ADOQUINES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
Arcilla	kg	10.00	7 días		
Fibra de bambú	kg	0.15	7 días	5	70.30
Agua	L	1.50	7 días		
Arcilla	kg	10.00	14 días		
Fibra de bambú	kg	0.15	14 días	5	110.80
Agua	L	1.50	14 días		
TOTAL				10	

**Fuente:** *elaboración propia del tesista*

### **INTERPRETACIÓN**

Para el diseño con adición del 1.5 % de fibra de bambú, también se hicieron cálculos en relación a la arcilla y fibra de bambú, la proporción es la siguiente: para los adoquines con adición del 1.5 % de fibra de bambú se utilizó, 10.00 kg de arcilla, 1.50 L de agua y 0.15 kg de fibra de bambú, para un adoquín con medidas de 20x10x6 cm respectivamente, en diferencia al adoquín patrón, con adición de 1.5% de fibra vegetal (bambú) queda un sobrante de 840 gramos de muestra, mostrando así un claro incremento de volumen en la muestra al adicionar la fibra vegetal.

**Tabla 16:** *Diseño de adoquín de arcilla con adición del 2 % de fibra de bambú*

<b>ADICION DE FIBRA DE BAMBU AL 2%</b>					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	EDAD	ADOQUINES	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm2)
Arcilla	kg	10.00	7 días		
Fibra de bambú	kg	0.2	7 días	5	74.80
Agua	L	1.50	7 días		
Arcilla	kg	10.00	14 días		
Fibra de bambú	kg	0.2	14 días	5	115.60
Agua	L	1.50	14 días		
TOTAL				10	

**Fuente:** *elaboración propia del tesista*

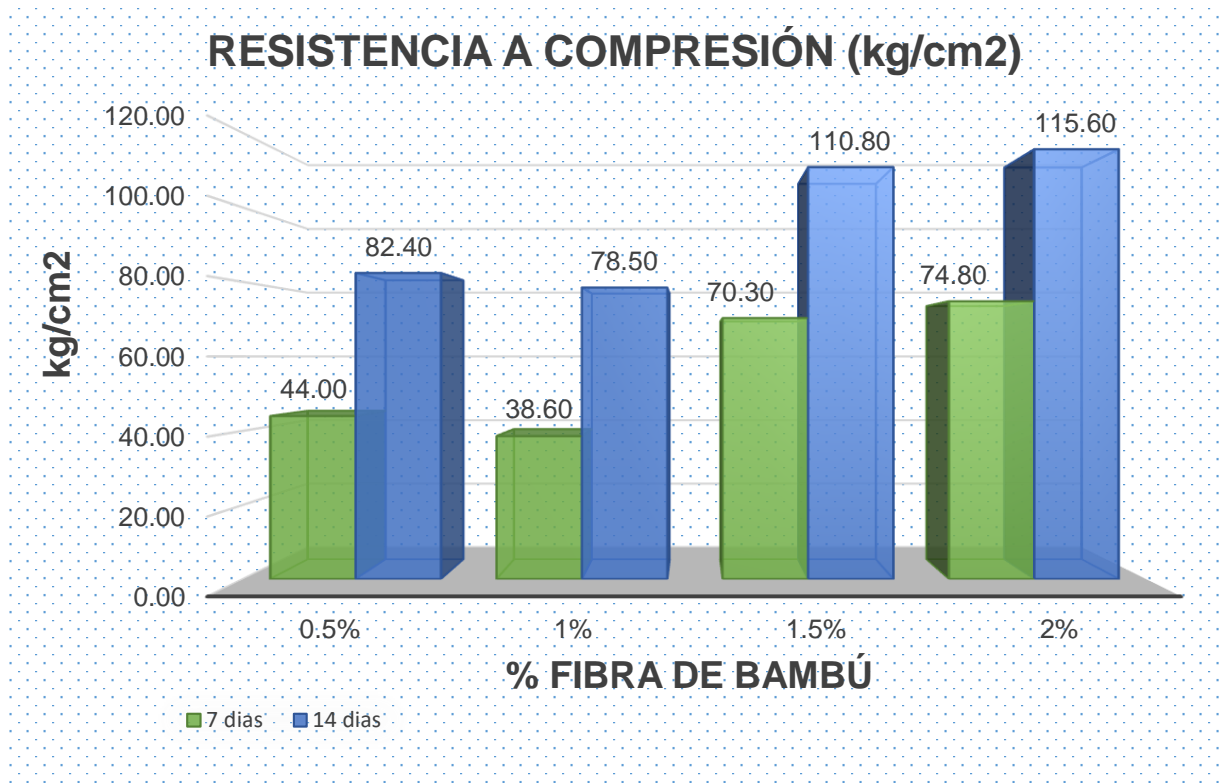
### **INTERPRETACIÓN**

Con adición del 2% de fibra de bambú, también se hicieron cálculos en relación a la arcilla y fibra de bambú, la proporción es la siguiente: para los adoquines con adición del 2% de fibra de bambú se utilizó, 10.00 kg de arcilla, 1.50 L de agua y 0.2 kg de fibra de bambú, para un adoquín con medidas de 20x10x6 cm

respectivamente, en diferencia al adoquín patrón, con adición de 2% de fibra vegetal (bambú) queda un sobrante de 905 gramos de muestra, siendo con este porcentaje donde se nota la mayor resistencia a compresión del adoquín.

- Determinar el diseño óptimo de los adoquines de arcilla, con adición de fibra de bambú, Lamas 2020.

Tabla 17: Resistencia a compresión a 7 y 14 días



Fuente: laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos.

### INTERPRETACIÓN

En el gráfico se muestran resultados obtenidos con respecto a la resistencia a compresión, donde se pudo determinar que el diseño óptimo de los adoquines de arcilla con adición de fibra de bambú es el de 2% de adición de la fibra vegetal (bambú), porque como resultados se obtuvo que con adición de fibra al 0.5%, 1% y 1.5%, no se llega a la resistencia deseada a los 7 y 14 días, en cambio con el 2% de fibra vegetal (bambú), se pudo observar que a los 14 días, si cumple con el estándar requerido de resistencia a compresión de un adoquín de arcilla.

5. Determinar el precio de un adocquín de arcilla con adición de fibra de bambú, Lamas 2020.

**Tabla 18:** Costo de la fabricación de un adocquín de arcilla al 0% de fibra de bambú

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	TOTAL
Arcilla	kg	1.5	0.50	0.75	
Fibra de bambú	kg	0.00	0.00	0.00	0.75
Agua	L	0.3	0.02	0.006	

**Fuente:** elaboración propia del tesista.

### INTERPRETACIÓN

En la esta tabla se puede apreciar el precio de un adocquín de arcilla sin adición de fibra de bambú, este costo fue calculado de acuerdo a los materiales que se utilizaron en el diseño de este nuevo producto donde se tiene los siguientes precios: para 1.5 kg de arcilla el precio unitario es 0.50 S/. y para 0.3 L de agua el precio unitario es 0.02 S/, haciendo un costo total de 0.75 S/. por cada adocquín.

**Tabla 19:** Costo de la fabricación de un adocquín de arcilla al 2% de fibra de bambú

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO PARCIAL	TOTAL
Arcilla	kg	1.5	0.50	0.75	
Fibra de bambú	kg	0.04	0.50	0.015	0.77
Agua	L	0.3	0.02	0.006	

**Fuente:** elaboración propia del tesista.

### INTERPRETACIÓN

En la tabla 19 se puede apreciar el precio de un adocquín de arcilla con adición de fibra de bambú al 2%, este costo fue calculado de acuerdo a los materiales que se utilizaron en el diseño de este nuevo producto donde se tiene los siguientes precios: para 1.5 kg de arcilla el precio unitario es 0.50 S/., para 0.04 kg de la fibra vegetal (bambú) el precio unitario es 0.50 S/. y para 0.3 L de agua el precio unitario es 0.02 S/, haciendo un costo total de 0.77 S/. por cada adocquín lo que lo hace rentable en producción de este material.

## V. DISCUSIÓN

Para MARTINEZ (2016), en su estudio de investigación *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)*. ECUADOR, se pudo determinar que con la adición de fibra sintética, orgánica e inorgánica influyen de manera positiva en los esfuerzos a compresión del adoquín, la estopa de coco aportó un incremento de 13% de la resistencia a compresión después de 28 días, con adición de 0.2% de estopa, distinto de un adoquín convencional, dando como resultado 396.93 kg/cm<sup>2</sup> al 0.2% en 28 días. En esta investigación también se pudo obtener resultados positivos en resistencia a compresión con la adición de fibra de bambú, ya que es un material orgánico y de fácil obtención, los mejores resultados en resistencia a compresión del diseño del adoquín de arcilla, fue adicionando el 2% de fibra vegetal (bambú), llegando a una resistencia de 115.60 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, diferente al adoquín patrón diseñado sin adición de la fibra de bambú donde se obtuvo menos resistencia a los 14 días. Así también SOTO, J. G. (2017). En su estudio *Elaboración De Adoquines Cerámicos Con El Uso De Puzolanas, Aserrín Y Relave Minero De Ticapampa, Recuay - Ancash*". ANCASH, se procedió en la fabricación de adoquines hechos de arcilla usando puzolanas, aserrín y relave minero, las cantidades optimas de estos materiales utilizados fueron, 0.80% de óxido de calcio, 40% de cemento, 5 % de arcilla, 28.56 % de mineral granulado de 1/8", 0.64% de aserrín y 25 % de relave minero, como resultado de los datos obtenidos garantiza de forma factible fabricar adoquines hechos de arcilla también llamados cerámicos, utilizando los materiales ya mencionados. En este estudio se calculó para el diseño optimo del adoquín de arcilla, las cantidades exactas de los materiales que lo conforman, la arcilla, la fibra de bambú y el agua, se utilizó proporciones de los materiales de acuerdo a la cantidad de fibra a utilizar en el diseño optimo, siendo la dosificación exacta: con 2% de fibra de bambú, se utilizó 10 kg de arcilla, 0.2 kg de fibra vegetal (bambú) y 1.5 litros de agua para 5 adoquines a los 7 días y 5 adoquines a los 14 días respectivamente. Como la siguiente investigación se tiene a SOLER (2017), en su estudio *"uso del bambú en la arquitectura contemporánea"*. España; concluyo que, esta planta (bambú), es un material con alta capacidad verosímil que contiene muchas ventajas y usos en su práctica como material de construcción,

caracterizándose por su poco peso, capacidad de flexión, y lo más importante su firmeza ante el uso de esfuerzos, sin olvidar que es un material orgánico que puede ser afectado por lluvias, sol y organismos vivos por el lado de la durabilidad. En este proyecto de investigación se desarrolló los estudios físicos y mecánicos de la fibra de bambú, empezando con la investigación de otros estudios relacionados para que sirvan como base en la realización del diseño adecuado de este producto, así que se optó por utilizar la fibra de bambú a porcentaje de 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, utilizando como cantidad optima 0.2 kg como indica el porcentaje de adición del 2% de fibra vegetal (bambú), haciéndolo un material que se puede utilizar en el diseño de un adoquín de arcilla por su ayuda en el incremento de resistencia a compresión gracias a las propiedades que esta posee, también KHOSROW & ALBANISE (2005), en su investigación "*Propiedades físicas e mecánicas do colmo inteiro do bambú da especie Guadua angustifolia*". concluyo que, el aguante al aplastamiento promedio de la guadua dio como resultado 29.48 MPa, dando como mayor valor 29.62 MPa y 34.52 MPa en el trozo superior, sin nudo y con nudo proporcionalmente, por lo normal el aguante al aplastamiento de una manera u otra tiene como influencia la presencia del nudo, el módulo flexible moderado en el ensayo de compresión fue 12.58 GPa, en orientación longitudinal a las fibras, los estudios realizados en este trabajo sobre las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú, paso por un proceso de saturación en las cuales se destacó que, después de saturar durante 24 horas las fibras de bambú, dio como resultado del porcentaje de absorción igual a 18.32%, haciendo así un resultado aceptable ya que no alterara las propiedades del adoquín de arcilla, en este estudio se pudo constatar mediante los resultados de resistencia a compresión que la fibra por sus fuertes propiedades ayuda a mejorar también la resistencia del adoquín. Como antecedente también CABEZAS (2014), en su estudio *Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado*; (tesis pregrado). Ecuador. Concluyó que, se llegó a comprobar que la construcción de pavimentos articulados da como resultado muchos beneficios, no solo por su fuerte resistencia a cargas y larga durabilidad, sino también porque su costo de construcción y de mantenimiento es muy económico; los adoquines pueden ser construidos también con fines estéticos por la variedad de modelos de colocación que existen en esta época; se puede construir con adoquines en lugares de acceso remoto y con pendientes



pronunciadas. En este estudio se pudo verificar que el costo de fabricación de este producto con adición de la fibra de bambú es económico y rentable, siempre y cuando se use los materiales adecuados para la obtención del producto final, utilizando la arcilla idónea para cumplir los estándares establecidos en las distintas normas a las cuales se rige este trabajo de investigación, se recomienda hacer un estudio de resistencia a compresión a los 28 días, para que pueda ser analizado y así cumplir los requisitos establecidos para el uso de adoquines en pavimentos articulados de tipo peatonal y vehicular liviano. MEZA (2017) en su estudio, *propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza, lurín – 2017*, Lima; concluyo que: se llegó a precisar que con la adición de plástico reciclado, el adoquín resto notablemente su peso en comparación al adoquín sin adición de este material reciclado, el módulo de rotura va en aumento de acuerdo al porcentaje de colocación del material reciclado; con la adición del 3% del material (plástico reciclado), dio como resultado un módulo de rotura ( $M_r$ ) de 56.425 MPa, por otro lado la adición del 5% de este material dio un  $M_r$  de 61.253 MPa y añadiendo 8% del material reciclado el  $M_r$  dio como resultado 72.503 MPa, para los ensayos de compresión, se dio a conocer que con la adición de 3% de material reciclado, los resultados son mejores y más resistentes que los adoquines con adición de 5% y 8% del material reciclado, siendo estos; 326 kg/cm<sup>2</sup> al 3%, 323.7 kg/cm<sup>2</sup> al 5% y 316.9 Kg/cm<sup>2</sup> con el 8% de plástico reciclado, el ultimo valor calculado no cumple lo establecido en la NTP- 399.611. Los resultados obtenidos en esta investigación pudieron determinar que, con la adición de fibra vegetal (bambú), el adoquín también resto notablemente su peso en comparación al adoquín convencional, para los ensayos de compresión, se da a conocer que con la adición del 2% de fibra vegetal, también los resultados son mejores que los adoquines con adición de 0%,0.5%,1% y 1.5% de la fibra, dando como resultados exactos: 82.30 kg/cm<sup>2</sup> al 0%, 82.40 kg/cm<sup>2</sup> al 0.5%, 78.50 kg/cm<sup>2</sup> al 1% y 110.80 kg/cm<sup>2</sup> al 1.5%, a los 14 días, donde los valores calculados no cumplen con lo establecido en la NTC 3829, pero si se puede notar claramente que a mayor adición de fibra de bambú, habrá mayor resistencia a compresión. PAREDES (2017), en su estudio, *uso del bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto*, concluyo que; el método ordenado usado para diseñar la residencia fue un método aporricado,

esto hace más resistente en lo que concierne a fenómenos sísmicos que, cuando son moldeados en el esquema de estudio dinámico y estático, llegando a observar que la residencia si cumple con lo establecido en la norma sismo resistente E.30, complementando así con las características físicas de los tallos de bambú; con los cálculos realizados dio como resultado que se necesitaran 3 guaduas para las vigas principales en uno de los ejes de construcción, en caso de los pilares se obtuvo que en el pedazo más débil de la estructura utilizarían 25 bambús, en este estudio de investigación se pudo comprobar que la planta de bambú no solo puede ser usado estructuralmente como parte de un sistema constructivo para edificaciones, también se comprobó que la fibra que esta planta posee es utilizable como aditivo de distintos materiales para darle una mejor adherencia, homogeneidad y resistencia, como es en un adoquín de arcilla siempre y cuando se utilice los materiales correctos y óptimos, sin olvidar que siempre se debe estar sujetos a las normas que se requiera para poder lograr productos de calidad utilizando todas las partes de esta planta que es el bambú.

## VI. CONCLUSIONES

- 6.1 Al determinar las propiedades físicas y mecánicas de la arcilla, se tiene que, mediante el método de clasificación SUCS y con un índice de plasticidad de 10.17% este material es un CL (arcilla arenosa de baja plasticidad), lo que lo hace un material no apto para la utilización en los adoquines de arcilla, ya que, según el diseño para estudios de resistencia a compresión, no cumple con lo establecido en NTC 3829.
- 6.2 Se determinó las propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú y su uso en el diseño del adoquín de arcilla fue beneficioso con la adición del 2%, haciendo que en el momento del moldeado haya más, homogenización y adherencia entre los materiales para luego ayudar a mejorar la resistencia a compresión con respecto al diseño patrón de este nuevo producto.
- 6.3 Al determinar el diseño de los adoquines de arcilla sin adición y con adición de la fibra de bambú al 0.5%, 1%, 1.5% y 2%, en relación a dosificación y volumen de mezcla, estas fueron realizadas en proporción a la humedad óptima de la arcilla que es el 13.90% y el porcentaje de absorción de la fibra de bambú que es 18.32%, para así poder obtener resultados positivos.
- 6.4 De los resultados se pudo determinar que el diseño óptimo, es el adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú al 2%, utilizando como dosificación: 10 kg de arcilla, 0.2 kg de fibra vegetal (bambú) y 1.5 litros de agua, viéndose los estudios realizados se puede demostrar que, es con esta dosificación y porcentaje de adición de fibra de bambú, donde alcanza la mayor resistencia a la compresión con 115.60 kg/cm<sup>2</sup> a los 14 días, respecto al diseño patrón.
- 6.5 Se determinó el costo unitario de un adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú al 2%, el precio es de 0.77 S/. la unidad y 770 S/. el millar.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 7.1 Se recomienda utilizar un tipo de arcilla diferente con las cuales se hizo los estudios correspondientes en este trabajo de investigación, por la poca resistencia que esta arcilla aporta en la fabricación de los adoquines, no cumplió con los estándares de resistencia a compresión necesaria para que estos puedan ser utilizados en pavimentos articulados de tránsito peatonal y vehicular liviano.
- 7.2 Se puede considerar que el uso de la fibra de bambú aporta mejor resistencia al adoquín hecho de arcilla, viéndose reflejado en los resultados obtenidos mediante los estudios del laboratorio que, a mayor adición de fibra de bambú, va aumentando la resistencia a compresión, de acuerdo al porcentaje en base a masa y volumen.
- 7.3 Según los distintos diseños hechos con distintos porcentajes, se recomienda utilizar la fibra de bambú en la fabricación del adoquín de arcilla, por las propiedades físicas y mecánicas que estas poseen, ya que aportan resistencia a compresión de manera positiva en este nuevo producto.
- 7.4 Para el diseño óptimo de los adoquines de arcilla, se recomienda utilizar el 2% de adición de la fibra vegetal (bambú), por los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos, se pudo constatar que, con la adición de este porcentaje de fibra, es donde se alcanza la mayor resistencia a compresión a los 14 días después del proceso de cocción.
- 7.5 Se recomienda utilizar el material correcto para poder hacer un análisis comparativo entre el precio de un adoquín convencional y un adoquín con adición de fibra de bambú, en este trabajo de investigación el precio unitario de un adoquín con fibra de bambú al 2% es de 0.77 S/.
- 7.6 Se recomienda hacer estudios de resistencia a compresión de los adoquines a los 28 días, para comprobar si la resistencia optima es alcanzada en ese lapso, ya que se pudo verificar que a los 14 días de edad no se alcanzó resistencia requerida en la NTC 3829, para que este nuevo producto pueda ser utilizado como adoquín para tránsito peatonal y vehicular liviano.

## REFERENCIAS

- AENOR. (2017). *Adoquines Cerámicos según la norma UNE-EN 1344*. pág. 4.  
Disponible en: [https://www.aenor.com/Producto\\_DAP\\_pdf/GlobalEPD\\_008\\_003\\_ESP.pdf](https://www.aenor.com/Producto_DAP_pdf/GlobalEPD_008_003_ESP.pdf)
- ARIAS, J., VILLASIS, M. A., & MIRANDA, M. G. (2016). "EL PROTOCOLO DE INVESTIGACIÓN III: la población de estudio" (artículo científico). *Revista Alergia México*, 63, pág. 202.  
Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- BLANCO , E., FAJARDO , J., BALBINO, J., & URBINA , C. (2020). *Estudio de las propiedades a tensión de un material biocompuesto reforzado con haces de fibras cortas de bambú* (artículo científico). pág. 164.  
Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/10121/10685>
- CABEZAS, M. (2014). *Elaboración de un manual de procesos constructivos del adoquinado* (tesis de pregrado). Quito, Ecuador. Disponible en:  
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7225/1/CD-5387.pdf>
- Dávila Angulo, M. A. (2018). *Diseño de un sistema constructivo con Bambusa Vulgaris en un centro comunal múltiple, en la localidad de Shucushyacu -Yurimaguas 2018*. Tarapoto.  
Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/30718>
- DE LUNA BUGALLO, O. (2014). *DESARROLLO DE LA COMUNIDAD DE HUEYTAMALCO PUEBLAMÉXICO A TRAVÉS DEL BAMBÚ COMO MATERIAL INDUSTRIAL*. Nuevo León, México.  
Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/4499/1/1080253699.pdf>
- DIAS, G, ESACALONA, J, HERNANDEZ, J, REQUENA, C (2016). "Método de empleo del bambú como material alternativo para la construcción de viviendas de interés social" (artículo científico) Mérida pág. 8. Disponible en:  
[https://issuu.com/cristalmichellerequenarodriguez/docs/tesis\\_del\\_bambu....docx](https://issuu.com/cristalmichellerequenarodriguez/docs/tesis_del_bambu....docx)

DIAZ, P. (2016). *análisis comparativo: uso de bambú vs. perfiles de acero para cobertura liviana*. Arequipa. Disponible en:  
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3301/ICdivapa03.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DUQUE , G., & ESCOBAR, C. (2016). *Manual de Geología Para Ingenieros*.  
pág. 57.

FERREIRA, F. (2015). "A VIABILIDADE CONSTRUTIVA DO BAMBÚ" (artículo científico).  
pág. 21. Disponible en: [https://issuu.com/fabianafdcarvalho/docs/tfg\\_fabiana\\_carvalho](https://issuu.com/fabianafdcarvalho/docs/tfg_fabiana_carvalho)

GARCIA, R. (2004). *Manual Para el Uso del Adoquín Cerámico* (artículo científico). pág.15.

HERNANDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., & BAPTISTA, P. (2010). "METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN" (artículo científico). pág. 121. Disponible en:  
[https://www.esup.edu.pe/descargas/dep\\_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf](https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf)

HERRERA, R., & ESPINOZA, F. (2009). "ADOQUINES" (artículo científico). pág. 39.

HUANCA, F. (2014). *BAMBU COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION*.

KHOSROW, G., & ALBANISE, M. (2005). Propiedades Físicas e Mecánicas do Colmo Inteiro do Bambú da Espécie Guadua Angustifolia (artículo científico). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, pág.114. Disponible en:  
[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662005000100016&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662005000100016&script=sci_arttext)

LADRILLERA SANTAFÉ. (2016). *MANUAL TECNICO PARA INSTALACION DE PISOS EN ADOQUIN DE ARCILLA* (artículo científico). SANTAFÉ, pág. 6. Disponible en:  
[https://neufert-dn.archdaily.net/uploads/product\\_file/file/67575/Manual\\_de\\_Instalaci%C3%B3n\\_Adoquines\\_Espa%C3%B1ol.pdf](https://neufert-dn.archdaily.net/uploads/product_file/file/67575/Manual_de_Instalaci%C3%B3n_Adoquines_Espa%C3%B1ol.pdf)

LEÓN , R., TORRES , D., CHAPARRO , A., & SANCHEZ , J. (2019). *Physicochemical and mineralogical properties of clays used in* (artículo científico). pág. 99.  
Disponible en:[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532019000200097](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532019000200097)

MALAGÓN, P. Y., SANTOS, J. D., & CORDOBA, E. M. (2009). *CARACTERIZACIÓN DE ARCILLAS Y PREPARACIÓN DE PASTAS CERÁMICAS PARA LA FABRICACIÓN DE TEJAS Y LADRILLOS EN LA REGIÓN DE BARICHARA, SANTANDER* (artículo científico). pág. 2. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49622358006.pdf>

MALPESA, J. (2003). *El Ladrillo Caravista y el Adoquín Cerámico* (artículo científico). pag. 79. Disponible en: <https://docplayer.es/68636418-El-ladrillo-cara-vista-y-el-adoquin-ceramico-jose-malpesa-guerrero.html>

MARTINEZ, J. R. (2016). *Análisis comparativo de la resistencia a compresión entre un adoquín convencional y adoquines preparados con diferentes fibras: sintética (polipropileno), orgánica (estopa de coco), inorgánica (vidrio)*. ECUADOR. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24054/1/Tesis%201054%20-%20Mart%c3%adnez%20Mayancela%20Joffre%20Ren%c3%a9.pdf>

MARTINEZ, S. (2015). "BAMBÚ COMO MATERIAL ESTRUCTURAL: Generalidades, Aplicaciones y Modelización de una Estructura Tipo"(artículo científico). pág. 12. Disponible en:<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%c3%ba%20como%20material%20estructural%3a%20Generalidades%2c%20aplicaciones%20y%20modelizaci%c3%b3n%20de%20una%20est....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MENDOZA, J., & GARZA, J. (2009). La medición en el Proceso de Investigación Científica. En *Evaluación de validez de contenido y confiabilidad* (pág. 17;18). Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/12508/1/A2.pdf>

MENDOZA, J., & GARZA, J. (2009). La medición en el proceso de investigación científica. En *Evaluación de validez de contenido confiabilidad* (pág. 21). México. Disponible en: <http://eprints.uanl.mx/12508/1/A2.pdf>

MEZA, Y. (2017). propiedades físico – mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el centro comercial tambo plaza, lurín – 2017. Lurin. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26903/Meza\\_DY.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26903/Meza_DY.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. (2012). *NORMA TECNICA E.100 BAMBU* . PERÚ. Disponible en:

<http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/TOTAL/15.%20Norma%20E.100%20Bamb%C3%BA.pdf>

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO . (2010). *Norma CE.010. PERU*. Disponible en:

[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma\\_010\\_%20pavimentos\\_urbanos.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf)

MINKE, G. (2010). *Manual de construccion con Bambú*. Cali-Colombia.

Disponible en: [https://issuu.com/permatree/docs/manual\\_de\\_construccion\\_con\\_bamboo/49](https://issuu.com/permatree/docs/manual_de_construccion_con_bamboo/49)

MONTEJO, A. (2002). *INGENIERIA DE PAVIMENTOS*

(artículo científico). pág. 63.

Disponible en: <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieria-de-pavimentos-para-carreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>

MOSTIGA, R., CANO, B., QUISPE, L., & MOSTIGA M, M. (2019). *Análisis morfológico y molecular de especies de bambú del género Guadua (Poaceae: Bambusoideae) procedentes de las regiones San Martín y Cajamarca, Perú* (artículo científico). pág. 84.

Disponible en:

<http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/486/615>

NTC 3829. (28 de Setiembre de 2017). *PORTAL KUPDF*.

Disponible en: [https://kupdf.net/download/ntc-3829-adoquin-de-arcilla-para-transito-peatonal-y-vehicular-liviano\\_59cbf5d708bbc59540686fe5\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntc-3829-adoquin-de-arcilla-para-transito-peatonal-y-vehicular-liviano_59cbf5d708bbc59540686fe5_pdf)

ORTIZ, G. (2017). *El Bamnú Como Agente de Cambio*

(artículo científico). pág. 6;7.

Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/154933727.pdf>

PAREDES, V. (2017). *uso del bambú como material estructural caso vivienda ecológica en Tarapoto – 2017*. Tarapoto. Disponible en:

[http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/20063/Paredes\\_AVH.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/20063/Paredes_AVH.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

RAMIREZ, F. H., & ZWERG, A. M. (2012). *"METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION: mas que una receta"* (artículo científico). pág. 107.

Disponible en: <http://Dialnet-MetodologiaDeLaInvestigacion-4044261.pdf>



RIVVA, E. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos E.I.R.L.

Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/306087568/Tecnologia-Del-Concreto-Flavio-Abanto>

RUSCH, F., HILLIG, E., & TREVISAN, R. (2020). Propriedades físicas e mecânicas de hastes adultas de diferentes espécies dbambu: uma revisão (artículo científico). pág. 3.

Disponible en:

<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9407/7934>

SANCHEZ , M. (2013). "Poblacion y muestra" (artículo científico). pág 1;2.

SENSICO. (2003). *Reglamento Nacional de Edificaciones NORMA CE.010*.

SOLER, P. (2017). Uso Del BAMBÚ en la Arquitectura Contemporánea (Artículo Científico). pág. 57.

SOTO, J. G. (2017). *Elaboración De Adoquines Cerámicos Con El Uso De Puzolanas, Aserrín Y Relave Minero De Ticapampa, Recuay - Ancash*". Ancahs.

TELLO, J. (2013). *RESISTENCIA A LA COMPRESION*.

TOIRAC, J. (2012). Caracterización Granulométrica de las Plantas Productoras de Arena en la República Dominicana, su Impacto en la Calidad y Costos del Hormigón (artículo científico). pág. 297.

Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/870/87024622003.pdf>

TORRES, B. (2019). *El Bambú Como Alternativa de Construcción Sostenible* (artículo científico). pág. 393.

Disponible en: <https://revistas.unne.edu.ar/index.php/eitt/article/view/3787>

TORRES, J. (2012). *El bambú en la construcción*.

Disponible en: <https://issuu.com/evidally/docs/guadua>

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 01**

**CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable independiente	Los adoquines son elementos macizos, con paredes verticales rectas, usados en pavimentos. Fabricados mediante modelado, secado y cocción, a una temperatura idónea, los cuales deben encajar de forma perfecta unos contra otros para así formar una capa de rodadura por la cual puedan transitar personas, animales o vehículos (LADRILLERA SANTAFÉ. 2016).	Para el diseño de adoquines de arcilla con adición de fibras de bambú. Se utilizará una mezcla homogénea de arcilla. Fibra de bambú a las proporciones de 0.5%, 1%,1.5% Y 2%. Luego se procederá a su elaboración en un molde de 20x10x6 cm.	Propiedades físicas y mecánicas de los materiales.	Granulometría, limite líquido, limite plástico, contenido de Humedad	Intervalo
	El bambú es un material sin mucho peso por la forma circular y las secciones huecas que posee.		Propiedades físicas y mecánicas de la fibra de bambú.	Peso específico	Intervalo
	Por sus características físicas lo convierten en un material fuerte y así mismo elástico, es sismo resistente y muy confiable, que puede curvarse sin sufrir rupturas y que puede ser utilizado en todo tipo de funciones estructurales (HUANCA,2014)		Diseño con adición de fibra a porcentajes de 0.5%,1%,1.5% y 5%	Absorción.	Intervalo
Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú			Diseño óptimo de mezcla	Temperatura, dosificación de materiales.	intervalo
Variable dependiente	Es la relación entre la carga de rotura a compresión de un adoquín y su sección (NORMA TECNICA PERUANA NTP 399.611)	Para mejorar la resistencia a la compresión se adicionará la fibra de bambú	Costos	costo unitario	Intervalo
Resistencia a la Compresión					

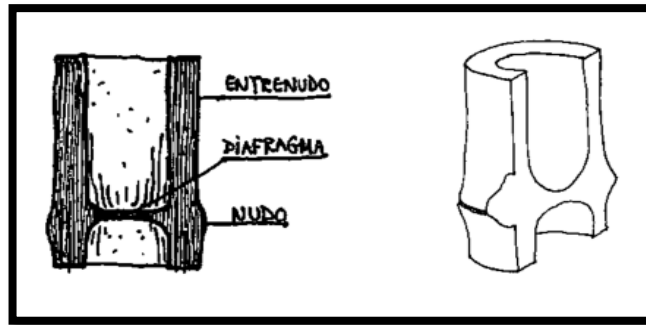
**ANEXO Nº 02**

**CUADRO DE TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE  
RECOLECCIÓN DE DATOS**

<b>TÉCNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>	<b>FUENTE</b>
		N.T.P.339.127
Ensayo de clasificación y de las propiedades del suelo	Ficha de registro de datos sobre la clasificación y propiedades físicas del suelo	N.T.P.339.128 N.T.P.339.129
		N.T.P.339.131
Ensayo de las propiedades físico-químicos de la fibra vegetal	Ficha de registro de datos sobre las propiedades físico-químicos de la fibra de bambú	N.T.E.100
Ensayo de resistencia a la compresión del adoquín de arcilla	Ficha de registro de datos sobre la resistencia del esfuerzo a compresión del adoquín de arcilla	N.T.C.3829 N.T.P.399.611

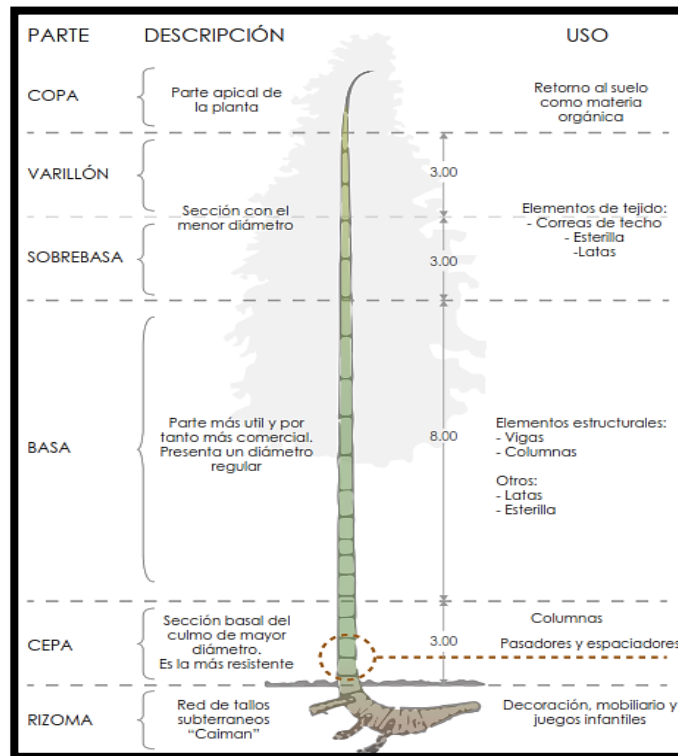
**ANEXO N° 03**  
IMÁGENES Y CUADROS DEL PROYECTO DE  
INVESTIGACIÓN

Sección de un culmo de bambú



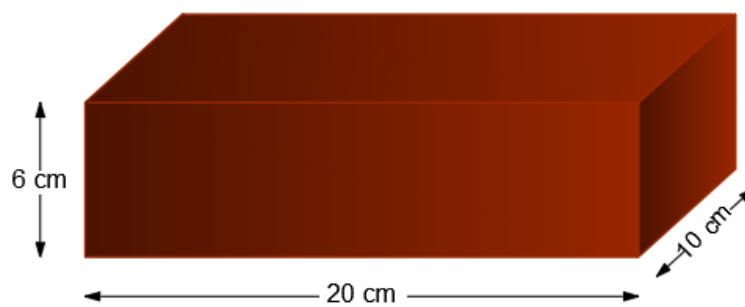
Fuente: Guillermo Ortiz García

Partes y usos del bambú



Fuente: Elaborada con información de: Minke G. (2010). Manual de construcción con Bambú

Adoquín de arcilla



Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 1:** Adoquines – Requisitos NTP 399.611

<b>TIPO</b>	<b>USO</b>
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

**Fuente:** (SENSICO)

**Tabla 2:** Valores promedios para el bambú

<b>Propiedades físicas</b>				
Edad (meses)	Humedad %	Peso específico básico p. seco/v. verde kg/cm <sup>3</sup>	Peso unitario verde	Peso unitario seco kg/cm <sup>3</sup>
12	74	0.55	0	1
24	62	0.57	0	1
36	103	0.47	0	1
48	123	0.44	0	1

**Fuente:** Huanca

**Tabla 3:** Características mecánicas del bambú

<b>MATERIAL</b>	<b>RESISTENCIA DE DISEÑO (R). (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>MASA POR VOLUMEN (M). (Kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>RELACION DE RESISTENCIA (R/M)</b>	<b>MÓDULO DE ELASTICIDAD (E) (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>RELACION DE RIGIDEZ (E/M)</b>
CONCRETO	82	2400	0.032	127400	53
ACERO	1630	7800	0.209	2140000	274
MADERA	76	600	0.127	112000	187
BAMBÚ	102	600	0.17	203900	340

**Fuente:** (BAMBUTERRA)

**Tabla 4: Esfuerzos admisibles**

<b>FLEXION (fm)</b>	<b>TRACCION PARALELA (ft)</b>	<b>COMPRESION PARALELA (fc)</b>	<b>CORTE (fv)</b>	<b>COMPRESION PERPENDICULA R (f'cl)</b>
5 MPa (250 Kg/cm2)	5 MPa (250 Kg/cm2)	5 MPa (250 Kg/cm2)	5 MPa (250 Kg/cm2)	5 MPa (250 Kg/cm2)

**Fuente:** Norma Técnica E.100 BAMBÚ, 2012

<b>Adición de fibra de bambú</b>	<b>Medición</b>		<b>Parcial</b>
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	
0%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
0.5%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
1%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
1.5%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
2%	5 unid.	5 unid.	10 unid.
	Total		50 unidades

**Fuente:** Elaboración del tesista.

**ANEXO N° 04**

ENSAYO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS  
DE LA ARCILLA



C. (51) 998 096 480 - 981 483 150  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D 422

PROYECTO : "Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"

N° REGISTRO : 001

CIUDAD : LAMAS

TÉCNICO : S.R.V

MATERIAL : ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA

ING° RESP. : V.A.CH.G

CALICATA : N°04

FECHA : 05/11/2020

MUESTRA : M-1

HECHO POR : E.V.C

PROFUND. :

DEL KM :

CANTERA : LAGARTOCOCHA

AL KM :

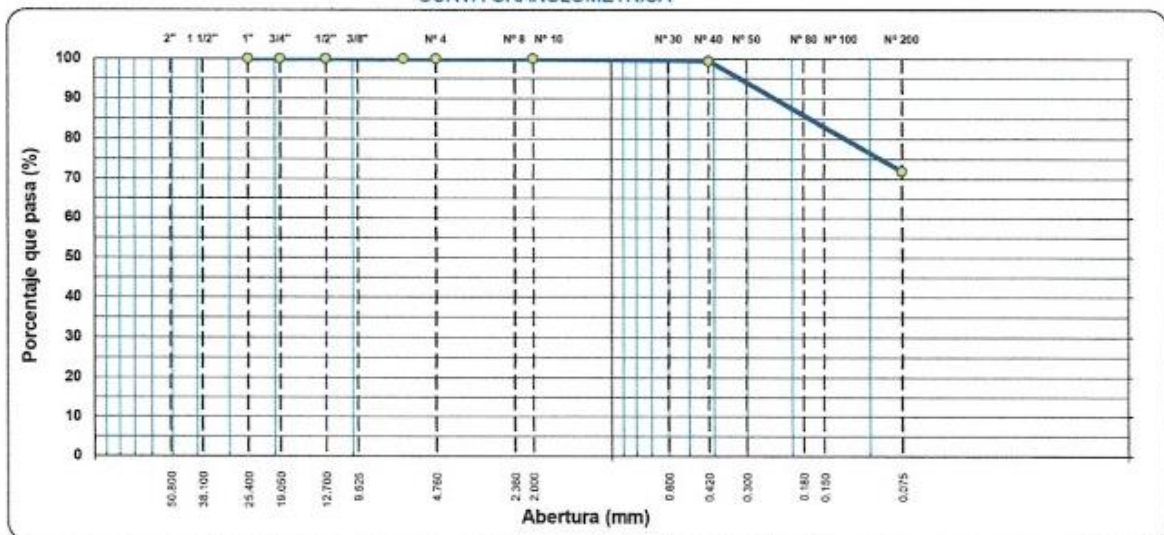
SECTOR :

CARRIL :

UBICACIÓN : EN LABORATORIO

TAMIZ	ABERT. mm	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
3"	76 200						PESO TOTAL	=	600.0	gr			
2 1/2"							PESO LAVADO	=	168.4	gr			
2"	50 800						PESO FINO	=	600.0	gr			
1 1/2"	38 100						LÍMITE LÍQUIDO	=	24.60	%			
1"	25 400						LÍMITE PLÁSTICO	=	14.43	%			
3/4"	19 050						ÍNDICE PLÁSTICO	=	10.17	%			
1/2"	12 700						CLASF. AASHTO	=	A-4	(7)			
3/8"	9 525						CLASF. SUCCS	=	CL				
1/4"	6 350						Ensayo Malla #200		P.S.Seco	P.S.Lavado	% 200		
# 4	4 760								600.0	168.4	71.9		
# 8	2 360						% Grava	=		%			
# 10	2 000						% Arena	=		%			
# 30	0 600				100.0		% Fino	=		%			
# 40	0 420	3.4	0.6	0.6	99.4		% HUMEDAD		P.S.H.	P.S.S	% Humedad		
# 50	0 300												
# 80	0 180						OBSERVACIONES:						
# 100	0 150	92.5	15.4	16.0	84.0								
# 200	0 075	72.5	12.1	28.1	71.9								
< # 200	FONDO	431.6	71.9	100.0	0.0								
FINO		600.0					Coef. Uniformidad		-		Índice de Consistencia		
TOTAL		600.0					Coef. Curvatura		-		1.0		
Descripción suelo: Arcilla de baja plasticidad con arena							Pot. de Expansión		Bajo		Compacto		

### CURVA GRANULOMÉTRICA



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159861



C. (51) 998 096 480 - 981 483 150  
@.jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE HUMEDAD NATURAL**

ASTM C 566

OBRA	: "Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"	N° REGISTRO	001
CIUDAD	: LAMAS	TÉCNICO	S.R.V
MATERIAL	: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	ING. RESP.	V.A.CH.G
CALICATA	: N°04	FECHA	05/11/2020
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	E.V.C
PROFUND	: 0	DEL KM	
LADO	: LAGARTOCHOCHA	AL KM	
SECTOR	: 0	CARRIL	
UBICACIÓN	: EN LABORATORIO		

**DATOS DE LA MUESTRA**

NUMERO TARA	17	18		
PESO DE LA TARA (grs)	121	130		
PESO DEL SUELO HUMEDO + PESO DE LA TARA (grs)	1500	1510		
PESO DEL SUELO SECO + PESO DE LA TARA (grs)	1370	1383		
PESO DEL AGUA (grs)	130.00	127.00		
PESO DEL SUELO SECO (grs)	1249.00	1253.00		
% DE HUMEDAD	10.41	10.14		
PROMEDIO % DE HUMEDAD			10.3	

OBSERVACIONES:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

+



*V.A.*  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 159861

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**LÍMITES DE ATTERBERG**  
ASTM D 4318

OBRA	: "Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: LAMAS	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	ING° RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°04	FECHA	: 05/11/2020
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: E.V.C
PROFUND.	:	DEL KM	:
LADO	: LAGARTOCOCHA	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	: EN LABORATORIO		

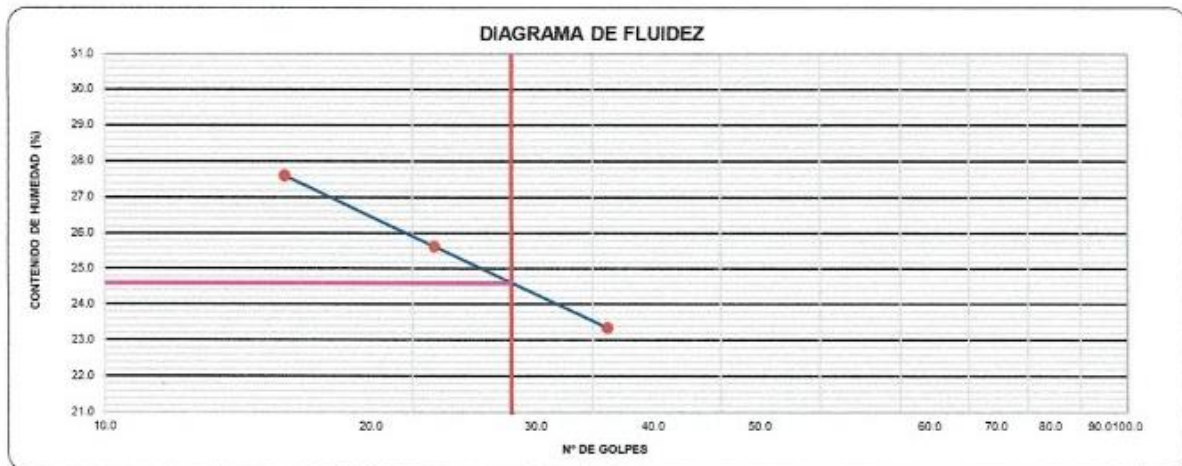
**LÍMITE LÍQUIDO**

N° TARRO	6	9	8
TARRO + SUELO HÚMEDO	27.50	29.30	31.50
TARRO + SUELO SECO	25.40	26.75	26.32
AGUA	2.10	2.55	3.18
PESO DEL TARRO	16.40	16.80	16.80
PESO DEL SUELO SECO	9.00	9.95	11.52
% DE HUMEDAD	23.33	25.63	27.60
N° DE GOLPES	31	21	15

**LÍMITE PLÁSTICO**

N° TARRO	29	10
TARRO + SUELO HÚMEDO	22.10	21.60
TARRO + SUELO SECO	21.40	20.95
AGUA	0.70	0.65
PESO DEL TARRO	16.60	16.40
PESO DEL SUELO SECO	4.80	4.55
% DE HUMEDAD	14.56	14.29

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ**



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	24.60
LÍMITE PLÁSTICO	14.43
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.17

OBSERVACIONES



*V.A.C.*  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 159861



C. (51) 998 096 480 - 981 483 150  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

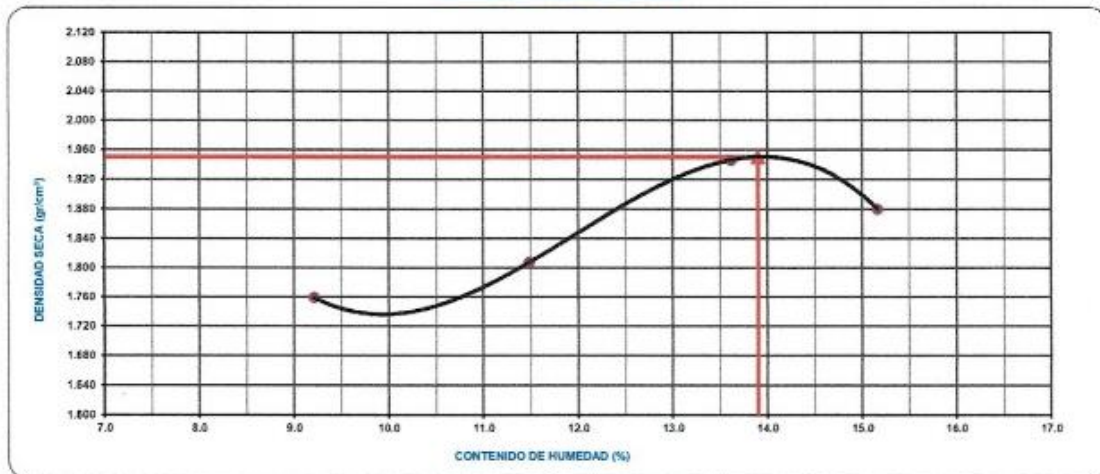
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO PRÓCTOR MODIFICADO  
 ASTM D 1557

OBRA	: "Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"	N° REGISTRO	: 001
CIUDAD	: LAMAS	TÉCNICO	: S.R.V
MATERIAL	: ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD CON ARENA	ING. RESP.	: V.A.CH.G
CALICATA	: N°04	FECHA	: 05/11/2020
MUESTRA	: M-1	HECHO POR	: E.V.C
PROFUND.	: 0	DEL KM	:
SOLICITANTE	:	AL KM	:
SECTOR	:	CARRIL	:
UBICACIÓN	:		

COMPACTACIÓN					
MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	"A"			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	:	25			
NUMERO DE CAPAS	:	5			
NUMERO DE ENSAYO	1	2	3	4	
PESO (SUELO + MOLDE) (gr)	5501	5591	5711	5668	
PESO DE MOLDE (gr)	3655	3655	3655	3655	
PESO SUELO HUMEDO (gr)	1846	1936	2056	2013	
VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	961	961	930	930	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.921	2.015	2.211	2.165	
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.759	1.807	1.946	1.880	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	s/n	s/n	s/n	s/n	
PESO (SUELO HUMEDO + TARA) (gr)	199.20	200.00	205.30	148.10	
PESO (SUELO SECO + TARA) (gr)	182.40	179.40	180.70	128.60	
PESO DE LA TARA (gr)					
PESO DE AGUA (gr)	16.80	20.60	24.60	19.50	
PESO DE SUELO SECO (gr)	182.40	179.40	180.70	128.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.21	11.48	13.61	15.16	
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.950		ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		13.90

CURVA DE COMPACTACIÓN



*V.A.C.H.G.*  
 Victor Aaron Chung Garazatua  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159861

**ANEXO N° 05**

ENSAYO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS  
DE LA FIBRA DE BAMBÚ





C. (51) 998 096 480 - 981 483 150  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

### ENSAYOS DE PESO ESPECIFICO

OBRA :	"Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"	TÉCNICO :	S.R.V
CIUDAD :	LAMAS	ING° RESP. :	V.A.CH.G
MATERIAL :	FIBRA DE BAMBU	FECHA :	05/11/2020
CALICATA :		HECHO POR :	E.V.C
MUESTRA :	M-1	DEL KM :	
PROFUND. :		AL KM :	
CANTERA :			
SECTOR :			
UBICACIÓN :			

Peso del Material Secado al Aire (P)	72.4	72.4	72.4	1.341
Peso Frasco + Agua (PO)	1549.4	1621.8	54.0	
Peso Frasco + Agua + Material (PS)	1567.8			

$$\frac{P}{(P+PO) - (PS)}$$

OBSERVACIONES:



*Victor*  
Victor Aaron Chung Garazatua  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 159861



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
@. jhcdcontratistas@gmail.com  
D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS

### ABSORCIÓN

ASTM C 127

#### LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS Y CONCRETO

OBRA :	"Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"	N° REGISTRO :	001
LOCALIDAD :	LAMAS	TÉCNICO :	S.R.V
MATERIAL :	FIBRA DE BAMBU	ING° RESP. :	V.A.C.H.G
CALICATA :		FECHA :	05/11/2020
MUESTRA :	M-1	HECHO POR :	E.V.C
ACÓPIO :		DEL KM :	
CANTERA :		AL KM :	
UBICACIÓN :		CARRIL :	

#### DATOS DE LA MUESTRA

##### AGREGADO GRUESO

A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	54.3	54.2		
D	Peso material seco en estufa ( 105 °C ) (gr)	45.8	45.9		
	% de absorción = $( ( A - D ) / D * 100 )$	18.559	18.083		18.32

OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---



*Victor Aaron Chung Garazatu*  
Victor Aaron Chung Garazatu  
INGENIERO CIVIL  
REG. CIP N° 159851

## **ANEXO Nº 06**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOQUÍN DE  
ARCILLA SIN ADICIÓN Y CON ADICIÓN DE LA FIBRA DE  
BAMBÚ AL 0.5%, 1%, 1.5% Y 2% A LOS 7 DÍAS.



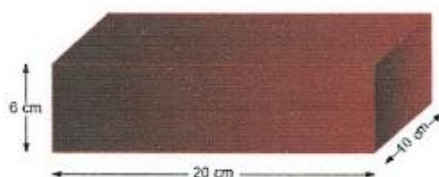
C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**RESISTENCIA A LA COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA  
 NORMA NTP 399.611/ NTC 3829**

OBRA	: "Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: LAMAS	TECNICO	: S.R.V
MATERIAL	: ADOQUIN DE ARCILLA CONVENCIONAL Y ADOQUIN DE ARCILLA CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU	ING° RESP.	: V.A.C.G
FECHA DE FABRICACION	: 07/11/2020	HECHO POR	: J.R.L
TEMPERATURA AMBIENTE	: 30°C		
TEMPERATURA ADOQUIN	: 25°C		
MEZCLA	: DISEÑO		
UBICACIÓN	: LABORATORIO		

- I ) OBJETO : Determinación de la Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería.  
 II ) DE LA MUESTRA : ADOQUIN DE ARCILLA CONVENCIONAL Y ADOQUIN DE ARCILLA CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU



- III ) DEL ENSAYO : De acuerdo a la Norma NTP 399.611

IV ) DE LOS RESULTADOS

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( m )			FECHA		EDAD DIAS	Area Bruta ( cm² )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm² )
	Largo	Ancho	Altura	FABRICACION	ENSAYO				
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	9,510	47.6
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	19.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	190.0	9,625	50.7
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	20.00	10.10	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	202.0	9,570	47.4
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	9,630	48.2
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	9,640	48.2
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	8,720	43.6
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	9.90	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	198.0	8,740	44.1
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	8,820	44.1
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	8,790	44.0
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	8,870	44.4



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
 Victor Aaron Chung Garazatua  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159861



C. (51) 956 217 383 – 939 175 583  
 @. jhcdcontratistas@bamwi.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA  
 NORMA NTP 399.611/ NTC 3829**

OBRA	"Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"								N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	LAMAS								TECNICO	: S.R.V
MATERIAL	ADOQUIN DE ARCILLA CONVENCIONAL Y ADOQUIN DE ARCILLA CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU								ING° RESP.	: V.A.C.G
FECHA DE FABRICACION	07/11/2020								HECHO POR	: J.R.L
TEMPERATURA AMBIENTE	30°C									
TEMPERATURA ADOQUIN	25°C									
MEZCLA	DISEÑO									
UBICACIÓN	LABORATORIO									
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	7,700	38.5	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	7,710	38.6	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	7,720	38.6	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	7,740	38.7	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	7,750	38.8	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	14,050	70.3	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	14,060	70.3	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	14,090	70.5	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	14,040	70.2	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	14,070	70.4	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	15,020	75.1	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	14,580	72.9	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	15,000	75.0	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	9.90	6.00	07/11/2020	14/11/2020	7.0	198.0	14,980	75.7	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	5.90	07/11/2020	14/11/2020	7.0	200.0	15,010	75.1	



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159851

## **ANEXO Nº 07**

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL ADOQUÍN DE  
ARCILLA SIN ADICIÓN Y CON ADICIÓN DE LA FIBRA DE  
BAMBÚ AL 0.5%, 1%, 1.5% Y 2% A LOS 14 DÍAS.



C. (51) 956 217 383 – 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

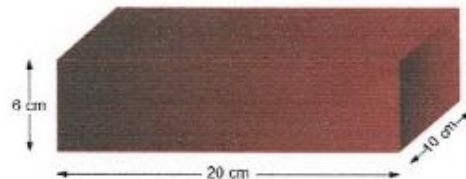
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA  
 NORMA NTP 399 611/ NTC 3829**

OBRA	: "Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"	N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD	: LAMAS	TECNICO	: S.R.V
MATERIAL	: ADOQUIN DE ARCILLA CONVENCIONAL Y ADOQUIN DE ARCILLA CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU	ING° RESP.	: V.A.C.G
FECHA DE FABRICACION	: 07/11/2020	HECHO POR	: J.R.L
TEMPERATURA AMBIENTE	: 30°C		
TEMPERATURA ADOQUIN	: 25°C		
MEZCLA	: DISEÑO		
UBICACIÓN	: LABORATORIO		

I ) OBJETO : Determinación de la Resistencia a la Compresión en Unidades de Albañilería.

II ) DE LA MUESTRA : ADOQUIN DE ARCILLA CONVENCIONAL Y ADOQUIN DE ARCILLA CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU



III ) DEL ENSAYO : De acuerdo a la Norma NTP 399.611

IV ) DE LOS RESULTADOS

Identificación de la Muestra	Dimensiones ( m )			FECHA		EDAD DIAS	Area Bruta ( cm² )	Carga de Rotura ( Kg )	Resistencia a la Compresión ( Kg/cm² )
	Largo	Ancho	Altura	FABRICACION	ENSAYO				
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	19.90	10.00	5.90	07/11/2020	21/11/2020	14.0	199.0	16,510	83.0
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	20.00	10.10	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	202.0	16,520	81.8
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	19.90	10.10	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	201.0	16,525	82.2
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	20.00	10.00	6.10	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	16,510	82.6
SIN ADICION DE FIBRA DE BAMBU	20.00	10.10	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	202.0	16,530	81.8
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.10	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	201.0	16,450	81.8
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	9.90	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	198.0	16,440	83.0
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	19.90	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	199.0	16,470	82.8
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	16,430	82.2
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 0.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	16,460	82.3



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP N° 159861



C. (51) 956 217 383 - 939 175 863  
 @. jhcdcontratistas@gmail.com  
 D. Jr. Miraflores N° 488 - La Banda de Shilcayo

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ,CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA  
 NORMA NTP 399.611/ NTC 3829**

OBRA		"Diseño de adoquines de arcilla, con adición de fibras de bambú para mejorar la resistencia a la compresión, Lamas 2020"							N° REGISTRO	: 001
LOCALIDAD		LAMAS							TECNICO	: S.R.V
MATERIAL		ADOQUIN DE ARCILLA CONVENCIONAL Y ADOQUIN DE ARCILLA CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU							ING° RESP.	: V.A.C.G
FECHA DE FABRICACION		07/11/2020							HECHO POR	: J.R.L
TEMPERATURA AMBIENTE		30°C								
TEMPERATURA ADOQUIN		25°C								
MEZCLA		DISEÑO								
UBICACIÓN		LABORATORIO								
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	15,710	78.6	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	15,700	78.5	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	15,680	78.4	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	15,710	78.6	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	15,690	78.5	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	22,168	110.8	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	22,160	110.8	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	22,190	111.0	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	22,140	110.7	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 1.5%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	22,170	110.9	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	23,040	115.2	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	23,080	115.4	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	23,070	115.4	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	9.90	6.00	07/11/2020	21/11/2020	14.0	198.0	23,080	116.6	
CON ADICION DE FIBRA DE BAMBU 2.0%	20.00	10.00	5.90	07/11/2020	21/11/2020	14.0	200.0	23,090	115.5	



*Victor Aaron Chung Garazatua*  
**Victor Aaron Chung Garazatua**  
**INGENIERO CIVIL**  
**REG. CIP N° 159861**



**ANEXO N° 08**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



**Figura 01.** Cantera Lagartococha



**Figura 02.** Extracción de la arcilla.

**Figura 03.** Jr. Las Flores C-2 sector coperoholta.



**Figura 04.** Extracción del bambú.



**Figura 05.** Extracción de la fibra de bambú.

**Figura 06.** Fibra de bambú.



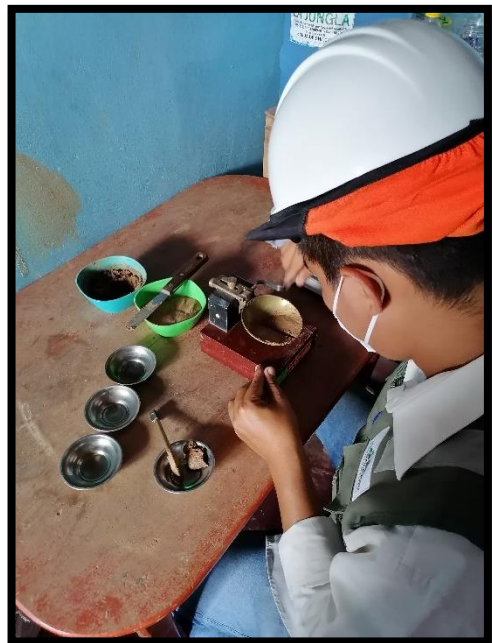


**Figura 07.** Secado de material para estudio granulométrico.



**Figura 08.** Tamizado de muestra para clasificación de suelo.

**Figura 09.** Ensayo límite líquido en Copa de Casagrande.



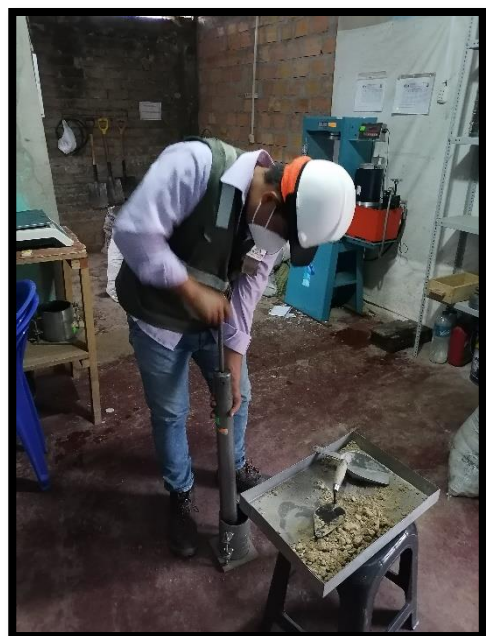


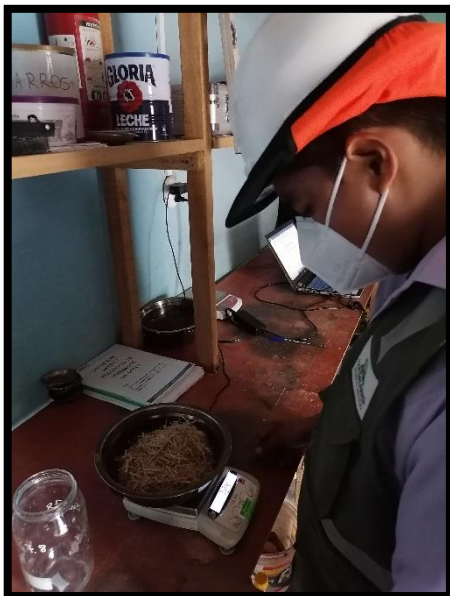
**Figura 10.** Utilización de Horno eléctrico para límite plástico.



**Figura 11.** Adición de agua a muestra para ensayo de proctor.

**Figura 12.** Ensayo de Proctor.





**Figura 13.** Estudio de la fibra.



**Figura 14.** Estudio de absorción de la fibra.

**Figura 15.** Obtención de datos de la fibra.





**Figura 16.** Preparación de mezcla para diseño de adoquín.



**Figura 17.** Adición de agua a una humedad óptima.



**Figura 18.** Amasado y modelado de la arcilla.



**Figura 19.** Proceso de moldeo del adoquín.



**Figura 20.** Proceso de desmolde del adoquín.





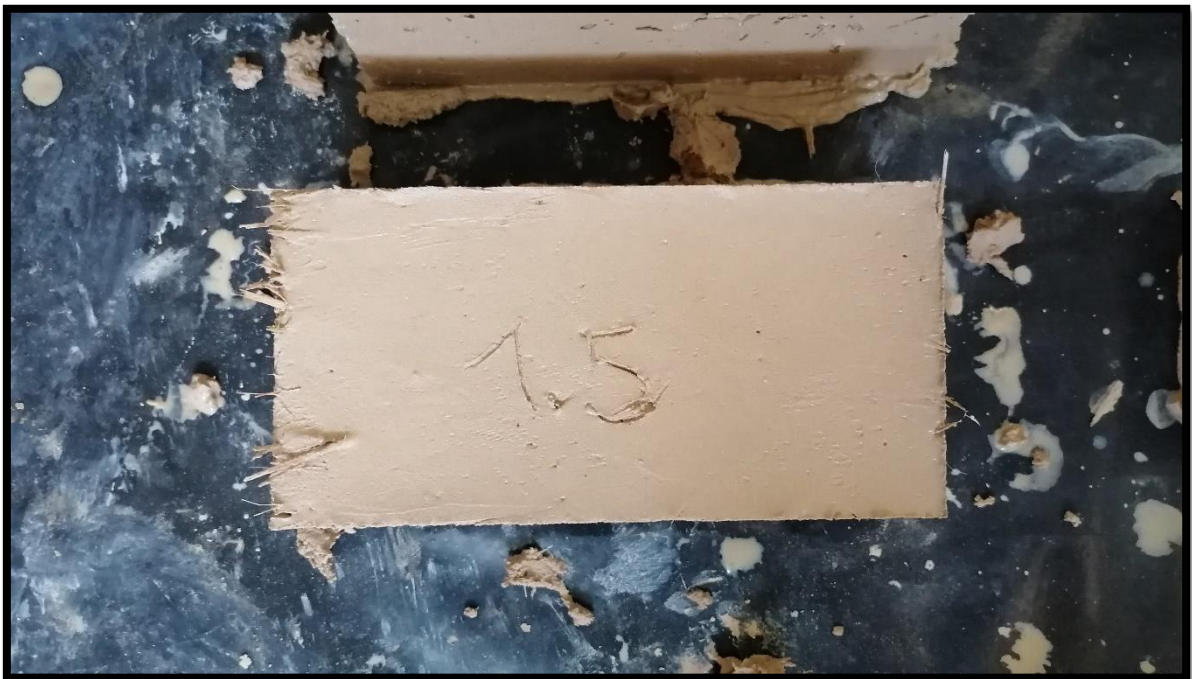
**Figura 21.** Adición de fibra de bambú a la mezcla para homogenizar los materiales.

**Figura 22.** Amasado para homogenización de la fibra de bambú y la arcilla.





**Figura 23.** Fabricación de los adoquines sin adición y con adición de fibra de bambú.



**Figura 24.** Adoquín de arcilla con adición de fibra de bambú.



**Figura 25.** Adoquines de arcilla listos para proceso de secado.



**Figura 26.** Secado de adoquín de arcilla sin adición y con adición de la fibra de bambú a temperatura ambiente.



**Figura 27.** Adoquines sin humedad y listos para proceso de cocción.



**Figura 28.** Cocción de los adoquines de arcilla.



**Figura 29.** Adoquines de arcilla sometido a cocción por un tiempo de 4 horas.



**Figura 30.** Apilado de los adoquines para enfriamiento a temperatura ambiente.



**Figura 31.** Pesado de muestras antes de ser sometidos a estudios de resistencia.



**Figura 32.** Muestras de adoquines de arcilla cocida sin adición y con adición de fibra de bambú, listos para ser sometidos a estudios de resistencia a compresión.



**Figura 33.** Resistencia a compresión.  
Muestra patrón 7 días.



**Figura 34.** Resistencia a compresión  
Muestra patrón 14 días.



**Figura 35.** Resultado de resistencia a compresión del adoquín de arcilla.



**Figura 36.** El adocquín de arcilla con adición de fibra de bambú después de ser sometido a la prueba de resistencia a compresión.