

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA
CON ADICIÓN DE ICHU (Stipa ichu).”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Bach. Elmer Orlando Limay Campos
Bach. Hever Ubaldo Vásquez Caruajulca

Asesor:

M.Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán

Cajamarca - Perú

2019



DEDICATORIA

Dedicado a mis padres Dalila Campos y Germán Limay, por su apoyo constante y su perseverancia en la culminación de mi carrera profesional y por inculcarme sus valores y hacer de mí una persona de bien.

Dedicado a toda mi familia en especial a mis padres Eladio Vásquez Vitón y Luz Delia Caruajulca Caruajulca quienes con mucho amor y sacrificio hicieron de mí una persona profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todos los docentes de la Universidad Privada del Norte, por brindarnos sus conocimientos científicos y humanísticos; formándonos con principios, valores y conocimiento y así poder desempeñarnos como futuros profesionales.

Así mismo a todos los compañeros de la carrera de Ingeniería Civil, por su apoyo en los diferentes cursos y el compañerismo compartido durante el desarrollo de la carrera.

A nuestro Asesor M.Cs. Ing. Erlyn Giordany Salazar Huamán, por el apoyo para el desarrollo de la presente tesis de investigación, por ser un buen profesional y por tener paciencia con nosotros.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	12
1.2. Formulación del problema	22
1.3. Objetivos	22
1.4. Hipótesis	23
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	24
2.1. Materiales, instrumentos y métodos	24
2.2. Población y muestra	26
2.3. Procedimiento	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS	48
3.1 Ensayos para determinar las propiedades físicas de la arcilla.....	48
3.2 Ensayos clasificatorios de las unidades de albañilería.....	52
3.3 Ensayos no clasificatorios de las unidades de albañilería.....	54
3.4 Ensayos de resistencia a la compresión de ladrillos artesanales.....	55
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	59
4.1 Discusión	59
4.2 Conclusiones.....	61
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Normas Técnicas Peruanas.	15
Tabla N° 2. Clase de unidades de albañilería para finas estructurales	21
Tabla N° 3. Número total de muestras para cada ensayo	26
Tabla N° 5. Dosificación para 10 unidades de ladrillo.....	41
Tabla N° 6. Dosificación por unidad de ladrillo para cada tratamiento.	41
Tabla N° 7. Dosificación para 50 unidades de ladrillo para cada tratamiento.....	41
Tabla N° 8. Contenido de humedad.....	48
Tabla N° 9. Límite líquido.....	48
Tabla N° 10. Límite plástico.....	49
Tabla N° 11. Índice de plasticidad.....	50
Tabla N° 12. Análisis granulométrico (peso de la muestra 200 gramos).	51
Tabla N° 13. Cálculo de la variación dimensional - Patrón.	52
Tabla N° 14. Cálculo de la variación dimensional - con 5% de Ichu.	52
Tabla N° 15. Cálculo de la variación dimensional - con 10% de Ichu.	52
Tabla N° 16 .Cálculo de la variación dimensional - con 15% de Ichu.	53
Tabla N° 17 .Cálculo de la variación dimensional - con 20% de Ichu.	53
Tabla N° 18. Resultado de las medidas de alabeo en las unidades de albañilería.	53
Tabla N° 19. Resultado de la absorción promedio en ladrillos de arcilla.....	54
Tabla N° 20. Resultado de la succión en la muestra patrón.	54
Tabla N° 21. Resultado de la succión con la incorporación de Ichu.	54
Tabla N° 22. Resultado de la resistencia a compresión - Patrón.	55
Tabla N° 23. Resultado de la resistencia a compresión con 5% de Ichu.	55
Tabla N° 24. Resultado de la resistencia a compresión con 10% de Ichu.	56
Tabla N° 25. Resultado de la resistencia a compresión con 15% de Ichu.	56
Tabla N° 26. Resultado de la resistencia a compresión con 20% de Ichu.	57
Tabla N° 27. Resultado del incremento de la resistencia a compresión en porcentaje (%) de las muestras en estudio.	57
Tabla N° 28. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P ₁).	73
Tabla N° 29. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P ₂).	74
Tabla N° 30. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P ₃).	75
Tabla N° 31. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P ₄).	76
Tabla N° 32. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - patrón (P ₅).	77

Tabla N° 33. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T ₁)	78
Tabla N° 34. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T ₂)	79
Tabla N° 35. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T ₃).	80
Tabla N° 36. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T ₄).	81
Tabla N° 37. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T ₅).	82
Tabla N° 38. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T ₁).	83
Tabla N° 39. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T ₂).	84
Tabla N° 40. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T ₃).	85
Tabla N° 41. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T ₄).	86
Tabla N° 42. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T ₅).	87
Tabla N° 43. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T ₁).	88
Tabla N° 44. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T ₂).	90
Tabla N° 45. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T ₃).	91
Tabla N° 46. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T ₄).	93
Tabla N° 47. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T ₅).	94
Tabla N° 48. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T ₁).	96
Tabla N° 49. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T ₂).	97
Tabla N° 50. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T ₃).	98
Tabla N° 51. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T ₄).	99
Tabla N° 52. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T ₅).	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Diagrama de fabricación de unidades de arcilla de manera artesanal en Santa Bárbara Cajamarca.....	17
Figura N° 2. Planta de Ichu (<i>Stipa ichu</i>).....	22
Figura N° 3. Ubicación de la cantera Limay ubicada en Quinrayquero.....	32
Figura N° 4. Plantas de Ichu utilizadas en la fabricación de ladrillo.....	33
Figura N° 5. Gabera utilizada para la fabricación de los ladrillos.....	33
Figura N° 6. Maquina moledora del crudo.....	34
Figura N° 7. Moldeado de los ladrillos.....	35
Figura N° 8. Secado de los ladrillos.....	36
Figura N° 9. Cargado del horno con ladrillo para el quemado.....	36
Figura N° 10. Ubicación de ladrillos al interior del horno.....	37
Figura N° 11. Flujograma del proceso de fabricación de ladrillo artesanal de arcilla y la incorporación de ichu.....	38
Figura N° 12. Picado del Ichu en 3 cm.....	38
Figura N° 13. Cálculo del volumen de Ichu.....	39
Figura N° 14. Batido del crudo para su homogenización con el Ichu.....	39
Figura N° 15. Moldeado de los ladrillos.....	40
Figura N° 16. Vaciado y puesto al secado de ladrillos.....	40
Figura N° 17. Obtención del ladrillo mejorado.....	40
Figura N° 18. Medición de la variación dimensional.....	42
Figura N° 19. Medición del alabeo.....	43
Figura N° 20. Ladrillos sumergidos en agua por 24 horas.....	44
Figura N° 21. Ensayo de succión de los ladrillos.....	45
Figura N° 22. Ruptura de ladrillos de arcilla.....	47
Figura N° 23. Limite líquido.....	49
Figura N° 24. Índice de plasticidad.....	50
Figura N° 25. Curva granulométrica.....	51
Figura N° 26. Incremento de la resistencia a compresión en %.....	58
Figura N° 27. Pesando la muestra (arcilla), para ensayo de contenido de humedad.....	66
Figura N° 28. Realizando ensayo de límite líquido.....	66
Figura N° 29. Realizando ensayo de límite plástico.....	67
Figura N° 30. Material (arcilla) para realizar ensayo de granulometría.....	67
Figura N° 31. Plantaciones de Ichu (<i>stipa ichu</i>).....	67

Figura N° 32. Mesclado de Ichu con el crudo.	68
Figura N° 33. Secado de los ladrillos.	68
Figura N° 34. Ubicaciones los ladrillos en el horno.	68
Figura N° 35. Horno de cocción del ladrillo.....	69
Figura N° 36. Ladrillos para realizar ensayos en el laboratorio.	69
Figura N° 37. Realizando ensayo de variación dimensional.	69
Figura N° 38. Realizando ensayo de alabeo.	70
Figura N° 39. Pesando los ladrillos para ensayo de absorción.	70
Figura N° 40. Realizando ensayo de succión.	71
Figura N° 41. Ladrillos sumergidos en agua para ensayo de absorción.	71
Figura N° 42. Realizando ensayo de resistencia a la compresión.	72
Figura N° 43. Ladrillos sometidos a compresión.	72
Figura N° 44. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P ₁	73
Figura N° 45. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P ₂	74
Figura N° 46. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P ₃	75
Figura N° 47. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P ₄	76
Figura N° 48. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P ₅	77
Figura N° 49. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T ₁).	78
Figura N° 50. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T ₂).	79
Figura N° 51. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T ₃).	80
Figura N° 52. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T ₄).	81
Figura N° 53. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T ₅).	83
Figura N° 54. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T ₁).	84
Figura N° 55. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T ₂).	85
Figura N° 56. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T ₃).	86
Figura N° 57. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T ₄).	87

Figura N° 58. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T ₅).	88
Figura N° 59. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T ₁).	89
Figura N° 60. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de ichu (T ₂).	91
Figura N° 61. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T ₃).	92
Figura N° 62. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T ₄).	94
Figura N° 63. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T ₅).	95
Figura N° 64. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T ₁).	96
Figura N° 65. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T ₂).	98
Figura N° 66. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T ₃).	99
Figura N° 67. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T ₄).	100
Figura N° 68. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T ₅).	101

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación N° 1. Porcentaje de humedad.....	27
Ecuación N° 2. Cálculo de la granulometría.....	30
Ecuación N° 3. Cálculo de la variación dimensional.....	42
Ecuación N° 4. Cálculo de la absorción en porcentaje	44
Ecuación N° 5. Cálculo de la succión	45
Ecuación N° 6. Cálculo de la resistencia a compresión.....	46

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo determinar la resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*), siguiendo la normatividad vigente; la Norma E.070 Albañilería, NTP 331.017, NTP 399.613, NTP 399.604 y NTP 399.601 en la cual se describe los ensayos a realizar: variación dimensional, alabeo, absorción, succión y resistencia a compresión, además del contenido de humedad, límite líquido, límite plástico y granulometría. Obteniendo los resultados en la resistencia a la compresión: muestra patrón de 21.55 kg/cm², con la incorporación de 5% de Ichu en volumen; se obtuvo 33.13 kg/cm², con 10% de Ichu en 33.60 kg/cm², con 15% de Ichu 51.73 kg/cm² y con 20% de Ichu 35.89 kg/cm². Llegando a la siguiente conclusión que al adicionar Ichu en la elaboración de los ladrillos de arcilla incrementa la resistencia de las unidades estudiadas con 5% de Ichu en volumen se incrementó en un 53.74%, con 10% de Ichu se incrementó en 55.92%, con 15% de Ichu se obtuvo el mejor resultado de un 140.05% y con 20% de Ichu se incrementó en 66.54%, dando por válida la hipótesis planteada.

Palabras clave: Ladrillos de arcilla, Ichu, resistencia a compresión.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Sánchez (2010), menciona que a nivel internacional se presentan problemas de baja resistencia en ladrillos de arcilla cosidos artesanalmente. En el Ecuador los ladrilleros artesanos tienen varios problemas para vender sus productos debido a que no cumplen con las normas que rigen las propiedades que deben poseer los ladrillos.

Arquiñigo (2011), indica que un estudio sobre unidades de albañilería de arcilla cocida en Huánuco, desarrollada para la UNHEVAL en el año 2000, analizó 08 ladrilleras (tomando muestras de 13 hornos), llegando a obtener una resistencia a compresión de la unidades de 25 Kg/cm^2 , no clasifican ni como tipo I, es decir no cumplen con las exigencias de la Norma E. 070.

Sánchez y Ramírez (1991), desarrollaron un proyecto que utilizaba la ceniza de la cáscara de arroz como insumo, para mejorar la calidad de ladrillos King Kong tradicional. Este proyecto consistió en mezclar la ceniza con los ladrillos moldeados con gaveras y máquinas de extrusión. Se concluyó en que la resistencia a la compresión de ladrillos King Kong tradicional con ceniza obtuvo un promedio de 50.5 kg/cm^2 el cual es mayor que los ladrillos que incorporan aserrín o cascarilla los cuales alcanzan un promedio de 42.5 kg/cm^2 , al mismo tiempo se obtiene una resistencia de 160.5 kg/cm^2 cuando son extruidos con máquinas.

Ruíz S. (2015), llegó a la conclusión que Cajamarca, como otras ciudades del Perú no está alejada del crecimiento urbano, lo que ha conllevado a la demanda de viviendas

excesivas, siendo el ladrillo la mejor alternativa en la construcción de las edificaciones.

El ladrillo elaborado artesanalmente en los Centros Poblados de Santa Barbará, Otuzco y el Cerrillo del distrito de Baños del Inca, son los que son usados de manera preferencial, en el que su elaboración es de manera artesanal, sin tener un control de calidad; por ello es necesario realizar el estudio de sus propiedades físicas y mecánicas con el propósito de orientar a la mejora continua y alcanzar las exigencias de la Norma de albañilería.

Fernández K. (2010), en su tesis de investigación “Influencia del tipo de arcilla en las características técnicas del ladrillo del Centro Poblado Menor Santa Bárbara, Cajamarca”. Para ello se ha determinado la composición mineralógica cuantitativa de cada una de las muestras provenientes de seis fábricas de ladrillo de la zona en base a los datos obtenidos en el análisis. Concluyendo que la materia prima tal como viene siendo utilizada (arcilla) no alcanza los niveles requeridos en esta industria lo que ocasiona que los ladrillos alcancen especialmente baja resistencia a la compresión.

Núñez K. (2019), en su tesis de investigación “Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales fabricados con arcilla y concreto”, Llegó a la conclusión que el ladrillo de arcilla tiene una resistencia a compresión promedio de 62.66 kg/cm² y el ladrillo de concreto con una resistencia promedio fue de 44.10 kg/cm². Se concluyó que los ladrillos de arcilla fabricados artesanalmente presentan mejores propiedades físicas y mecánicas que los ladrillos de concreto.

Ruiz D. (2015), En su tesis investigación “Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca”, el

vidrio es adicionado para para incrementar su resistencia a compresión, utilizando distintos porcentajes de vidrio (5%, 10%, 15%, 25% y 50%) para posteriormente evaluarlas pasando los 28 días, llegó a la siguiente conclusión. Los ladrillos de arcilla artesanal adicionado 10% de vidrio triturado presentan una resistencia mayor (97.74 Kg/cm²).

Por la problemática descrita anteriormente sobre la baja resistencia a la compresión de los ladrillos de arcilla fabricados artesanalmente y siendo de mucha importancia cumplir con la Norma E. 070 de albañilería y como es de conocimiento que la mayoría de las casas en la ciudad de Cajamarca, son construidas a base de éstos ladrillos artesanales, así mismo existe la necesidad de conocer como poder mejorar la calidad de los ladrillos artesanales de arcilla cocida, por lo que la gente utiliza este material cada vez en mayor cantidad por la accesibilidad económica, motivo por el cual se pretende desarrollar el trabajo de investigación.

A continuación se describen las bases teóricas que nos permitieron desarrollar el trabajo de investigación.

Normas Técnicas Peruanas.

Las normas establecen los requisitos que deben cumplir los ladrillos de arcilla destinados para uso de albañilería y los procedimientos para el muestro y ensayos de las propiedades físicas y mecánicas, respectivamente. Además los ensayos como se muestra en el siguiente cuadro.

Tabla N° 1. Normas Técnicas Peruanas.

ENSAYO	NORMA
Variación dimensional	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604
Alabeo	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.605
Absorción	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.606
Succión	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.607
Resistencia a compresión	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.608

Norma Técnica E. 070 Albañilería.

Establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería.

Unidades de albañilería.

La unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería, se elabora de materias primas diversas como la arcilla, concreto y la mezcla de sílice y cal. Se forma mediante el moldeo y compactación; produciéndose a través de fábricas industriales, bajo un control de calidad o en precarias canchas artesanales, sin ningún control de calidad; por lo que no debe extrañar las formas, tipos, dimensiones y pesos sean variables y pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares. Las unidades de albañilería se denominan ladrillos o bloques. Los ladrillos se caracterizan por tener dimensiones y pesos que hacen manejables con una sola mano en el proceso de asentado. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo (Ruiz S. 2015).

Gallegos, H. & Casabonne, C. (2005), unidad de albañilería es el componente básico para la construcción de la albañilería. Se elabora de materias primas diversas: la arcilla, el concreto de cemento portland y la mezcla de sílice y cal son las principales.

La Norma Técnica Peruana 331.017 (2015) denomina al ladrillo como la unidad de albañilería fabricada con arcilla, esquisto arcilloso, o sustancias terrosas similares de ocurrencia natural, conformada mediante moldeo, prensado o extrusión y sometida a un tratamiento con calor a temperaturas elevadas.

Materia prima.

Las arcillas empleadas como materia prima para la fabricación de los ladrillos se clasifican en calcáreas y no calcáreas. Las primeras contienen un 15% de carbonato de calcio, que da lugar a unidades de color amarillento; en las segundas, predomina el silicato de alúmina con un 5% de óxido de hierro, que le proporciona un tono rojizo. Las mejores arcillas contienen un 33% de arena y limo; es necesario que exista arena para reducir los efectos de contracción por secado de la arcilla (Gallegos, H. y Casabonne, C. 2005).

Clasificación de los ladrillos de arcilla.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO), Pontificia Universidad Católica del Perú y la Universidad Nacional de Ingeniería, al ladrillo se le puede clasificar de acuerdo a sus dimensiones, en:

- ✓ Tipo corriente: 24x14x6 cm. (3 Kg.)
- ✓ Tipo King Kong: 24x14x10 cm. (5 a 8 Kg.)

- ✓ Tipo pastelero: 20x20x2.5 cm. (4 a 6 Kg)
- ✓ Tipo pandereta: 24x12x10 cm. (2.5 a 3 Kg.)
- ✓ Tipo hueco: Se emplea en la construcción de losas aligeradas.
- ✓ Tipo IKARO: 24x11.5x9.5 cm. (3 Kg.)

Fabricación.

Fernández K. (2010), esquematiza el proceso de elaboración del ladrillo artesanal en el Centro Poblado Santa Barbará, y que es similar a los procesos de fabricación en los Centros Poblados del Cerillo, Huacatáz y Otuzco del distrito de Baños del Inca, precisando que estas unidades son usadas para la construcción de la mayoría de viviendas en la ciudad de Cajamarca y distritos aledaños.

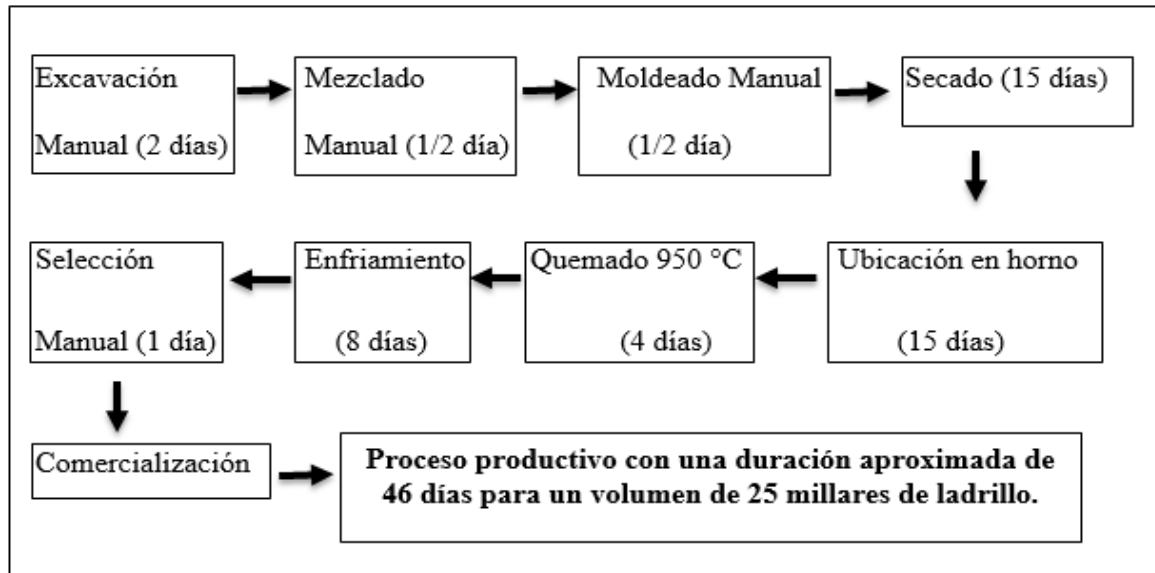


Figura N° 1. Diagrama de fabricación de unidades de arcilla de manera artesanal en Santa Bárbara Cajamarca.

Propiedades Físicas y Mecánicas.

- **Variabilidad dimensional**

Las dimensiones de la unidad, según la Norma E. 070, se expresan como: largo x ancho x altura, en milímetros. El largo y el ancho se refieren a la superficie de asiento, y las dimensiones nominales - comerciales - usualmente incluyen 1 cm de junta. La variabilidad dimensional define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta, con mayores variaciones, en la necesidad de aumentar el espesor de la junta de mortero por encima de lo estrictamente necesario por adhesión, que es de 9 a 12 mm, conduciendo a una albañilería menos resistente en compresión.

- **Alabeo.**

Propiedad física, en el que mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a un mayor espesor de la junta; asimismo, puede disminuir la adherencia con el mortero al formarse vacíos en las zonas más alabeadas; o incluso, puede producir fallas de tracción por flexión en la unidad (San Bartolomé, A 1994). Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería (Norma E. 070, 2006).

- **Absorción.**

Según la Norma E. 070, es una medida de la permeabilidad de la unidad de albañilería. En las unidades de arcilla no debe exceder el 22%.

Las unidades de albañilería con absorción mayor al 22% serán más porosas, y por lo tanto, menos resistente a la acción de la intemperie. La unidad porosa absorberá agua del mortero, secándolo e impidiendo el adecuado proceso de

adherencia mortero unidad, lo que influye en la disminución de la resistencia del muro.

- **Succión.**

La succión es la medida de la avidéz del agua de la unidad de albañilería en la cara de asiento y es la característica fundamental para definir la relación mortero - unidad en la interface de contacto y por lo tanto, la resistencia de la albañilería.

- **Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión de la unidad es por sí sola su principal propiedad y la que finalmente determina la resistencia a la compresión del muro de albañilería (fm). En general, unos valores altos de resistencia a la compresión señalan una buena calidad para todos los fines estructurales y de exposición. Los valores bajos en cambio, son muestra de unidades que producirán albañilería poco resistente y poco durable (Ruiz S. 2015).

San Bartolomé A. (1994), Señala que la resistencia a la compresión, tal como se mide actualmente en el ensayo de compresión estándar, es función no sólo de la resistencia intrínseca de la masa, sino de la altura del testigo y de su forma.

Clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales.

De acuerdo a la Norma NTP 331.017, los ladrillos se clasifican en 5 tipos:

- ✓ TIPO I. Estos ladrillos tienen una resistencia y durabilidad muy baja; son aptos para ser empleados bajo condiciones de exigencias mínimas (viviendas de 1 o 2 pisos), evitando el contacto directo con la lluvia o el suelo.
- ✓ TIPO II. En esta categoría clasifican los ladrillos de baja resistencia y durabilidad; son aptos para usarse bajo condiciones de servicio moderadas (no deben estar en contacto directo con la lluvia, suelo o agua).
- ✓ TIPO III. Son ladrillos de mediana resistencia y durabilidad, aptos para emplearse en construcciones sujetas a condiciones de bajo intemperismo.
- ✓ TIPO IV. Estos ladrillos son de alta resistencia y durabilidad; aptos para ser utilizados bajo condiciones de servicio rigurosas. Pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo moderado, en contacto con lluvias intensas, suelo y agua.
- ✓ TIPO V. Tienen una resistencia y durabilidad muy elevada; son aptos para emplearse en condiciones de servicio muy rigurosas, pueden estar sujetos a condiciones de intemperismo similares al TIPO IV.

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla N° 1, según la Norma E. 070.

Tabla N° 2. Clase de unidades de albañilería para finas estructurales

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)

Ichu (*Stipa ichu*).

- Es un pasto del altiplano andino sudamericano, es una planta endémica de países como Guatemala, México, Costa Rica, El Salvador, Venezuela, Bolivia, Colombia Ecuador, Perú, Chile y Argentina. Soporta el clima del altiplano, árido, pedregoso, arenoso (Reynel, 2012).
- El Ichu es un pasto natural que abunda en las altiplanicies andinas. Su nombre científico es *Stipa ichu* y acaba de dar un gran salto en el mercado del surfing peruano. Reconocido por su importancia ecológica, el Ichu es utilizada, gracias al proyecto de la universidad peruana (Universidad de Ingeniería y Tecnología) en conjunto con el Massachusetts Institute of Technology (MIT), como reemplazo de la fibra de vidrio en la fabricaciones de las tablas de surf. El propósito del proyecto es volver biodegradables las estructuras de las tablas de surf de la cual están hechas a través de la fibra de Ichu que son más ecológicos y menos contaminantes que las fibras de vidrio (UTEC 2016).



Figura N° 2. Planta de Ichu (Stipa ichu).

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la influencia del Ichu (*Stipa ichu*) en la resistencia a la compresión de ladrillos artesanales de arcilla cocida?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas (contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, granulometría) de la arcilla usada en la fabricación del ladrillo.
- Realizar ensayos de Variación Dimensional, Alabeo, Absorción, Succión y Resistencia a la Compresión de la unidad de los ladrillos de arcilla.

- Determinar la resistencia a compresión de ladrillos de arcilla de la muestra patrón y adicionando Ichu al 5%, 10%, 15%, 20% en volumen.

1.4. Hipótesis

Señalar las respuestas a priori de los objetivos de la investigación. Recuerda que las hipótesis aplican para trabajos de corte cuantitativo de estrategia manipulativa o asociativa.

1.4.1. Hipótesis general

Al adicionar Ichu al ladrillo de arcilla se incrementa la resistencia a compresión más de un 10%.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Materiales, instrumentos y métodos

En esta investigación empleamos los recursos siguientes:

Humanos

- Asesor
- Los tesisistas
- Técnico del laboratorio

Materiales

- Muestra (arcilla)
- Yeso
- Regla graduada
- Recipientes o Taras.
- Agua.
- Juego de tamices.
- Espátula.
- Cápsula de porcelana.
- Placa de vidrio.
- Vernier graduado en mm.
- Cuña de medición de 60 mm de longitud por 12,5 mm de ancho por 12,5 mm de espesor en un extremo.
- Plancha de vidrio de 40x40 cm.
- Recipiente de agua.

- Cinco unidades de ladrillos de arcilla para muestra patrón, y cinco para cada tratamiento en estudio (5, 10, 15 y 20%).

Instrumentos

- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperaturas u Horno de Temperatura: $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$
- Copa de Casagrande y ranurador o acanalador.
- Máquina de compresión axial.

Métodos.

Se basa en la investigación experimental por lo que existe manipulación de variables.

Se realizó mediante la observación directa de los ensayos en el laboratorio de UPN, establecidos en las guías y protocolos. Se describen los ensayos realizados:

- Contenido de humedad norma; MTC E 108/ ASTM D2216/ NTP 339.127.
- Límite líquido (ASTM D4318 / NTP 339.130 – NTP E111).
- Límite plástico (ASTM D4318 / NTP E111).
- Granulometría mediante tamizado por lavado (ASTM D421).
- Ensayo de Variación Dimensional (NTP 399.613 y NTP 399.604).
- Ensayo de Alabeo (NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.605).
- Ensayo de Absorción (NTP 399.613 y NTP 399.604).
- Ensayo de Succión (NTP 331.017, NTP 399.613).
- Ensayos de resistencia a la compresión (NTP 331.017, NTP 399.613).

2.2. Población y muestra

Población:

La población en estudio está constituida por un total de 250 ladrillos: 50 ladrillos Patrón, 50 ladrillos con 5% de Ichu, 50 ladrillos con 10% de Ichu, 50 ladrillos con 15% de Ichu y 50 ladrillos con 20% de Ichu.

Muestra:

El muestro se realizó de acuerdo a lo estipulado por la Norma Técnica E.070 albañilería, artículo 5. Unidad de albañilería. Además en lo estipulado por la Norma Técnica 331.017, 399.613 y 399.604, el cual se indica en la siguiente tabla:

Tabla N° 3. Número total de muestras para cada ensayo

ENSAYO	LADRILLOS ARTESANALES
	Arcilla
Variación dimensional	10
Alabeo	10
Absorción	5
Succión	5
Resistencia a compresión	5

2.3. Procedimiento

A. Ensayos para determinar las propiedades físicas de la arcilla.

1. Contenido de humedad.

- **Generalidades:**

Según la Norma; MTC E 108/ ASTM D2216/ NTP 339.127. El contenido de humedad de un material se usa para expresar las relaciones de fase del

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

aire, agua y sólidos en un volumen de material dado. Como es posible obtener la humedad en casi todos los tipos de muestra, se utiliza con frecuencia para completar los diagramas de fase. Sirve también para obtener la masa húmeda de algún agregado, para la corrección en la fase de diseño de mezclas.

- **Equipo.**

Balanza con aproximación de 0.01 gr.

Estufa con control de temperaturas u Horno de Temperatura: $100 \pm 10^{\circ}\text{C}$

Recipientes o Taras.

- **Procedimiento.**

Identificación del recipiente (A).

Pesar el recipiente o tara (B).

Pesar la muestra húmeda en el recipiente o tara (C).

Secar la muestra en la estufa durante 24 horas a 105°C .

Pesar la muestra seca en el recipiente o tara (D).

Determinar el peso masa húmeda (E) = C - B.

Determinar el peso del suelo seco (F) = D - B.

Determinar el contenido de humedad (G) = $(E-F / F) * 100\%$.

Ecuación N° 1. Porcentaje de humedad.

$$(W\%) = \left(\frac{W_w - W_s}{W_s} \right) \cdot 100$$

Ww: Peso Natural **Ws:** Peso Seco **W%:** Humedad Total.

2. Límite líquido (ASTM D4318 / NTP 339.130 – NTP E111).

- **Materiales y equipos:**

- Suelo seco que pasa por la malla N° 40.
- Malla N° 40 (4.75 mm).
- Copa de Casagrande y ranurador o acanalador.
- Balanza con aproximación de 0.1gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Espátula.
- Probeta de 100 ml.
- Cápsula de porcelana.
- Agua.
- Taras.

- **Procedimiento:**

- En una cápsula de porcelana mezclar el suelo con agua mediante una espátula hasta obtener una pasta uniforme
- Colocar una porción de la pasta en la copa de Casagrande, nivelar mediante la espátula hasta obtener un espesor de 1 cm.
- En el centro hacer una ranura con el acanalador de tal manera que la muestra queda dividida en dos partes
- Elevar y caer la copa mediante la manivela a razón de 2 caídas por segundo hasta que las dos mitades de suelo se pongan en contacto en la parte inferior de la ranura y a lo largo de 1.27 cm, registrar el número de golpes.

- Mediante la cápsula retirar la porción de suelo que se ha puesto en contacto en la parte inferior de la ranura y colocarlo en una tara para determinar su contenido de humedad.
- Retirar el suelo de la copa de Casagrande y colocar en la capsula de porcelana, agregar agua si el número de golpes del ensayo anterior ha sido alto, o agregar suelo si el número de golpes ha sido bajo. (el número de golpes debe estar comprendido entre 6 y 35).

3. Límite plástico (ASTM D4318 / NTP E111).

- **Materiales y Equipos:**

- Una porción de la mezcla preparada para el límite líquido.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa.
- Espátula.
- Cápsula de porcelana.
- Placa de vidrio.
- Taras identificadas.

- **Procedimiento:**

- A la porción de la mezcla preparada para el límite líquido agregar suelo seco de tal manera que la pasta baje su contenido de humedad.
- Enrollar la muestra con la mano sobre una placa de vidrio hasta obtener cilindros de 3 mm de diámetro y que presenten agrietamientos, determinar su contenido de humedad.
- Repetir el ensayo una vez más.

- El límite plástico es el promedio de los 2 valores de contenidos de humedad.

4. Granulometría mediante tamizado por lavado (ASTM D421).

- **Materiales y equipo:**

- Muestra de arcilla 200 gr.
- Juego de tamices.
- Balanza con aproximación de 0.01 gr.
- Estufa con control de temperatura.
- Taras.

- **Procedimiento:**

- Secar la muestra al aire libre.

Pesarla muestra seca (W_s).

Colocar la muestra en un recipiente, cubrir con agua y dejar durante algunas horas dependiendo del tipo de material.

Tamizar la muestra por la malla N° 200 mediante chorro de agua.

La muestra retenida en la malla N° 200 se retira en un recipiente y se deja secar.

Pasar la muestra seca por el juego de tamices, agitando en forma manual o mediante tamizador.

Determinar los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz (%RP).

Ecuación N° 2. Cálculo de la Granulometría.

$$\%R.P. = \left(\frac{P.R.P}{W_{ms}} \right) * 100$$

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

Determinar los porcentajes retenidos acumulados en cada tamiz %RA, para lo cual se sumarán en forma progresiva los %RP, es decir

%RA = Porcentaje acumulado, %RP = Porcentaje retenido%

%RA1 = % RP1

%RA2 = %RP1 + %RP2

%RA3 = %RP1 + %RP2 + %RP3, *euc.*

Determinar los porcentajes acumulados que pasan en cada tamiz

% que pasa más el % retenido en la cazoleta es = 100% - %R. A.

Dónde:

% R.P. = Porcentaje de retención.

P.R.P. = Peso de material retenido en cada tamiz.

Wms = Peso de la muestra seco.

B. Elaboración de ladrillos de arcilla.

Estas unidades de albañilería se produjeron artesanalmente en la ladrillera del Señor Aladino Limay Campos, ubicado en el Caserío Quinrayquero alto perteneciendo al Distrito de Baños del Inca.

Coordenadas UTM:

17M777440.61 m E

9215852.93 m S

Elevación: 3223 m.s.n.m.



Figura N° 3. Ubicación de la cantera Limay ubicada en Quinrayquero.

• **Materiales y equipos:**

Los materiales utilizados en la investigación han sido los siguientes:

- Materia Prima (arcilla).
- Ichu (5, 10, 15, 20% en volumen).

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

- Maquina moledora del crudo.
- Agua.
- Molde o gabera tradicional para 04 ladrillos, largo 22cm, ancho 12cm, alto 8cm (medidas de la ladrillera limay).
- Bloques de carbón.
- Horno Intermitente tipo chimenea o de columna.



Figura N° 4. Plantas de Ichu utilizadas en la fabricación de ladrillo.



Figura N° 5. Gabera utilizada para la fabricación de los ladrillos.

- **Procedimiento:**

Obtención de crudo: Consiste en picar la arcilla de forma manual ya sea con la ayuda de un zapapico o una maquinaria (retroexcavadora), el material excavado posteriormente será desterronada en partículas pequeñas, eliminando todo tipo de impurezas que no correspondan al material arcilloso.

Molido del crudo: Esta práctica se realiza con la ayuda de una mezcladora motorizada, el cual consiste en dejar homogéneamente la arcilla húmeda, para ser fácil trabajable en el moldeado al ponerlo en la gavera.



Figura N° 6. Maquina moledora del crudo.

Moldeado: consiste en sumergir la gavera en agua, luego se distribuye arena de forma manual al voleo y posteriormente se coge porciones de crudo y se coloca de forma abrupta al interior de cada compartimento y luego se distribuye de forma manual sobre los cuatro compartimentos presionando con

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

fuerza y con la ayuda de una regla de madera, se realiza un raspado superficial de manera que no quede arcilla excedente. Posteriormente se traslada al lugar donde se dejará al secado de las mismas; este procedimiento se realiza volteando la gavera y realizando un impulso hacia abajo el cual permite que las unidades de albañilería caigan lentamente y se ubiquen en la superficie del suelo.



Figura N° 7. Moldeado de los ladrillos.

Secado: El secado se realiza bajo techo en un lugar donde hay bastante ventilación, la posición después del moldeado y pasado un tiempo determinado éstos se colocan de canto para permitir un buen secado a través de la aireación de la parte inferior que estuvo en contacto con el suelo. Posteriormente éstos se arruman en hileras de 10 a 12 hasta completar la cantidad suficiente. El tiempo de secado es de 21 días.

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).



Figura N° 8. Secado de los ladrillos.

Llenado del ladrillo al horno: El carguío se efectúa colocando en la parte inferior del horno, las primeras rumas de ladrillo (más secos) y en la parte superior, las rumas más frescas, con la finalidad de completar su secado, antes de la cocción. Se dejan túneles para la colocación del carbón.



Figura N° 9. Cargado del horno con ladrillo para el quemado.

Cocción o quemado: Este procedimiento se realiza utilizando madera seca, para dar inicio al fuego y pueda encender el carbón distribuido en el interior del horno.



Figura N° 10. Ubicación de ladrillos al interior del horno

C. Proceso de elaboración de unidades mejoradas con la adición de Ichu (*Stipa ichu*).

- **Procedimiento:**

- Se realizó la recolección de Ichu (*Stipa ichu*), luego se almacenó hasta que la materia prima esté lista para su adiconamiento.
- Se realizó la preparación de la materia prima para la elaboración de los ladrillos de arcilla.
- Se realizó el picado al Ichu en porciones atadas con Nylon, luego se procedió a la marcación de tres centímetro utilizando wincha y plumón, realizando el corte con la ayuda de un machete y un mazo, sobre un madero.
- Se le adicionó Ichu en los volúmenes de 5%, 10%, 15% y 20% al crudo de acuerdo a los tratamientos en estudio. Posteriormente se realizó la mezcla de todo el crudo con el Ichu, de manera que se homogenice dicha mezcla.

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

- Se colocó la cantidad necesaria de la mezcla para cada molde (gabera) el cual contiene 4 unidades. Se continuó el mismo procedimiento para cada tratamiento en estudio (5%, 10%, 15% y 20% de Ichu).

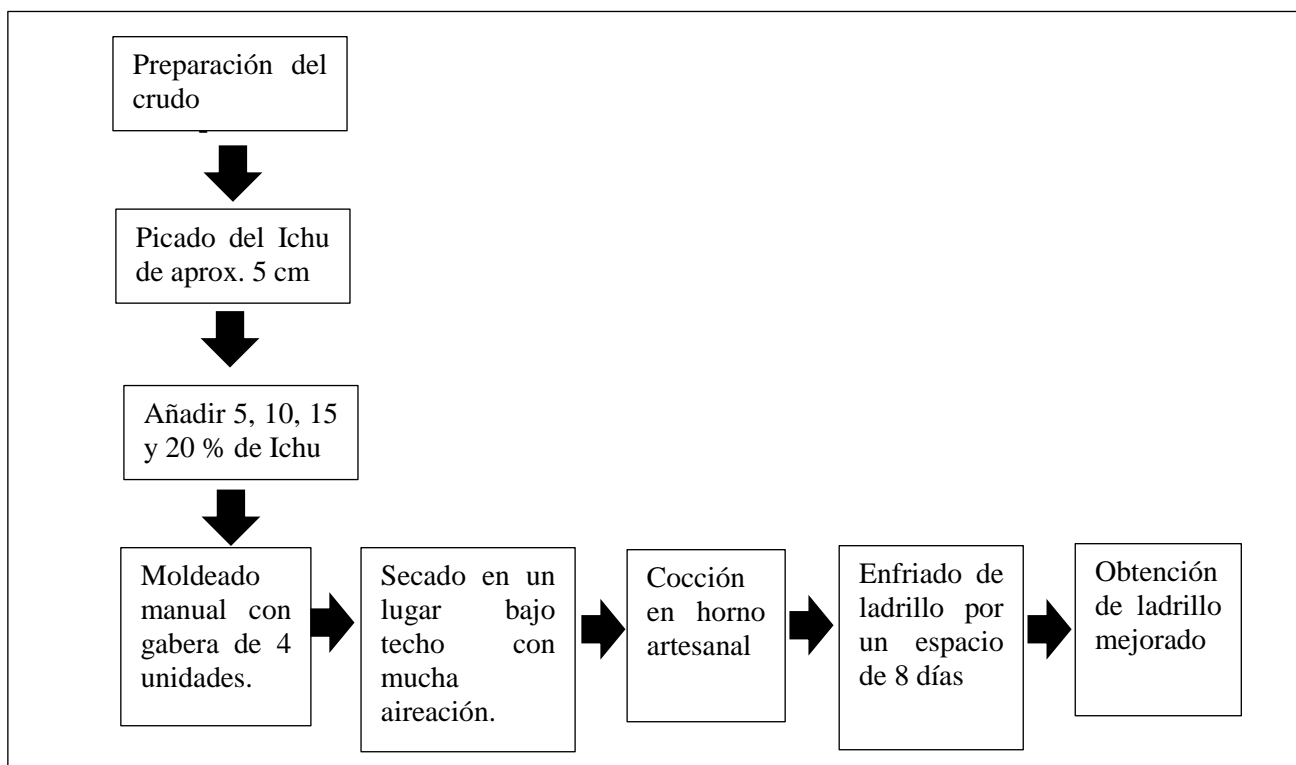


Figura N° 11. Flujograma del proceso de fabricación de ladrillo artesanal de arcilla y la incorporación de ichu.



Figura N° 12. Picado del Ichu en 3 cm.

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla
con adición de Ichu (*Stipa ichu*).



Figura N° 13. Cálculo del volumen de Ichu.



Figura N° 14. Batido del crudo para su homogenización con el Ichu.



Figura N° 15. Moldeado de los ladrillos.



Figura N° 16. Vaciado y puesto al secado de ladrillos.



Figura N°17. Obtención del ladrillo mejorado

- **Proporciones:**

Las proporciones utilizadas se basan en estudios anteriores como se indica en la siguiente tabla.

Tabla N° 4. Dosificación para 10 unidades de ladrillo.

Porcentaje de vidrio	0%
Arcilla (kg)	30
Agua de diseño (kg/m ³)	6

Fuente: Ruiz (2015). Influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la Compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, 2015.

Tabla N° 5. Dosificación por unidad de ladrillo para cada tratamiento.

Porcentaje de Ichu	0%	5%	10%	15%	20%
Arcilla (kg)	3.0	2.85	2.70	2.55	2.40
Agua (litros)	0.6	0.57	0.54	0.51	0.48
Ichu picado (Gaveras)	0.0	0.05	0.10	0.15	0.20

Fuente: Limay (2018). Dosificación por unidad de ladrillo para cada tratamiento.

Tabla N° 6. Dosificación para 50 unidades de ladrillo para cada tratamiento.

Porcentaje de Ichu	0%	5%	10%	15%	20%
Arcilla (kg)	150	142.5	135	127.5	120
Agua (litros)	30	28.5	27	25.5	24
Ichu picado (Gaveras)	0	2.5	5.0	7.5	10.0

Fuente: Limay (2018). Dosificación por 50 ladrillo para cada tratamiento.

D. Ensayos realizados en laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

- Ensayo de Variación Dimensional (NTP 399.613 y NTP 399.604) (Vivienda 2006).**

- **Materiales**
 - Vernier graduado en mm.
- **Procedimiento**
 - Medir 10 unidades enteras y secas.
 - Medir largo, ancho y altura.
 - El largo se mide a través de los extremos y ambas caras.
 - El ancho se mide a través de los extremos y ambas caras.
 - El alto se mide a través de los extremos y ambas caras.

Ecuación N° 3. Cálculo de la variación dimensional.

$$V (\%) = \frac{De - Dp}{De} * 100$$



Figura N° 18. Medición de la variación dimensional.

b. Ensayo de Alabeo. NTP 331.017, NTP 399.613 y NTP 399.605

- **Materiales.**
 - Cuña de medición de 60 mm de longitud por 12,5 mm de ancho por 12,5 mm de espesor en un extremo.
 - Plancha de vidrio de 40x40 cm.

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

- La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm.

- **Procedimiento:**

- Para realizar este ensayo se coloca el ladrillo sobre una plancha de vidrio, dependiendo del tipo de alabeo, si es cóncavo o convexo se introduce una cuña metálica graduada en la zona que presente mayor alabeo.
- La concavidad y convexidad se miden con una cuña graduada en milímetros.



Figura N° 19. Medición del alabeo.

c. Ensayo de Absorción. (NTP 399.613 y NTP 399.604).

- **Materiales:**

- Se seleccionaron 5 unidades de ladrillo de arcilla por cada muestra en estudio.
- Balanza con una precisión de 0,5 g.
- Recipiente de agua.

• **Procedimiento:**

- se pesaron los ladrillos secos hasta obtener su peso exacto.
- Se sumergieron los ladrillos de arcilla artesanal en un recipiente con agua por 24 horas a temperatura entre 15 °C y 30 °C.
- Se retiraron los ladrillos de arcilla artesanal sumergidos en el agua, secándolo superficialmente con un paño y se pesó para obtener su peso húmedo saturado.
- Como cuarto paso se calculará la absorción A (%) de la siguiente manera.
- De esta forma usando la formula dada se calculó la absorción de los ladrillos.

Ecuación N° 4. Cálculo de la Absorción en porcentaje.

$$A(\%) = \left(\frac{WS - Wd}{Wd} \right) \dots \dots \dots (4)$$



Figura N° 20. Ladrillos sumergidos en agua por 24 horas.

d. Ensayo de Succión. (NTP 331.017, NTP 399.613)

• **Procedimiento:**

Se tomó la medida del área del ladrillo, luego se pesaron los ladrillos secos hasta obtener su peso exacto.

- La bandeja metálica contendrá agua a una altura de 10 mm, la cual debe medirse con una regla graduada en milímetros.
- Se colocó el ladrillo dentro de la bandeja con agua por el tiempo de 1 min, Al pasado ese tiempo se retiró el ladrillo y se secó superficialmente con un paño y se volvió a pesar,
- De esta forma usando la formula dada se calculó la succión de los ladrillos.

Ecuación N° 5 cálculo de la succión

$$\text{Succión} = \frac{P_m - P_s}{A} * 200$$



Figura N° 21. Ensayo de succión de los ladrillos.

e. Ensayos de resistencia a la compresión axial del ladrillo (NTP 331.017, NTP 399.613)

- **Materiales/Equipos**

- Máquina para realizar la resistencia a la compresión axial.
- Cinco unidades de ladrillos de arcilla para muestra patrón, y cinco para cada tratamiento en estudio (5, 10, 15 y 20%).

- **Procedimiento**

- Consiste en colocar de manera correcta la muestra en la máquina de ensayo, de manera que quede en el centro del cabezal y centro de rótula. Y posteriormente se ajusta los accesorios de la maquina para que nos permita el recorrido del cabezal y se proceda a la ruptura del ladrillo.
- Este ensayo se realizó con la ayuda del técnico de laboratorio de la UPN.

- **Cálculos**

- Se calcula con la siguiente fórmula:

Ecuación N° 6. Calculo de la resistencia a compresión

$$f'b = \frac{Pu}{A}$$

Dónde:

- $f'b$ = Resistencia a compresión del ladrillo (Kg/cm²).
- Pu = Carga de rotura aplicada por la máquina (kg).
- A = Área de contacto de la unidad de albañilería (cm²).

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla
con adición de Ichu (*Stipa ichu*).



Figura N° 22. Ruptura de ladrillos de arcilla.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Ensayos para determinar las propiedades físicas de la arcilla.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en laboratorio de concreto la Universidad Privada del Norte.

a. Contenido de humedad.

Tabla N° 7. Contenido de humedad.

Muestra de arcilla	Gramos
Peso del Recipiente	41.57
Recipiente + Material Natural	141.57
Recipiente + Material Seco	119.37
Peso del material húmedo	100.00
Peso del material Seco	77.80
Promedio Porcentaje Humedad	28.54

b. Límite líquido y límite plástico.

Tabla N° 8. Límite líquido.

Descripción	Límite líquido N° 1	Límite líquido N° 2	Límite líquido N° 3
Suelo Húmedo + Recipiente (gr.)	45.0	42.0	39.0
Suelo Húmedo + Recipiente (gr.)	39.3	37.4	35.7
Peso de Recipiente (gr.)	27.5	28.0	27.5
Peso del Agua (gr.)	5.7	4.1	3.3
Peso Suelo Seco (gr.)	11.8	9.9	8.2
Número de Golpes	16.0	22.0	28.0
Contenido de Humedad (%)	48.3	41.41	40.24
Límite líquido promedio (%)		43.32	

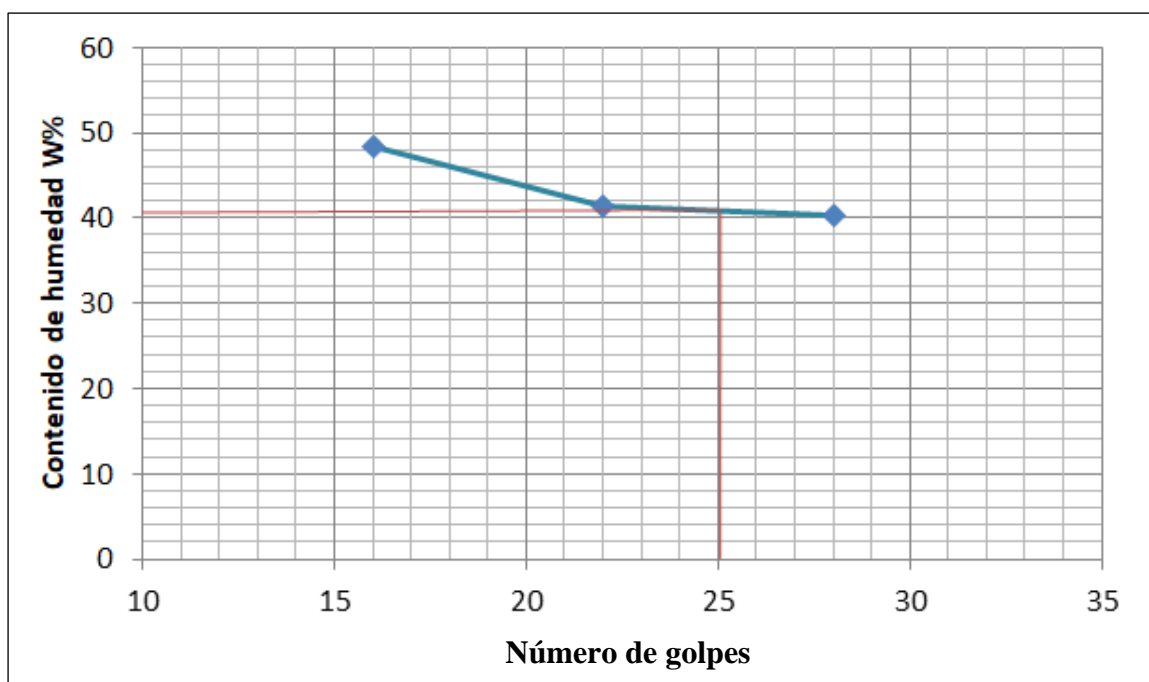


Figura N° 23. Límite líquido

C. Límite plástico

Tabla N° 9. Límite plástico

Descripción	Límite plástico N° 1	Límite plástico N°2	Límite plástico N°3
Identificación de Recipiente (gr.)	35	36	37
Suelo Húmedo + Tara (gr.)	33.8	34.4	35.6
Peso de Tara (gr.)	27.5	27.5	28
Peso del Agua (gr.)	1.2	1.6	1.4
Peso Suelo Seco (gr.)	6.3	6.9	7.6
Contenido de Humedad (%)	19.05	23.18	18.42
Promedio Límite Plástico (%)		20.22	

Tabla N° 10. Índice de plasticidad.

límites de consistencia	Porcentaje (%)
límite líquido	43.32
límite plástico	20.22
Índice de plasticidad	23.10

c. Clasificación de materia prima según S.U.C.S.

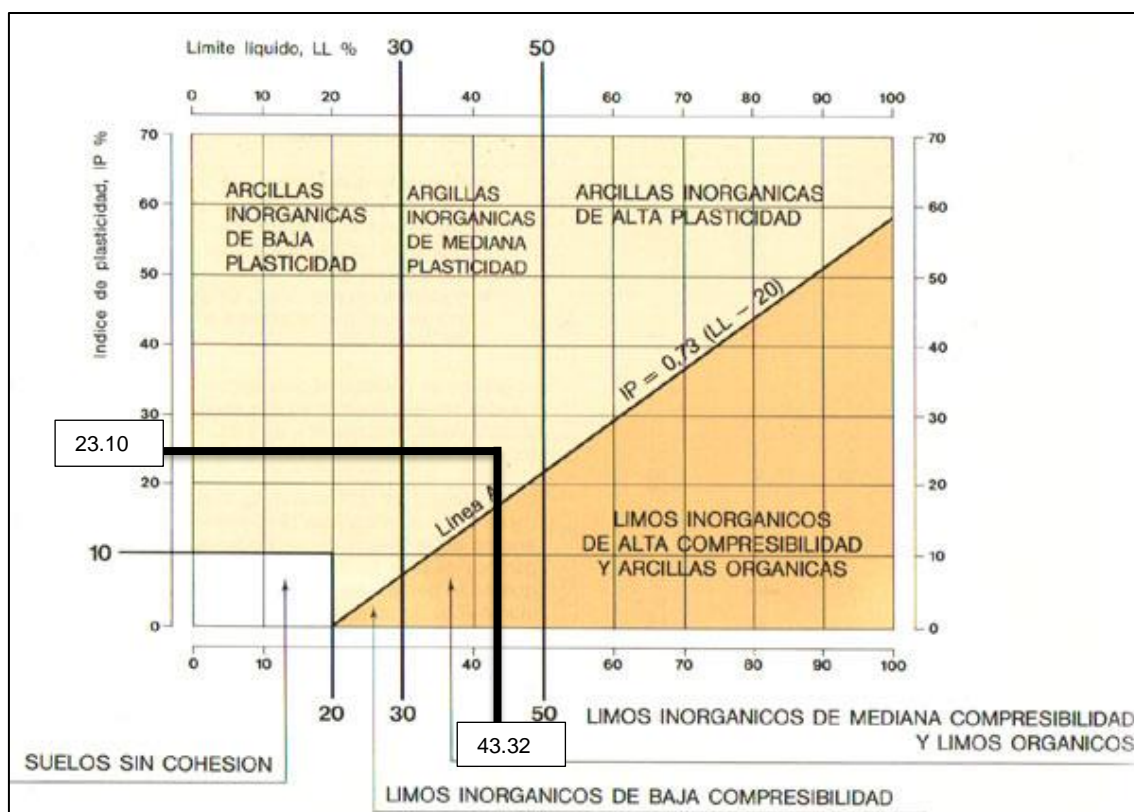


Figura N° 24. Índice de plasticidad

d. Granulometría.

Tabla N° 11. Análisis granulométrico (peso de la muestra 200 gramos).

Tamiz N°	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Peso retenido	% Peso acumulado	% que pasa
N° 4	4.76	0.0	0	0	0
N° 10	2	0.1	0.05	0.05	99.95
N° 20	0.84	1.8	0.9	0.95	99.05
N° 30	0.59	3.4	1.7	2.65	97.35
N° 40	0.42	4.8	2.4	5.05	94.95
N° 60	0.25	11.2	5.6	10.65	89.35
N° 100	0.15	11.6	5.8	16.45	83.55
N° 200	0.074	8.5	4.25	20.7	79.3
Cazoleta		0.5	0.25	20.95	79.05
Pérdida		158.1			
TOTAL		200			

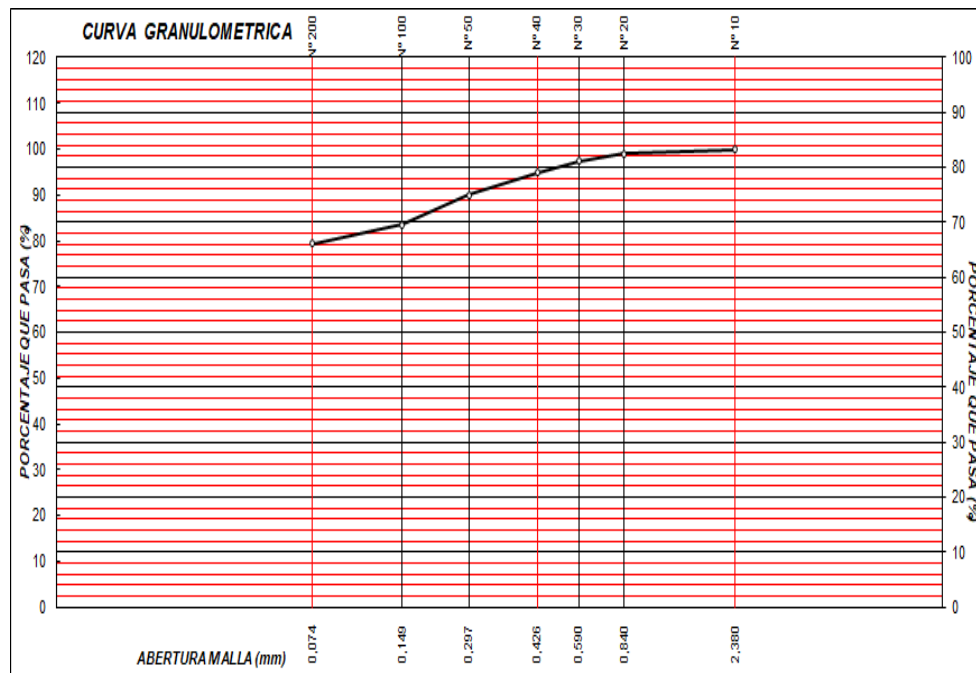


Figura N° 25. Curva granulométrica.

3.2 Ensayos clasificatorios de las unidades de albañilería.

a. Variación dimensional.

Tabla N° 12. Cálculo de la variación dimensional - Patrón.

Descripción	Largo	Alto	Ancho
Dimensión nominal (mm)	240	90	130
Dimensión promedio (mm)	212	72	116
Coefficiente de variación (C.V.)	9%	16%	8%
Variación dimensional	11.67%	20%	10.17%

Tabla N° 13. Cálculo de la variación dimensional - con 5% de Ichu.

Descripción	Largo	Alto	Ancho
Dimensión nominal (mm)	240	90	130
Dimensión promedio (mm)	212	74	116
Coefficiente de variación (C.V.)	9%	14%	8%
Variación dimensional	11.67%	17.78%	10.77%

Tabla N° 14. Cálculo de la variación dimensional - con 10% de Ichu.

Descripción	Largo	Alto	Ancho
Dimensión nominal (mm)	240	90	130
Dimensión promedio (mm)	212	75	116
Coefficiente de variación (C.V.)	9%	13%	8%
Variación dimensional	11.67%	16.67%	10.77%

Tabla N° 15 .Cálculo de la variación dimensional - con 15% de Ichu.

Descripción	Largo	Alto	Ancho
Dimensión nominal (mm)	240	90	130
Dimensión promedio (mm)	207	71	113
Coefficiente de variación (C.V.)	10%	17%	10%
Variación dimensional	13.75%	21.11%	13.08%

Tabla N° 16 .Cálculo de la variación dimensional - con 20% de Ichu.

Descripción	Largo	Alto	Ancho
Dimensión nominal (mm)	240	90	130
Dimensión promedio (mm)	206	71	113
Coefficiente de variación (C.V.)	11%	17%	10%
Variación dimensional	14.17%	21.11%	13.08%

b. Alabeo.

Tabla N° 17. Resultado de las medidas de alabeo en las unidades de albañilería.

Muestra	Cóncavo (mm)	Convexo (mm)
Sin Ichu	3.30	4.05
5% de Ichu	3.95	5.00
10% de Ichu	3.60	4.45
15% de Ichu	4.20	4.45
20% de Ichu	3.40	4.75

3.3 Ensayos no clasificatorios de las unidades de albañilería.

a. Absorción.

Tabla N° 18. Resultado de la absorción promedio en ladrillos de arcilla.

Muestra	Ws	Wh	Absorción promedio (%)
Sin Ichu	2429.60	2927.80	20.53
5% de Ichu	2439.00	2972.60	21.84
10% de Ichu	2457.20	3010.00	22.47
15% de Ichu	2333.40	2851.40	22.21
20% de Ichu	2179.60	2687.40	23.30

b. Succión.

Tabla N° 19. Resultado de la succión en la muestra patrón.

Muestra	L prom	A prom	Área cm ²	W seco	W húmedo	Succión (gr/cm ² -min)
Sin Ichu	21.24	11.46	243.41	2449.00	2609.40	132.00

Tabla N° 20. Resultado de la succión con la incorporación de Ichu.

Muestra	L prom	A prom	Área cm ²	W seco	W húmedo	Succión (gr/ cm ² -min)
5% de Ichu	21.30	11.42	243.22	2391.2	2459.4	56.06
10% de Ichu	21.20	11.48	243.42	2411.8	2478	54.44
15% de Ichu	20.84	11.34	236.33	2230.2	2262.8	27.83
20% de Ichu	20.52	11.30	231.88	2178	2285.8	93.11

3.4 Ensayos de resistencia a la compresión de ladrillos artesanales.

a. Unidades de albañilería

Tabla N° 21. Resultado de la resistencia a compresión - Patrón.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES				
Grupo	Muestra	Área (cm ²)	Carga Pu (kg)	f'c (kg/cm ²)
	P1	243.8	6465	26.52
	P2	247.1	7947	32.16
	P3	237.3	10651	44.88
Patrón	P4	245.9	4791	19.48
	P5	241.5	7547	31.25
Resistencia promedio (f'c prom)				30.86
Desviación estándar (σ)				9.31
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)				21.55

Tabla N° 22. Resultado de la resistencia a compresión con 5% de Ichu.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES				
Grupo	Muestra	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f'c (kg/cm ²)
	T2_1	253.7	8396	33.09
	T2_2	242.7	10446	43.04
	T2_3	242.7	10246	42.22
5% de Ichu	T2_4	250.2	8726	34.88
	T2_5	245.9	13333	54.22
Resistencia promedio (f'c prom)				41.49
Desviación estándar (σ)				8.35
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)				33.13

Tabla N° 23. Resultado de la resistencia a compresión con 10% de Ichu.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES				
Grupo	Muestra	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f'c (kg/cm ²)
	T1_1	243.8	10049	41.22
	T1_2	243.8	9747	39.98
	T1_3	245.9	7952	32.34
10% de Ichu	T1_4	244.8	9368	38.27
	T1_5	246.1	8536	34.69
Resistencia promedio (f'c prom)				37.30
Desviación estándar (σ)				3.70
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)				33.60

Tabla N° 24. Resultado de la resistencia a compresión con 15% de Ichu.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES				
Grupo	Muestra	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f'c (kg/cm ²)
	T3_1	236.5	11384	48.18
	T3_2	231.7	13992	60.39
	T3_3	229.6	13229	57.62
15% de Ichu	T3_4	225.3	13205	58.61
	T3_5	223.1	12944	58.02
Resistencia promedio (f'c prom)				56.56
Desviación estándar (σ)				4.82
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)				51.73

Tabla N° 25. Resultado de la resistencia a compresión con 20% de Ichu.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UNIDADES				
Grupo	Muestra	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f'c (kg/cm ²)
	T4_1	231.7	9727	41.98
	T4_2	230.5	12955	56.20
	T4_3	231.8	9673	41.73
20% de Ichu	T4_4	235.8	8683	36.82
	T4_5	233.9	9374	40.08
Resistencia promedio (f'c prom)				43.36
Desviación estándar (σ)				7.47
Resistencia característica (f'c en kg/cm ²)				35.89

Tabla N° 26. Resultado del incremento de la resistencia a compresión en porcentaje (%) de las muestras en estudio.

Muestra	f'c (kg/cm ²)	Incremento de la Resistencia (%)
Patrón	21.55	
5% de Ichu	33.13	53.74
10% de Ichu	33.60	55.92
15% de Ichu	51.73	140.05
20% de Ichu	35.89	66.54

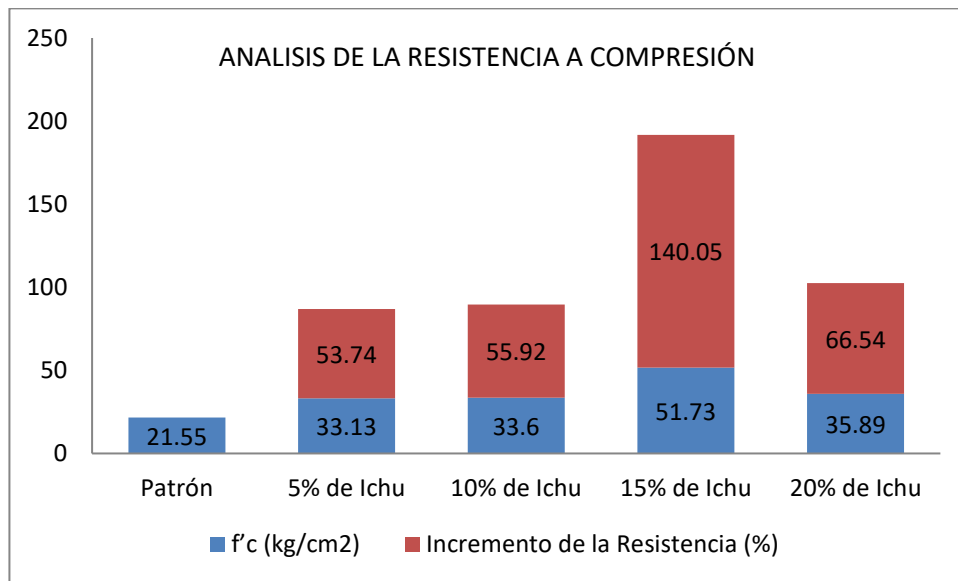


Figura N° 26. Incremento de la resistencia a compresión en %.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Para la discusión se realizara la comparación con trabajos similares realizados y los resultados obtenidos en dichos trabajos de investigación. Además se discute los resultados con las normas establecida.

Dentro de los parámetros que menciona la NTP 331.017 y NTP 399.601, que establece una absorción que está por debajo del rango del 22% es aceptable, obteniendo en nuestro caso como resultado; la muestra patrón y con la adición del 5% de Ichu; 20.53 y 21.84 respectivamente cumpliendo con lo establecido en dicha norma. Pero las demás muestras con la adición del 10, 15 y 20% de Ichu superan el 22%. Por lo tanto no cumplen con lo establecido en la norma de albañilería (E-070).

La norma E-070 especifica que la succión de los ladrillos de arcilla debe estar comprendido entre los 10 y 20 gr/cm^2 - min. Cuando excede este valor se necesita regar a los ladrillos de arcilla durante 30 minutos, entre 10 a 15 horas antes de ser asentados. En todos los tratamiento estudiados supera los valores obtenido desde 27.83 hasta 132.0 gr/cm^2 – min. Por lo tanto es necesario realizar el riego con agua antes de ser asentados.

Arquíñigo (2011) en su investigación; propuesta para mejorar la calidad estructural de los ladrillos artesanales de arcilla cocida de Huánuco, obtiene como resultado

sobre la adición del 10% (en volumen) de aserrín en la composición de la materia prima, ha permitido que mejoren las resistencias a compresión de unidades, pilas y muretes, obteniendo como resultado; sin mejoras (testigo) de 21.35 Kg/cm², no alcanzando el mínimo para el tipo I, según la Norma E.070 (2006 = 50 Kg/cm²). Pero los ladrillos mejorados (lotes 1 y 2) alcanzan resistencias a compresión de unidades de 140.68 y 70.95 Kg/cm², clasificando como tipo IV y II, respectivamente.

Ruiz (2015) en su tesis; influencia de la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión axial de un ladrillo de arcilla artesanal de Cajamarca, afirma que los mejores resultados se obtuvieron usando 10% de vidrio triturado como reforzante en la elaboración de ladrillos de arcilla, con 10% de vidrio triturado se obtuvo una resistencia de 97.74 Kg/cm² clasificándose como un ladrillo de tipo III y con 15% (90.97 Kg/cm²), 25% (89.81 Kg/cm²), 50% (66.21 Kg/cm²) de vidrio triturado disminuye la resistencia a la compresión ya que el vidrio triturado no se adhiere con la mezcla de arcilla y no permite una buena trabajabilidad de la mezcla generando mayor porosidad en los ladrillos siendo clasificados como ladrillos de tipo I.

Sánchez y Ramírez (1991), en su proyecto que utilizaba la ceniza de la cáscara de arroz como insumo, para mejorar la calidad de ladrillos King Kong tradicional. Se concluyó en que la resistencia a la compresión de ladrillos King Kong tradicional con ceniza obtuvo un promedio de 50.5 kg/cm² el cual es mayor que los ladrillos que incorporan aserrín o cascarilla los cuales alcanzan un promedio de 42.5 kg/cm², al mismo tiempo se obtiene una resistencia de 160.5 kg/cm² cuando son extruidos con máquinas.

En cuanto a nuestro resultado se obtuvo una mejor resistencia adicionando 15% de Ichu en su volumen, obteniendo un valor de 51.73 Kg/cm^2 , clasificando como ladrillo de tipo I (50 Kg/cm^2), según la norma E.070. Por lo tanto se sustenta que al adicionar un material en particular (aserrín, vidrio, cascarilla de arroz, ceniza de arroz) mejora la resistencia a compresión de los ladrillos de arcilla fabricados artesanalmente.

4.2 Conclusiones

- Se obtuvo un contenido de humedad de 28.54%, mayor a lo recomendado (22%).
- Se calculó un índice de plasticidad de 23.10%, determinando como arcilla de baja plasticidad.
- Se obtuvo una mayor variación dimensional en la muestra con 20% de Ichu; Largo = 14.17%, Alto = 21.11% y Ancho = 13.08%.
- El mayor alabeo obtenido en lo que respecta a la concavidad fue de la muestra con 15% de Ichu de 4.20 mm y la mayor convexidad con la muestra de 5% de Ichu con un 5.00 mm.
- Presentó menor absorción promedio la muestra patrón; con 20.53% de agua y la mayor absorción promedio de 23.30% de agua, la muestra con adición del 20% de Ichu.
- En lo que corresponde a la succión se obtuvo un valor máximo de $132 \text{ gr/cm}^2\text{-min}$; correspondiente a la muestra patrón y $27.83 \text{ gr/cm}^2\text{-min}$ a la muestra con 15% de Ichu.
- Se obtuvo la resistencia a compresión muestra patrón = 21.55 kg/cm^2 , con la incorporación del 5% de Ichu = 33.13 Kg/cm^2 , con 10% de Ichu = 33.60 Kg/cm^2 , con 15% de Ichu = 51.73 Kg/cm^2 y con 20% de Ichu = 35.89 Kg/cm^2 .

- Al utilizar la proporción del 15% de Ichu en su volumen se obtiene los mejores resultados llegando a un valor de 51.73 Kg/cm^2 , clasificando como ladrillo de tipo I (50 Kg/cm^2), según la norma E.070.
- Se concluye que la adición de Ichu en los ladrillos de arcilla artesanales incrementa la resistencia a compresión en más del 10% en todos los tratamientos estudiados. Llegando a incrementar desde el 55.92% hasta 140.05 %, dando por válida la hipótesis planteada.

REFERENCIAS

1. Afanador, N., Gerrero, G., & Monroy, R. (2012). Propiedades físicas de los ladrillos macizos cerámico para manpostería. Bogotá.
2. Arquíñigo, W. (2011). Propuesta de para mejorar la calidad estructural de los ladrillos de arcilla artesanales cocida en Huánuco. Lima.
3. Barransuela, & Lescano, J. (2014). Propiedades mecánicas que le permite al ladrillo soportar a compresión.
4. Barranzuela Lescano, J. (2014). Proceso constructivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura. Piura.
5. COSUDE. (2008). Mescla para ladrillo utilizando ceniza que se ha juntado del horno.
6. Fernández, K. (2010). Influencia del tipo de arcilla en las características técnicas del ladrillo Santa Bárbara.
7. Gallegos, H., & y Casabonne, C. (2005). Unidades de albañilera es el componente básico para la construcción de la albañilería.
8. Garcia, C. (2013). Evaluación de la calidad de ladrillos artesanales king kong según prácticas de fabricación en el sector Fila Alta de la ciudad de Jaén. Cajamarca.
9. Nuñez, K. (2019). Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo artesanal fabricado con arcilla y concreto Baños del Inca. Cajamarca.
10. Sanchez y Ramirez (1991). Proyecto que utiliza la ceniza de la cáscara de arroz como insumo para mejorar la calidad del ladrillo king kong tradicional. Lima.

11. Reynel. (2012). Guía de identificación de las plantas comunes del derecho de vía del ducto de Perú . Lima.
12. Ruíz, D. (2015). Influencia en la adición de vidrio triturado en la resistencia a la compresión de un ladrillo artesanal de Cajamarca. Cajamarca.
13. Ruíz, S. (2015). Ladrillo elaborado artesanalmente en los Centros Poblados de Santa Bárbara y el Cerrillo. Baños del Inca.
14. San Bartolomé, A. (1994). Resistencia a la compresión del testigo. Lima.
15. Sánchez. (2010). Problemas de baja resistencia en ladrillos de arcilla cocidos artesanalmente. Ecuador.
16. Toctaquiza, O. (2008). Forma de optimizar el proceso de cocción en la producción de ladrillo de cerámica.
17. UTEC. (2016). Propuesta peruana. Lima.

ANEXOS

ANEXO N.º 1. Panel Fotográfico.

ANEXO N.º 2. Tablas de procesamiento de datos.

ANEXO N.º 3. Protocolos de laboratorio.

ANEXO N° 1. PANEL FOTOGRÁFICO.



Figura N° 27. Pesando la muestra (arcilla), para ensayo de contenido de humedad.



Figura N° 28. Realizando ensayo de límite líquido.



Figura N° 29. Realizando ensayo de límite plástico.



Figura N° 30. Material (arcilla) para realizar ensayo de granulometría.



*Figura N° 31. Plantaciones de Ichu (*stipa ichu*).*

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).



Figura N° 32. Mesclado de Ichu con el crudo.



Figura N° 33. Secado de los ladrillos.



Figura N° 34. Ubicaciones los ladrillos en el horno.

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).



Figura N° 35. Horno de cocción del ladrillo.



Figura N° 36. Ladrillos para realizar ensayos en el laboratorio.



Figura N° 37. Realizando ensayo de variación dimensional.



Figura N° 38. Realizando ensayo de alabeo.



Figura N° 39. Pesando los ladrillos para ensayo de absorción.

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).



Figura N° 40. Realizando ensayo de succión.



Figura N° 41. Ladrillos sumergidos en agua para ensayo de absorción.

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).



Figura N° 42. Realizando ensayo de resistencia a la compresión.



Figura N° 43. Ladrillos sometidos a compresión.

ANEXO N° 2. TABLAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS

- Resistencia a compresión.

Tabla N° 27. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P_1).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
P_1	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.23	2.05	0.017	121.72
	1000	1.62	4.10	0.022	184.83
	1500	2.03	6.15	0.028	221.25
	2000	2.42	8.20	0.033	247.46
	2500	2.85	10.25	0.039	262.65
	3000	3.12	12.31	0.043	287.91
	3500	3.43	14.36	0.047	305.54
	4000	3.76	16.41	0.052	318.54
	4500	4.16	18.46	0.057	323.90
	5000	4.45	20.51	0.061	336.43
	5500	4.63	22.56	0.063	355.69
	6000	4.97	24.61	0.068	361.48
	6500	5.64	26.66	0.077	345.08

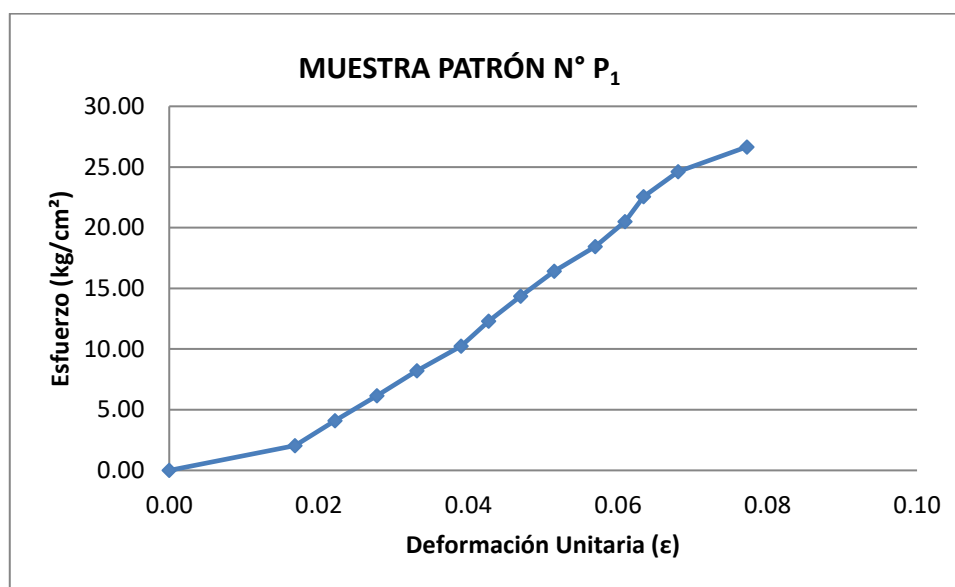


Figura N° 44. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P_1 .

Tabla N° 28. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P_2).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
P₂	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.64	2.02	0.022	91.30
	1000	2.30	4.05	0.031	130.21
	1500	2.68	6.07	0.036	167.62
	2000	2.97	8.09	0.040	201.67
	2500	3.22	10.12	0.044	232.51
	3000	3.40	12.14	0.046	264.24
	3500	3.58	14.16	0.048	292.78
	4000	3.75	16.19	0.051	319.44
	4500	3.95	18.21	0.053	341.17
	5000	4.09	20.23	0.055	366.11
	5500	4.39	22.26	0.059	375.20
	6000	4.65	24.28	0.063	386.42
	6500	4.87	26.31	0.066	399.71
	7000	5.16	28.33	0.070	406.26
	7500	5.40	30.35	0.073	415.94

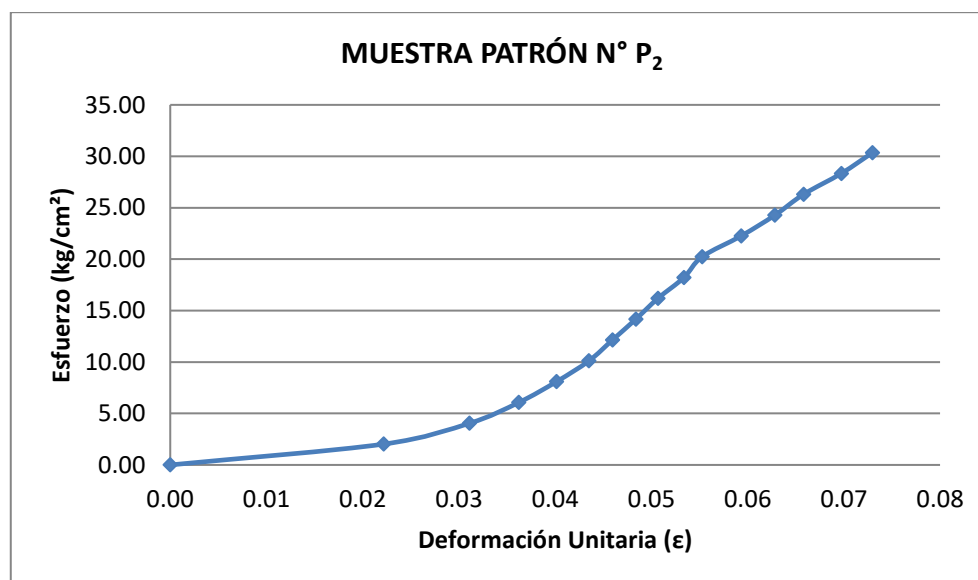


Figura N° 45. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P_2 .

Tabla N° 29. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P_3).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
P_3	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	0.70	2.11	0.010	213.71
	1000	1.08	4.21	0.015	277.04
	1500	1.38	6.32	0.019	325.22
	2000	1.54	8.43	0.022	388.57
	2500	1.74	10.54	0.025	429.88
	3000	1.82	12.64	0.026	493.19
	3500	1.96	14.75	0.028	534.28
	4000	2.10	16.86	0.030	569.90
	4500	2.24	18.96	0.032	601.07
	5000	2.39	21.07	0.034	625.94
	5500	2.52	23.18	0.035	653.01
	6000	2.69	25.28	0.038	667.36
	6500	2.84	27.39	0.040	684.79
	7000	2.97	29.50	0.042	705.18
	7500	3.08	31.61	0.043	728.57
	8000	3.19	33.71	0.045	750.34
	8500	3.38	35.82	0.048	752.42
	9000	3.74	37.93	0.053	720.00
	9500	4.12	40.03	0.058	689.90
10000	4.36	42.14	0.061	686.24	
10500	5.08	44.25	0.072	618.42	

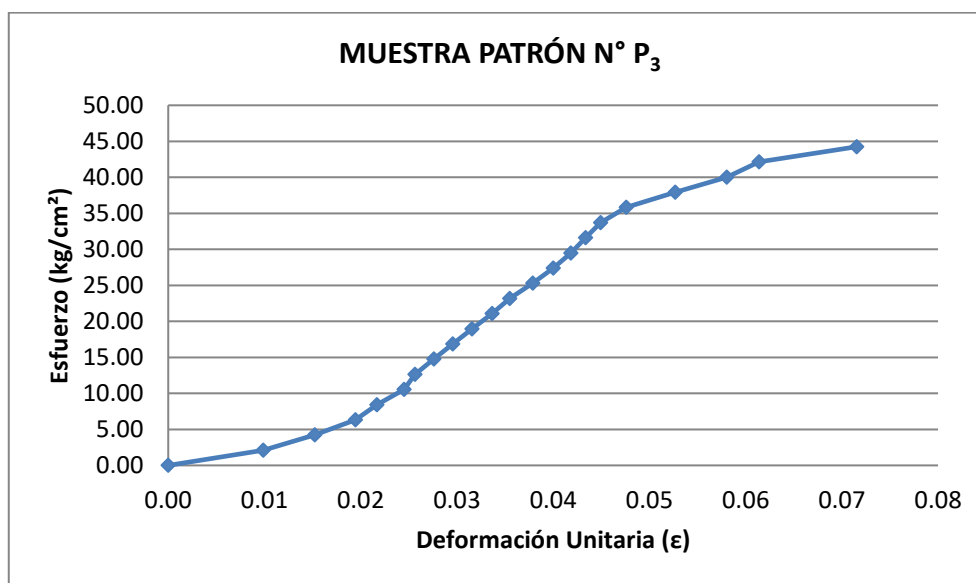


Figura N° 46. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P_3 .

Tabla N° 30. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - Patrón (P_4).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
P_4	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.08	2.03	0.015	135.56
	1000	1.96	4.07	0.027	149.39
	1500	2.64	6.10	0.037	166.36
	2000	3.24	8.13	0.045	180.74
	2500	3.72	10.17	0.052	196.78
	3000	4.05	12.20	0.056	216.89
	3500	4.65	14.23	0.065	220.39
	4000	5.08	16.27	0.071	230.55
	4500	6.07	18.30	0.084	217.07

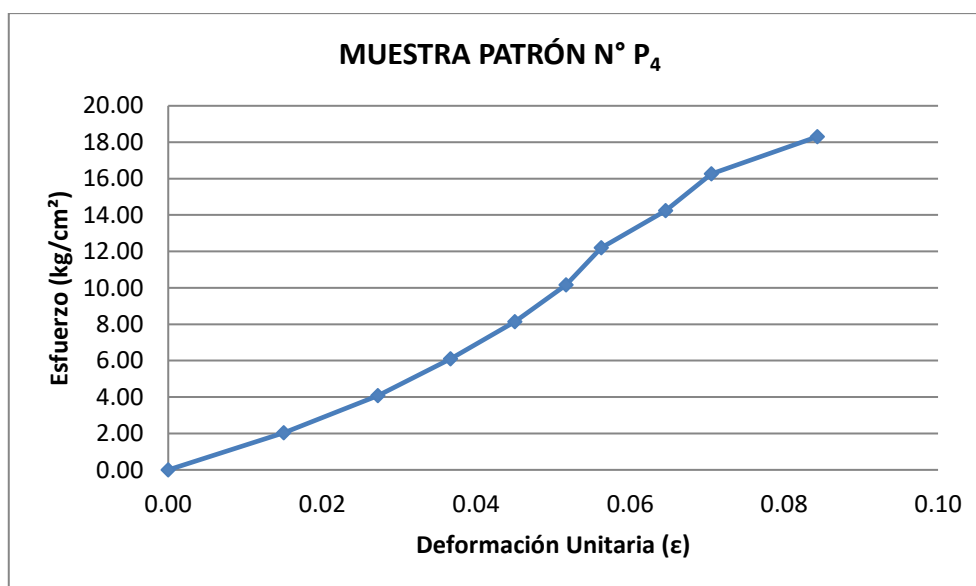


Figura N° 47. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P_4 .

Tabla N° 31. Carga máxima y deformación máxima de la muestra - patrón (P_5).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
P_5	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	0.73	2.07	0.010	204.20
	1000	1.29	4.14	0.018	231.11
	1500	1.70	6.21	0.024	263.06
	2000	2.19	8.28	0.030	272.27
	2500	2.38	10.35	0.033	313.17
	3000	2.68	12.42	0.037	333.74
	3500	2.94	14.49	0.041	354.92
	4000	3.19	16.56	0.044	373.84
	4500	3.46	18.63	0.048	387.75
	5000	3.62	20.70	0.050	411.79
	5500	4.02	22.77	0.056	407.90
	6000	4.35	24.84	0.060	411.22
	6500	4.64	26.92	0.064	417.65
	7000	5.17	28.99	0.072	403.67
	7500	5.53	31.06	0.077	404.34

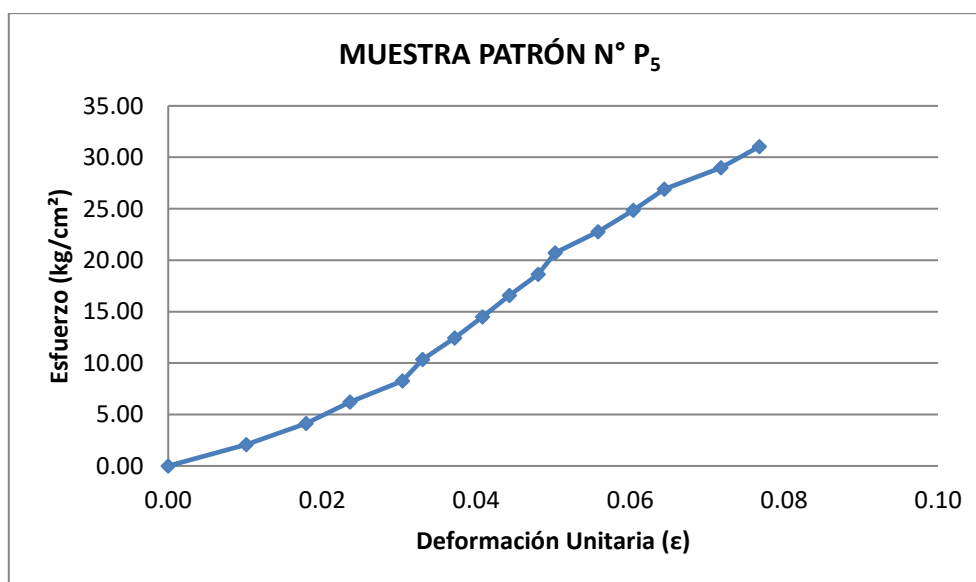


Figura N° 48. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra P_5 .

Tabla N° 32. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T_1)

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm ²	ϵ (mm/mm)	E kg/cm ²
T₁	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	1.03	1.97	0.014	141.59
	1000	1.39	3.94	0.019	209.84
	1500	1.73	5.91	0.023	252.90
	2000	1.98	7.88	0.027	294.63
	2500	2.18	9.85	0.029	334.50
	3000	2.40	11.82	0.032	364.60
	3500	2.66	13.80	0.036	383.79
	4000	2.93	15.77	0.040	398.20
	4500	3.19	17.74	0.043	411.47
	5000	3.44	19.71	0.046	423.96
	5500	3.66	21.68	0.049	438.32
	6000	3.91	23.65	0.053	447.60
	6500	4.09	25.62	0.055	463.56
	7000	4.43	27.59	0.060	460.90
	7500	4.84	29.56	0.065	451.99
	8000	5.07	31.53	0.069	460.25

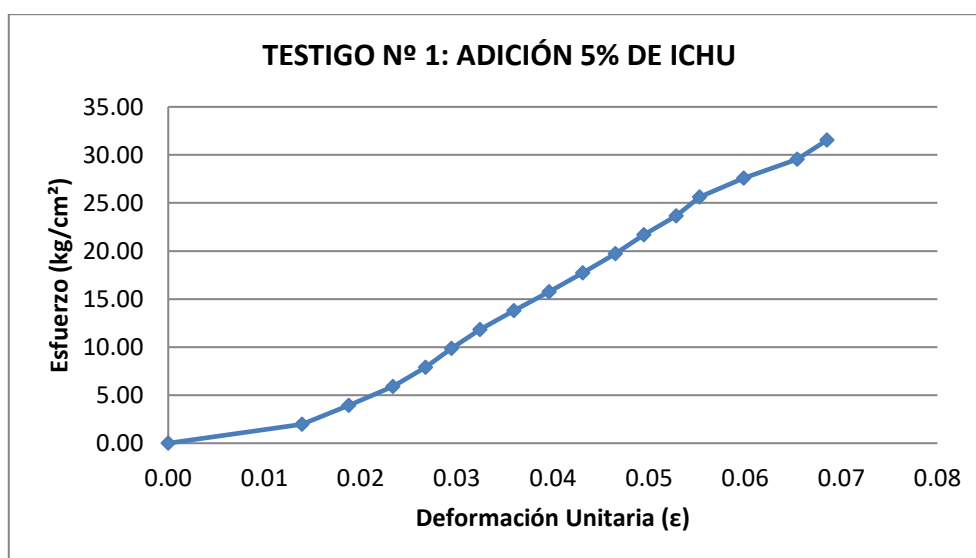


Figura N° 49. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T_1).

Tabla N° 33. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T_2)

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
T_2	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	0.97	2.05	0.013	158.64
	1000	1.60	4.10	0.021	192.35
	1500	1.98	6.16	0.026	233.15
	2000	2.38	8.21	0.032	258.62
	2500	2.63	10.26	0.035	292.54
	3000	2.84	12.31	0.038	325.09
	3500	3.13	14.36	0.042	344.14
	4000	3.32	16.41	0.044	370.79
	4500	3.61	18.47	0.048	383.63
	5000	3.82	20.52	0.051	402.82
	5500	3.98	22.57	0.053	425.29
	6000	4.12	24.62	0.055	448.19
	6500	4.27	26.67	0.057	468.48
	7000	4.48	28.72	0.060	480.87
	7500	4.69	30.78	0.063	492.15
	8000	4.87	32.83	0.065	505.55
	8500	5.03	34.88	0.067	520.06
	9000	5.43	36.93	0.072	510.09
	9500	5.48	38.98	0.073	533.52
10000	5.87	41.03	0.078	524.29	

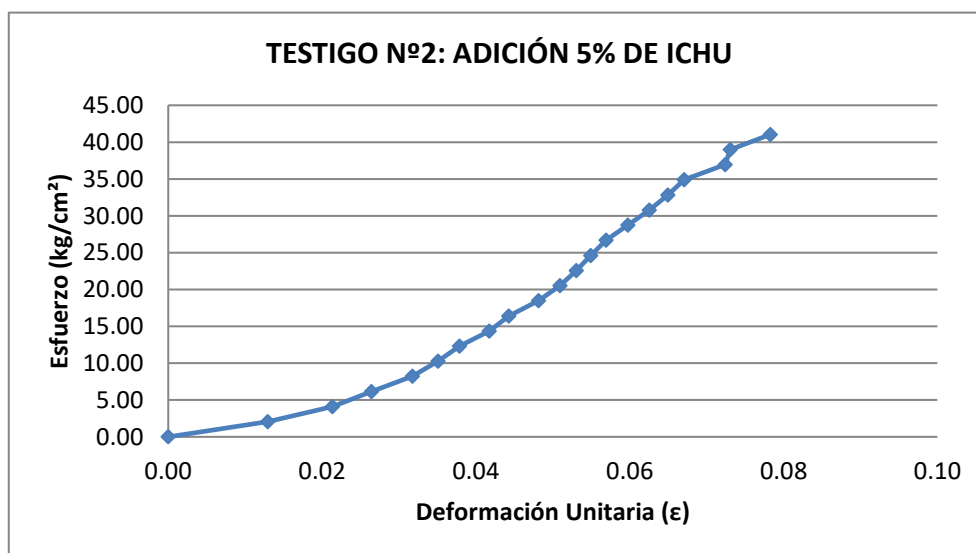


Figura N° 50. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T_2).

Tabla N° 34. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T_3).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
T_3	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	1.16	2.06	0.016	129.65
	1000	1.56	4.12	0.021	192.81
	1500	1.81	6.18	0.025	249.27
	2000	2.07	8.24	0.028	290.61
	2500	2.32	10.30	0.032	324.12
	3000	2.53	12.36	0.035	356.66
	3500	2.73	14.42	0.037	385.62
	4000	2.92	16.48	0.040	412.03
	4500	3.16	18.54	0.043	428.33
	5000	3.34	20.60	0.046	450.27
	5500	3.59	22.66	0.049	460.81
	6000	3.97	24.72	0.054	454.58
	6500	4.17	26.78	0.057	468.85
	7000	4.41	28.84	0.060	477.43
	7500	4.63	30.90	0.063	487.23
	8000	4.82	32.96	0.066	499.22
	8500	4.91	35.02	0.067	520.70
	9000	5.12	37.08	0.070	528.72
	9500	5.36	39.14	0.073	533.10
10000	5.72	41.20	0.078	525.84	

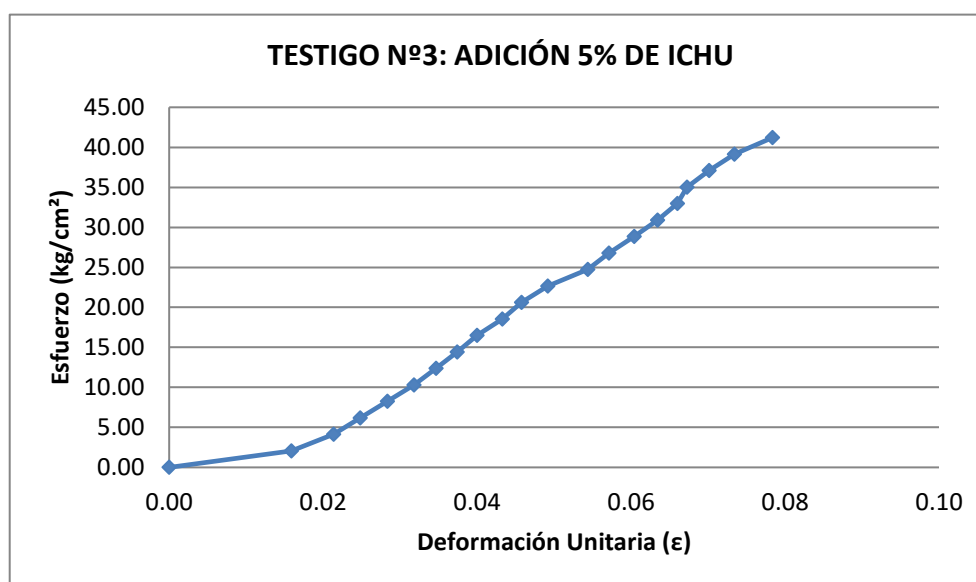


Figura N° 51. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T_3).

Tabla N° 35. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T_4).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
T_4	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	1.18	2.00	0.016	127.02
	1000	1.57	4.00	0.021	190.93
	1500	1.86	6.00	0.025	241.74
	2000	2.12	7.99	0.028	282.79
	2500	2.36	9.99	0.031	317.54
	3000	2.58	11.99	0.034	348.56
	3500	2.74	13.99	0.037	382.91
	4000	2.92	15.99	0.039	410.63
	4500	3.12	17.99	0.042	432.35
	5000	3.32	19.98	0.044	451.45
	5500	3.56	21.98	0.047	463.11
	6000	3.78	23.98	0.050	475.81
	6500	4.03	25.98	0.054	483.48
	7000	4.32	27.98	0.058	485.72
	7500	4.63	29.98	0.062	485.57
	8000	4.92	31.97	0.066	487.41
8500	5.32	33.97	0.071	478.94	

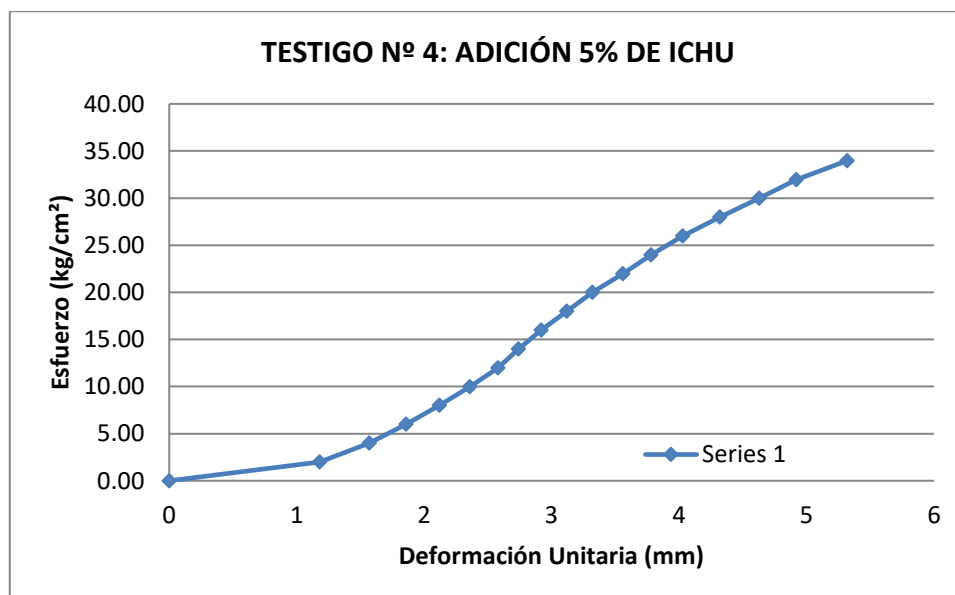


Figura N° 52. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T_4).

Tabla N° 36. Carga y deformación máxima de la muestra - con 5% de Ichu (T_5).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	1.08	2.03	0.014	141.20
	1000	1.57	4.07	0.021	194.27
	1500	1.79	6.10	0.024	255.59
	2000	2.03	8.13	0.027	300.49
	2500	2.16	10.17	0.029	353.01
	3000	2.29	12.20	0.031	399.57
	3500	2.42	14.23	0.032	441.12
	4000	2.59	16.27	0.035	471.05
	4500	2.78	18.30	0.037	493.71
	5000	3.02	20.33	0.040	504.97
T_5	5500	3.19	22.37	0.043	525.87
	6000	3.32	24.40	0.044	551.21
	6500	3.48	26.43	0.046	569.69
	7000	3.59	28.47	0.048	594.71
	7500	3.77	30.50	0.050	606.77
	8000	3.92	32.53	0.052	622.45
	8500	4.12	34.57	0.055	629.25
	9000	4.28	36.60	0.057	641.36
	9500	4.52	38.63	0.060	641.04
	10000	4.71	40.67	0.063	647.56
	10500	4.92	42.70	0.066	650.92
	11000	5.16	44.73	0.069	650.20
	11500	5.34	46.77	0.071	656.84
	12000	5.58	48.80	0.074	655.92
	12500	5.72	50.83	0.076	666.53
	13000	5.92	52.87	0.079	669.77

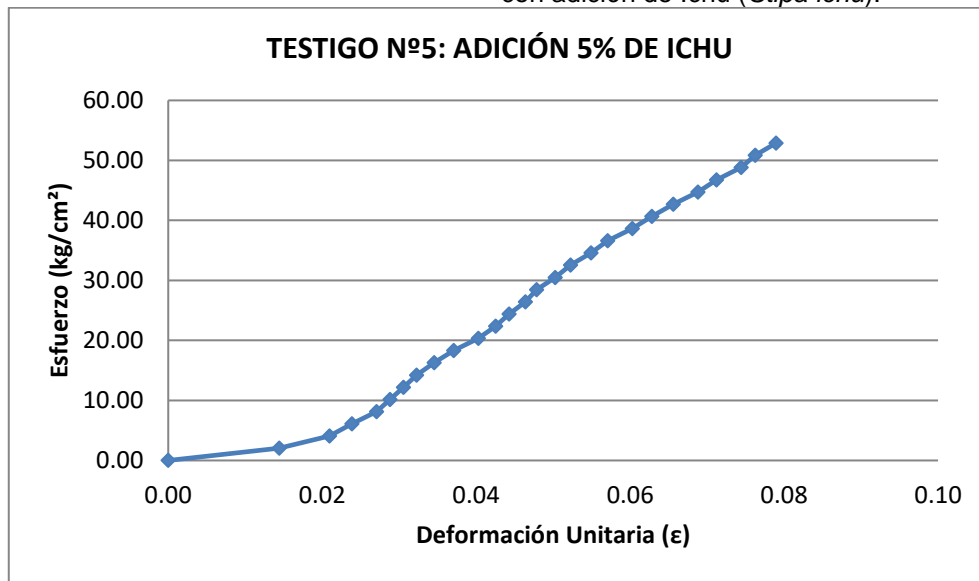


Figura N° 53. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 5% de Ichu (T_5).

Tabla N° 37. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T_1).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	1.03	1.97	0.014	143.51
	1000	1.47	3.94	0.020	201.11
	1500	1.82	5.91	0.024	243.65
	2000	2.04	7.88	0.027	289.83
	2500	2.28	9.85	0.030	324.15
	3000	2.58	11.82	0.034	343.75
T_1	3500	2.81	13.80	0.037	368.22
	4000	3.01	15.77	0.040	392.86
	4500	3.24	17.74	0.043	410.59
	5000	3.48	19.71	0.046	424.75
	5500	3.72	21.68	0.050	437.08
	6000	3.98	23.65	0.053	445.67
	6500	4.21	25.62	0.056	456.43
	7000	4.49	27.59	0.060	460.88
	7500	4.76	29.56	0.063	465.80
	8000	4.99	31.53	0.067	473.95

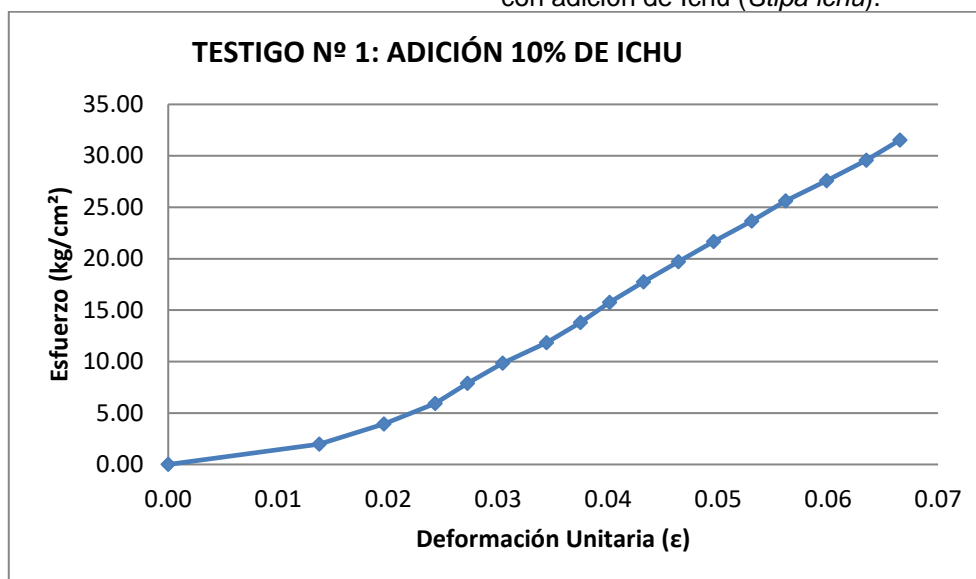


Figura N° 54. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T_1).

Tabla N° 38. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T_2).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	0.97	2.05	0.013	156.46
	1000	1.35	4.10	0.018	224.84
	1500	1.62	6.15	0.022	281.04
	2000	1.87	8.20	0.025	324.63
	2500	2.18	10.25	0.029	348.08
	3000	2.46	12.31	0.033	370.16
	3500	2.54	14.36	0.034	418.25
	4000	2.84	16.41	0.038	427.50
	4500	2.9	18.46	0.039	470.99
T₂	5000	3.13	20.51	0.042	484.87
	5500	3.27	22.56	0.044	510.52
	6000	3.44	24.61	0.046	529.41
	6500	3.62	26.66	0.049	545.01
	7000	3.81	28.71	0.051	557.66
	7500	4.06	30.76	0.055	560.70
	8000	4.23	32.81	0.057	574.05
	8500	4.57	34.86	0.062	564.55
	9000	4.92	36.92	0.066	555.23
	9500	5.5	38.97	0.074	524.27
	10000	5.8	41.02	0.078	523.32

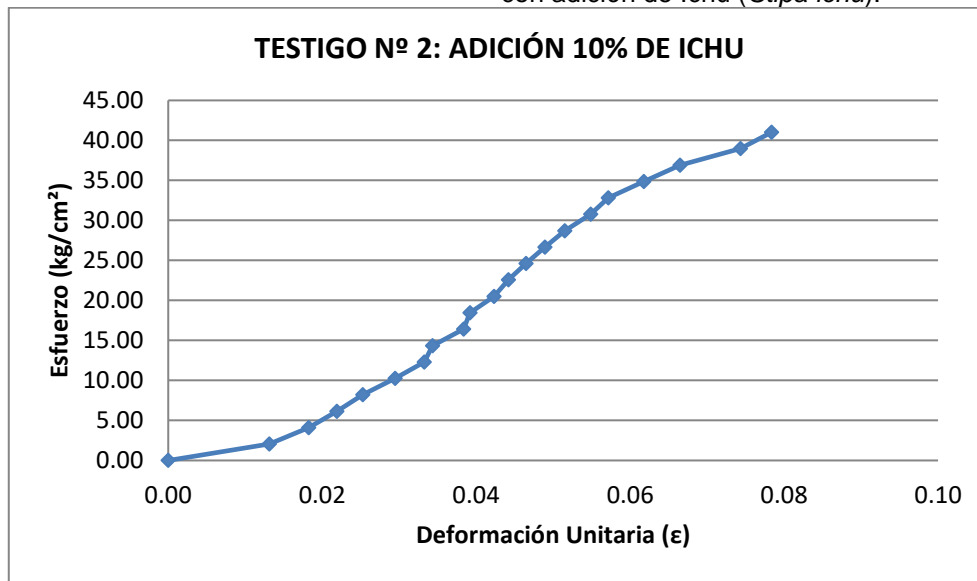


Figura Nº 55. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T_2).

Tabla Nº 39. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T_3).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	0.98	2.03	0.013	155.68
	1000	1.42	4.07	0.019	214.88
	1500	1.95	6.10	0.026	234.71
	2000	2.20	8.14	0.029	277.39
	2500	2.39	10.17	0.032	319.17
	3000	2.64	12.21	0.035	346.73
	3500	2.85	14.24	0.038	374.72
	4000	3.08	16.27	0.041	396.27
	4500	3.28	18.31	0.044	418.62
T_3	5000	3.48	20.34	0.046	438.40
	5500	3.65	22.38	0.049	459.78
	6000	3.82	24.41	0.051	479.26
	6500	4.08	26.44	0.054	486.11
	7000	4.31	28.48	0.057	495.56
	7500	4.75	30.51	0.063	481.78
	8000	5.18	32.55	0.069	471.24
	8500	5.56	34.58	0.074	466.47
	9000	5.82	36.62	0.078	471.84
	9500	6.16	38.65	0.082	470.57

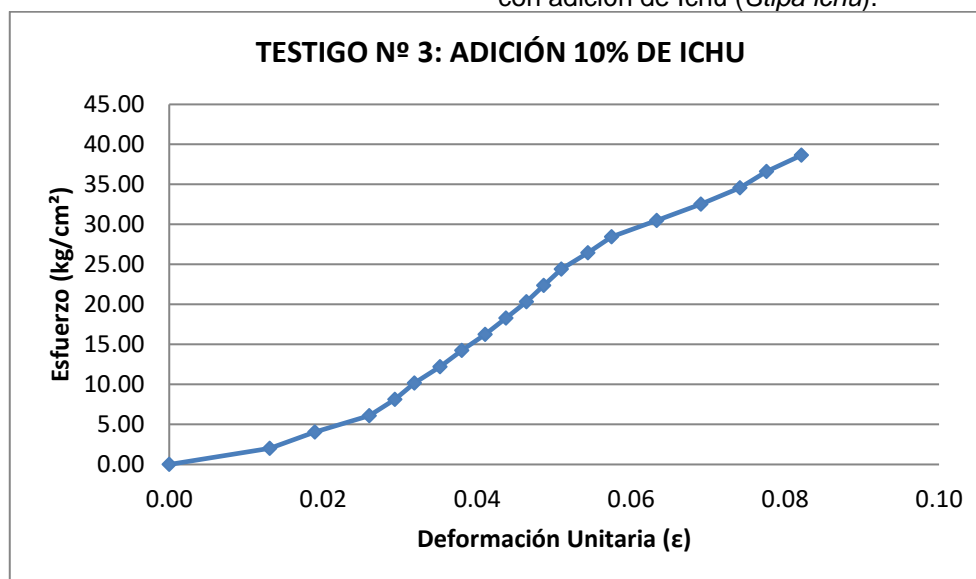


Figura N° 56. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T_3).

Tabla N° 40. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T_4).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	0.84	2.04	0.011	179.93
	1000	1.37	4.08	0.019	220.65
	1500	1.75	6.13	0.024	259.10
	2000	2.03	8.17	0.027	297.82
	2500	2.22	10.21	0.030	340.41
	3000	2.44	12.25	0.033	371.67
	3500	2.63	14.30	0.036	402.28
	4000	2.82	16.34	0.038	428.78
	4500	2.96	18.38	0.040	459.56
T₄	5000	3.16	20.42	0.043	478.30
	5500	3.37	22.47	0.046	493.35
	6000	3.69	24.51	0.050	491.52
	6500	4.08	26.55	0.055	481.59
	7000	4.29	28.59	0.058	493.24
	7500	4.55	30.64	0.061	498.28
	8000	4.82	32.68	0.065	501.72
	8500	5.09	34.72	0.069	504.80
	9000	5.43	36.76	0.073	501.03

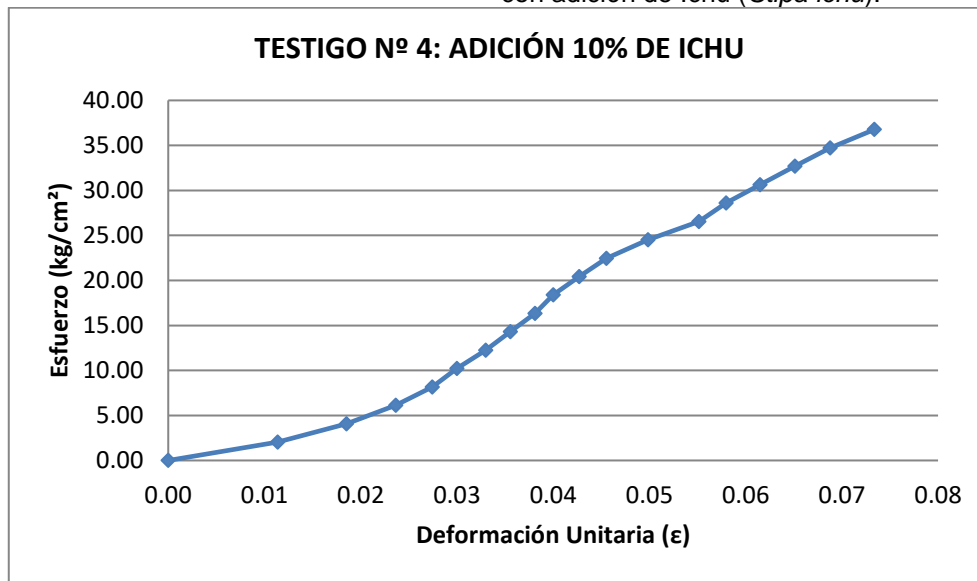


Figura N° 57. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T_4).

Tabla N° 41. Carga y deformación máxima de la muestra - con 10% de Ichu (T_5).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0	0.00	0.000	0.00
	500	1.75	2.03	0.023	88.23
	1000	2.23	4.06	0.029	138.48
	1500	2.64	6.10	0.035	175.46
	2000	2.92	8.13	0.038	211.52
	2500	3.14	10.16	0.041	245.87
	3000	3.35	12.19	0.044	276.55
	3500	3.62	14.22	0.048	298.58
T_5	4000	3.87	16.25	0.051	319.19
	4500	4.09	18.29	0.054	339.77
	5000	4.27	20.32	0.056	361.61
	5500	4.49	22.35	0.059	378.28
	6000	4.83	24.38	0.064	383.62
	6500	5.01	26.41	0.066	400.66
	7000	5.28	28.44	0.069	409.42
	7500	5.46	30.48	0.072	424.20
	8000	5.76	32.51	0.076	428.91
	8500	6.3	34.54	0.083	416.66

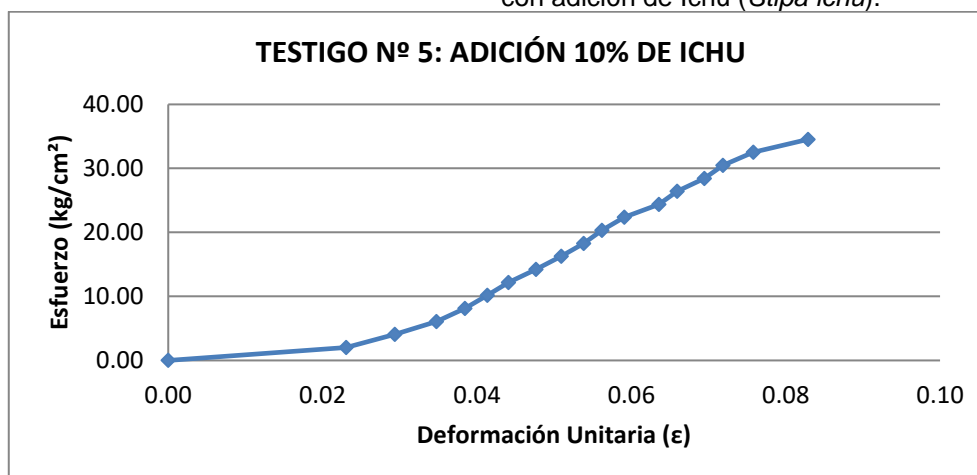


Figura N° 58. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de Ichu (T₅).

Tabla N° 42. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T₁).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm ²	ε (mm/mm)	E kg/cm ²
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.29	2.11	0.018	114.72
	1000	1.58	4.23	0.023	187.33
	1500	1.80	6.34	0.026	246.65
	2000	2.02	8.46	0.029	293.05
	2500	2.23	10.57	0.032	331.82
	3000	2.41	12.68	0.034	368.44
	3500	2.58	14.80	0.037	401.53
	4000	2.74	16.91	0.039	432.09
	4500	2.92	19.03	0.042	456.14
	5000	3.09	21.14	0.044	478.94
	5500	3.34	23.26	0.048	487.40
T₁	6000	3.52	25.37	0.050	504.52
	6500	3.84	27.48	0.055	501.01
	7000	4.07	29.60	0.058	509.06
	7500	4.29	31.71	0.061	517.45
	8000	4.46	33.83	0.064	530.91
	8500	4.63	35.94	0.066	543.38
	9000	4.82	38.05	0.069	552.67
	9500	5.09	40.17	0.073	552.42
	10000	5.32	42.28	0.076	556.36
	10500	5.56	44.40	0.079	558.96
	11000	5.89	46.51	0.084	552.77

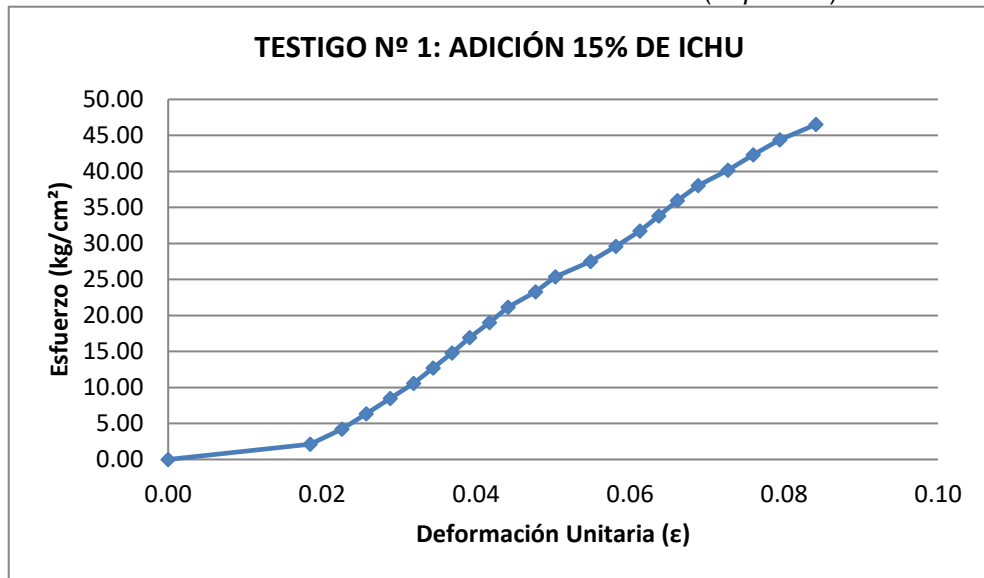


Figura N° 59. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T_1).

Tabla N° 43. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T₂).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	0.95	2.16	0.014	159.01
	1000	1.62	4.32	0.023	186.49
	1500	2.12	6.47	0.030	213.76
	2000	2.41	8.63	0.034	250.72
	2500	2.62	10.79	0.037	288.28
	3000	3.07	12.95	0.044	295.23
	3500	3.23	15.11	0.046	327.37
	4000	3.39	17.26	0.048	356.48
	4500	3.52	19.42	0.050	386.23
	5000	3.64	21.58	0.052	414.99
	5500	3.80	23.74	0.054	437.27
	6000	3.94	25.90	0.056	460.07
	6500	4.07	28.05	0.058	482.49
T ₂	7000	4.14	30.21	0.059	510.82
	7500	4.22	32.37	0.060	536.93
	8000	4.46	34.53	0.064	541.91
	8500	4.56	36.69	0.065	563.15
	9000	4.67	38.84	0.067	582.23
	9500	4.86	41.00	0.069	590.55
	10000	5.02	43.16	0.072	601.82
	10500	5.14	45.32	0.073	617.16
	11000	5.28	47.48	0.075	629.41
	11500	5.41	49.63	0.077	642.20
	12000	5.90	51.79	0.084	614.47
	12500	6.17	53.95	0.088	612.06
	13000	6.34	56.11	0.091	619.48
	13500	6.73	58.26	0.096	606.03

Figura N° 60. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 10% de ichu (T_2).

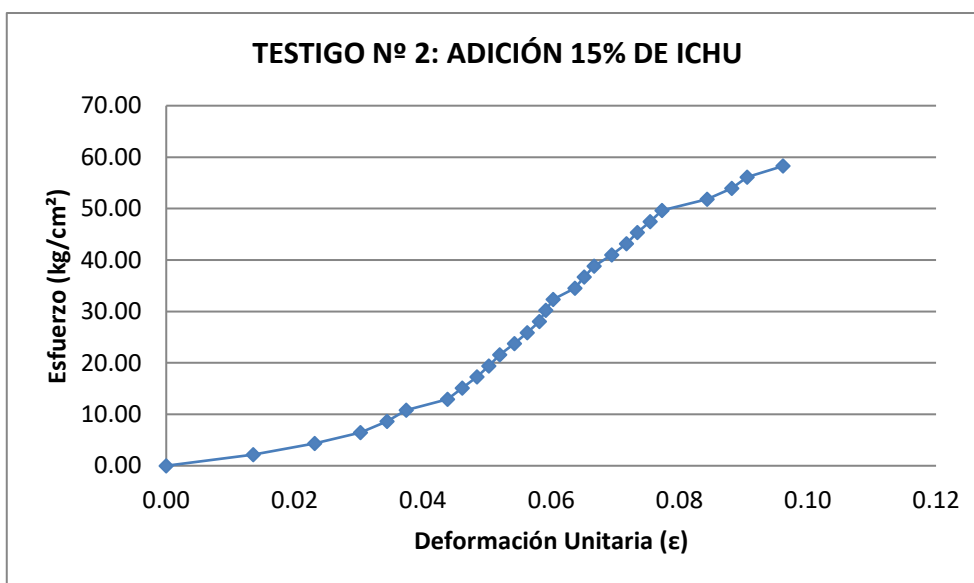


Tabla N° 44. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T_3).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.03	2.18	0.015	148.00
	1000	1.36	4.36	0.019	224.18
	1500	1.68	6.53	0.024	272.21
	2000	1.96	8.71	0.028	311.10
	2500	2.22	10.89	0.032	343.33
	3000	2.48	13.07	0.035	368.80
	3500	2.62	15.24	0.037	407.28
	4000	2.81	17.42	0.040	433.99
	4500	2.99	19.60	0.043	458.85
	5000	3.16	21.78	0.045	482.40
	5500	3.32	23.95	0.047	505.07
	6000	3.50	26.13	0.050	522.65
T_3	6500	3.72	28.31	0.053	532.72
	7000	3.92	30.49	0.056	544.43
	7500	4.12	32.67	0.059	555.00
	8000	4.24	34.84	0.061	575.24
	8500	4.43	37.02	0.063	584.98
	9000	4.62	39.20	0.066	593.92
	9500	4.81	41.38	0.069	602.15
	10000	4.96	43.55	0.071	614.67
	10500	5.16	45.73	0.074	620.39

11000	5.39	47.91	0.077	622.20
11500	5.56	50.09	0.079	630.59
12000	5.76	52.26	0.082	635.16
12500	5.89	54.44	0.084	647.02
13000	6.13	56.62	0.088	646.56

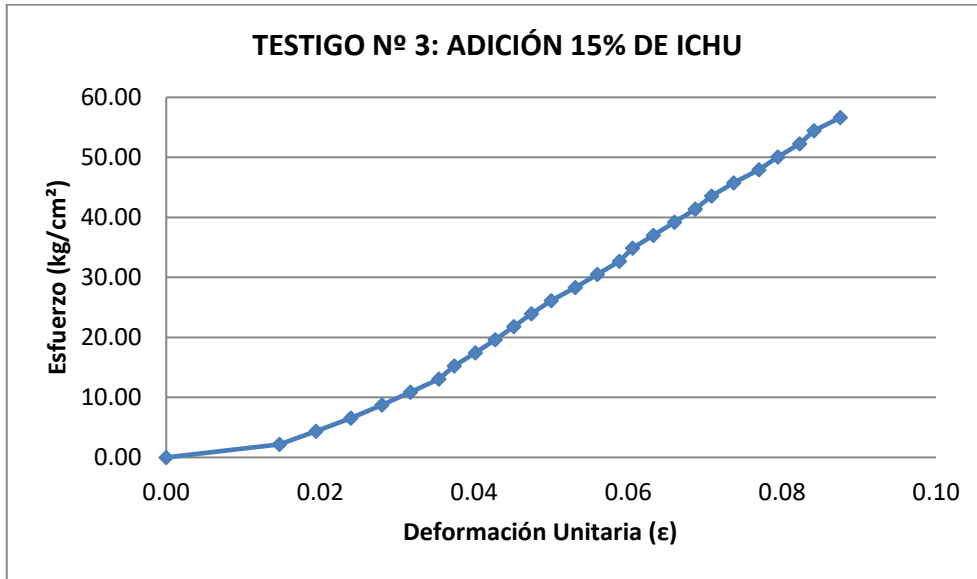


Figura N° 61. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T_3).

Tabla N° 45. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T_4).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	0.96	2.22	0.014	164.13
	1000	1.56	4.44	0.022	202.01
	1500	1.96	6.66	0.028	241.18
	2000	2.34	8.88	0.033	269.35
	2500	2.56	11.10	0.036	307.75
	3000	2.77	13.32	0.039	341.30
	3500	2.94	15.53	0.041	375.16
	4000	3.07	17.75	0.043	410.60
	4500	3.23	19.97	0.045	439.04
	5000	3.34	22.19	0.047	471.76
	5500	3.49	24.41	0.049	496.63
T_4	6000	3.62	26.63	0.051	522.32
	6500	3.76	28.85	0.053	544.78
	7000	3.93	31.07	0.055	561.31
	7500	4.09	33.29	0.058	577.88
	8000	4.24	35.51	0.060	594.60
	8500	4.46	37.73	0.063	600.59
	9000	4.63	39.95	0.065	612.57
	9500	4.78	42.17	0.067	626.32
	10000	4.92	44.39	0.069	640.52
	10500	5.12	46.60	0.072	646.27
	11000	5.29	48.82	0.075	655.29
	11500	5.46	51.04	0.077	663.75
	12000	5.76	53.26	0.081	656.53
	12500	5.92	55.48	0.083	665.40
	13000	6.23	57.70	0.088	657.59

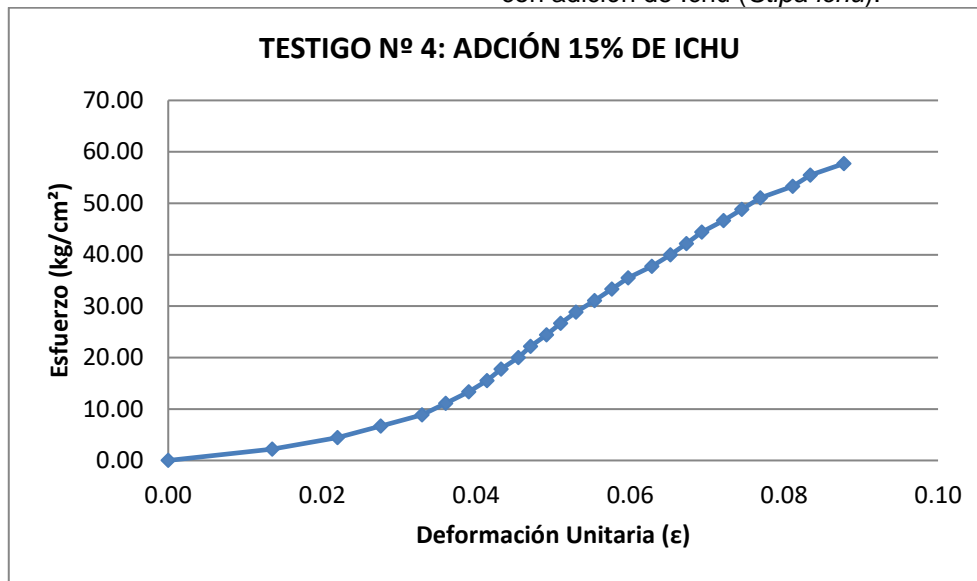


Figura N° 62. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T_4).

Tabla N° 46. Carga y deformación máxima de la muestra - con 15% de Ichu (T_5).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.37	2.24	0.019	116.15
	1000	1.88	4.48	0.026	169.28
	1500	2.22	6.72	0.031	215.03
	2000	2.57	8.96	0.036	247.66
	2500	2.86	11.21	0.040	278.18
	3000	3.04	13.45	0.043	314.06
	3500	3.24	15.69	0.046	343.78
	4000	3.41	17.93	0.048	373.31
	4500	3.58	20.17	0.050	400.03
	5000	3.72	22.41	0.052	427.75
T_5	5500	3.87	24.65	0.055	452.28
	6000	4.08	26.89	0.057	468.00
	6500	4.20	29.13	0.059	492.52
	7000	4.38	31.38	0.062	508.61
	7500	4.48	33.62	0.063	532.77
	8000	4.62	35.86	0.065	551.07
	8500	4.75	38.10	0.067	569.49
	9000	4.92	40.34	0.069	582.15
	9500	5.12	42.58	0.072	590.49
	10000	5.33	44.82	0.075	597.08
	10500	5.50	47.06	0.077	607.55
	11000	5.69	49.31	0.080	615.23

11500	5.82	51.55	0.082	628.83
12000	6.02	53.79	0.085	634.37
12500	6.18	56.03	0.087	643.70

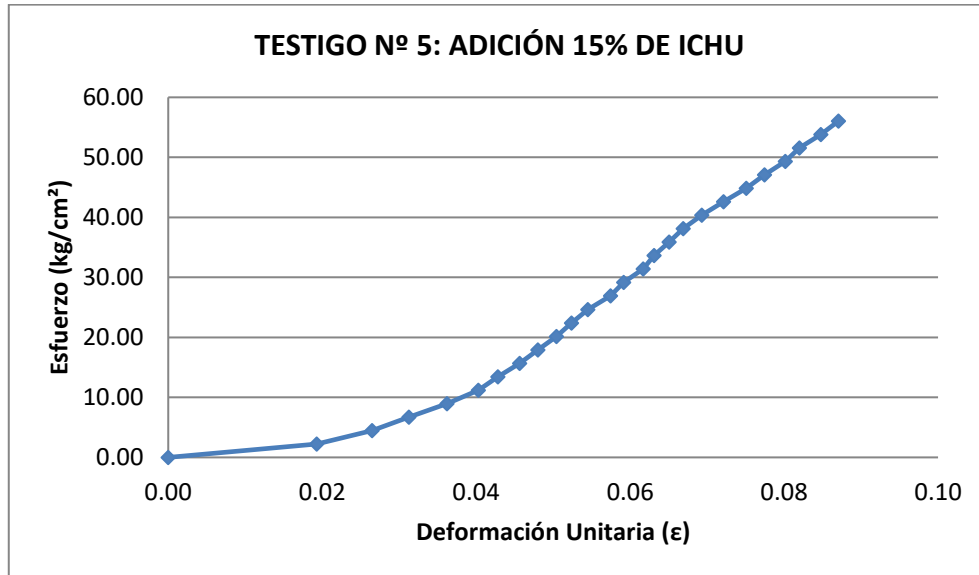


Figura N° 63. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 15% de Ichu (T_5).

Tabla N° 47. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T_1).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.08	2.16	0.015	139.87
	1000	1.45	4.32	0.021	208.36
	1500	1.77	6.47	0.025	256.03
	2000	2.10	8.63	0.030	287.73
	2500	2.37	10.79	0.034	318.69
	3000	2.58	12.95	0.037	351.30
	3500	2.94	15.11	0.042	359.66
	4000	3.19	17.26	0.046	378.83
	4500	3.32	19.42	0.047	409.49
T_1	5000	3.49	21.58	0.050	432.83
	5500	3.64	23.74	0.052	456.49
	6000	3.82	25.90	0.055	474.53
	6500	4.16	28.05	0.059	472.05
	7000	4.33	30.21	0.062	488.41
	7500	4.51	32.37	0.064	502.41
	8000	4.88	34.53	0.070	495.27
	8500	5.37	36.69	0.077	478.21
	9000	5.56	38.84	0.079	489.03
	9500	5.76	41.00	0.082	498.28

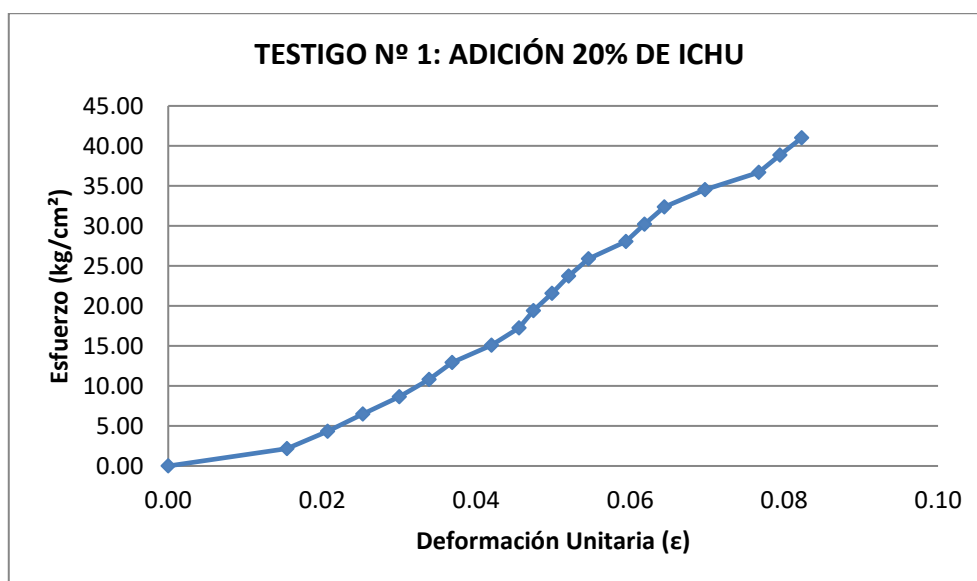


Figura N° 64. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T_1).

Tabla N° 48. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T₂).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ε (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.03	2.17	0.014	151.63
	1000	1.51	4.34	0.021	206.86
	1500	1.78	6.51	0.025	263.23
	2000	2.02	8.68	0.028	309.27
	2500	2.24	10.85	0.031	348.62
	3000	2.39	13.02	0.033	392.09
	3500	2.57	15.18	0.036	425.40
	4000	2.86	17.35	0.040	436.87
	4500	3.07	19.52	0.043	457.86
	5000	3.28	21.69	0.046	476.17
T₂	5500	3.56	23.86	0.049	482.59
	6000	3.72	26.03	0.052	503.81
	6500	3.97	28.20	0.055	511.43
	7000	4.11	30.37	0.057	532.01
	7500	4.28	32.54	0.059	547.37
	8000	4.39	34.71	0.061	569.23
	8500	4.62	36.88	0.064	574.70
	9000	4.87	39.05	0.068	577.26
	9500	5.00	41.21	0.069	593.49
	10000	5.18	43.38	0.072	603.02
	10500	5.32	45.55	0.074	616.51
	11000	5.56	47.72	0.077	617.99
	11500	5.86	49.89	0.081	613.00
	12000	6.12	52.06	0.085	612.48
	12500	6.42	54.23	0.089	608.19

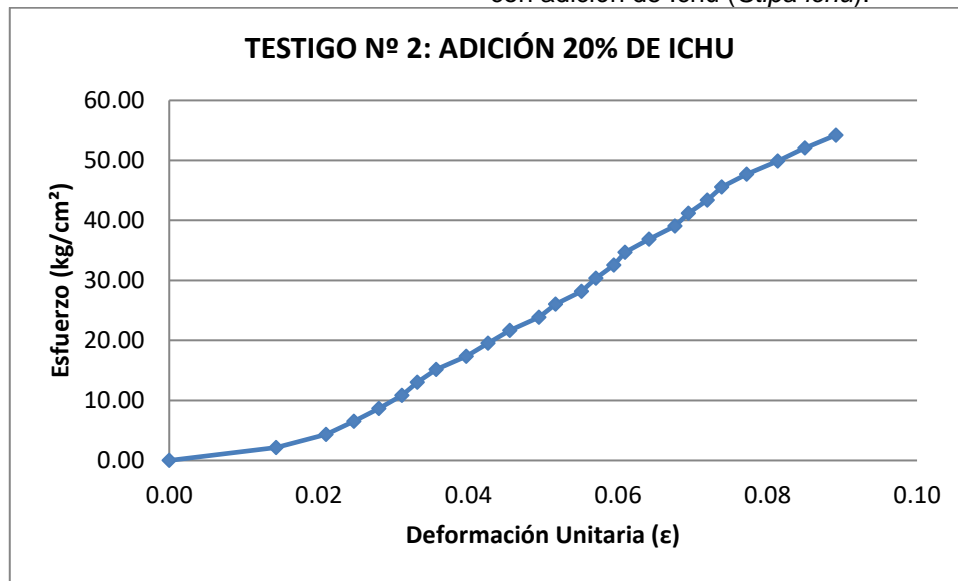


Figura N° 65. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T_2).

Tabla N° 49. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T_3).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.12	2.17	0.016	135.57
	1000	1.58	4.34	0.023	192.21
	1500	1.95	6.51	0.028	233.61
	2000	2.16	8.68	0.031	281.19
	2500	2.43	10.85	0.035	312.44
	3000	2.72	13.02	0.039	334.95
	3500	3.02	15.18	0.043	351.96
	4000	3.22	17.35	0.046	377.25
T_3	4500	3.48	19.52	0.050	392.70
	5000	3.72	21.69	0.053	408.18
	5500	3.91	23.86	0.056	427.18
	6000	4.17	26.03	0.060	436.96
	6500	4.38	28.20	0.063	450.68
	7000	4.56	30.37	0.065	466.19
	7500	4.72	32.54	0.067	482.55
	8000	4.92	34.71	0.070	493.80
	8500	5.12	36.88	0.073	504.17
	9000	5.36	39.05	0.077	509.92
	9500	5.68	41.21	0.081	507.93

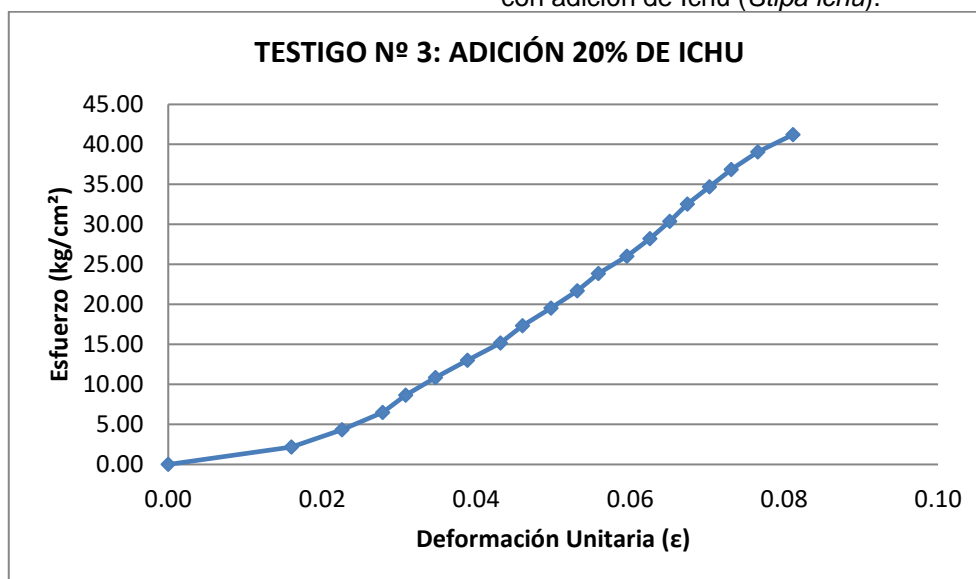


Figura N° 66. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T_3).

Tabla N° 50. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T_4).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.23	2.12	0.018	120.68
	1000	1.72	4.24	0.025	172.59
	1500	2.02	6.36	0.029	220.44
	2000	2.38	8.48	0.034	249.46
	2500	2.71	10.60	0.039	273.86
	3000	2.92	12.72	0.042	304.99
	3500	3.26	14.84	0.047	318.72
	4000	3.58	16.96	0.051	331.69
T₄	4500	3.79	19.08	0.054	352.47
	5000	4.14	21.20	0.059	358.53
	5500	4.48	23.32	0.064	364.45
	6000	4.68	25.45	0.067	380.59
	6500	4.91	27.57	0.070	392.99
	7000	5.28	29.69	0.075	393.57
	7500	5.53	31.81	0.079	402.62
	8000	5.89	33.93	0.084	403.21
	8500	6.14	36.05	0.088	410.96

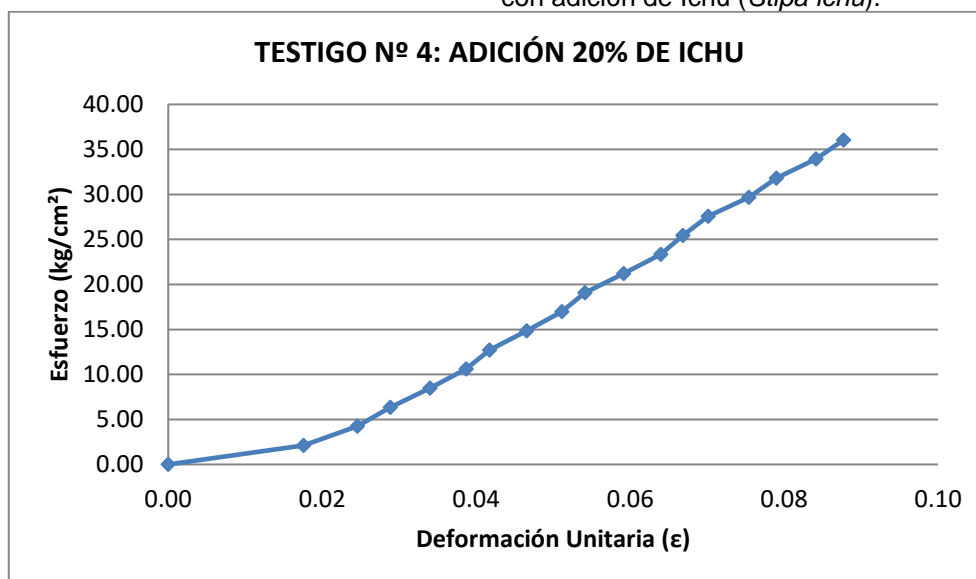


Figura Nº 67. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T_4).

Tabla Nº 51. Carga y deformación máxima de la muestra - con 20% de Ichu (T_5).

Muestra	Carga (kg)	ΔL (mm)	Esfuerzo en kg/cm^2	ϵ (mm/mm)	E kg/cm^2
	0	0.00	0.00	0.000	0.00
	500	1.21	2.14	0.017	127.20
	1000	1.62	4.28	0.023	190.01
	1500	1.89	6.41	0.026	244.30
	2000	2.21	8.55	0.031	278.57
	2500	2.58	10.69	0.036	298.28
	3000	2.76	12.83	0.038	334.59
	3500	3.02	14.96	0.042	356.75
	4000	3.24	17.10	0.045	380.03
T_5	4500	3.46	19.24	0.048	400.35
	5000	3.68	21.38	0.051	418.24
	5500	3.89	23.51	0.054	435.23
	6000	4.08	25.65	0.057	452.68
	6500	4.28	27.79	0.059	467.49
	7000	4.54	29.93	0.063	474.62
	7500	4.82	32.06	0.067	478.98
	8000	5.12	34.20	0.071	480.97
	8500	5.32	36.34	0.074	491.82
	9000	5.61	38.48	0.078	493.84

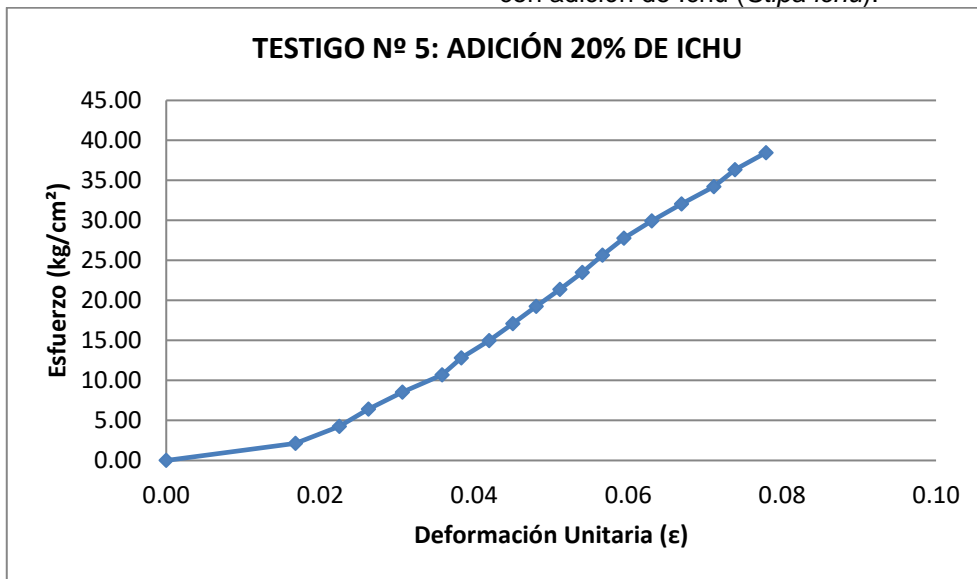







Figura N° 68. Diagrama de esfuerzo - deformación unitaria de la muestra - con el 20% de Ichu (T_5).

ANEXO N° 3. PROTOCOLOS DE LABORATORIO.

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA												
PROTOCOLO												
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD							CÓDIGO DEL DOCUMENTO:			
	NORMA:	MTC E 108 / ASTM D2216 / NTP 339.127							CH-LS-UPNC: 01			
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)										
CANTERA:	LIMAY	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA									
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	COLOR DEL MATERIAL	MARRON AMARILLENTO									
FECHA DE MUESTREO:	09-12-2018	TESISTAS :	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U									
FECHA DE ENSAYO:	10-12-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUANÁN ERLYN G.									
Temperatura de Secado						Método						
110 °C						Horno 110 ± 5 °C						
CONTENIDO DE HUMEDAD												
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	Identificación del recipiente o Tara	-	t.1	t.2	t.3							
B	Peso del Recipiente	gr	477.38	238.8								
C	Recipiente + Material Natural	gr	477.38	2138.8								
D	Recipiente + Material Seco	gr	1260.16	0116.1								
E	Peso del material húmedo	gr	100	100	100							
F	Peso del material Seco	gr	783.77	877.3								
W%	Porcentaje de humedad	%	27.7	28.53	29.37							
G	Promedio Porcentaje Humedad	%	28.54									

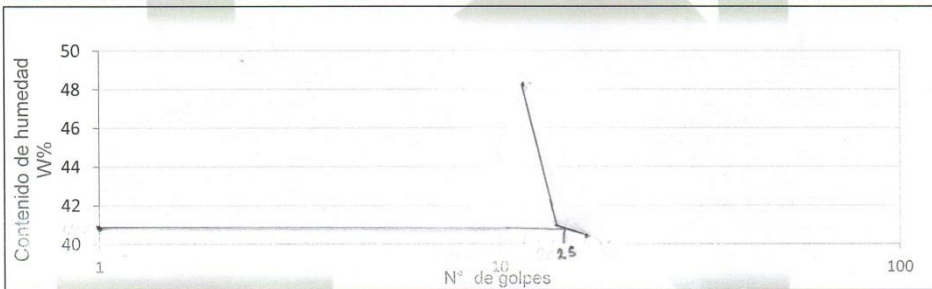
$$(W\%) = \frac{W_{mh} - W_s}{W_s} * 100$$

OBSERVACIONES:		
TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
  NOMBRES: ELMER O. LIMAY CAMPOS HEVER U. VÁSQUEZ CARUAJULCA	 NOMBRE: ING. ERICK MIGUEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio especializados de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 15-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	LÍMITES DE PLASTICIDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: LP-LS-UPNC: 02	
NORMA	ASTM D4318 / NTP E339.130 – NTP E111		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA :	LIMAY	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	COLOR DE MATERIAL:	MARRÓN AMARILLENTO
FECHA DE MUESTREO:	10-12-2018	TESISTAS :	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	11-12-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

DETERMINACIÓN LÍMITE LÍQUIDO (LL)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	7.4	7.5	7.6		
B	Suelo Húmedo + Recipiente	gr	45	42	39		
C	Suelo Seco + Recipiente	gr	39.3	37.9	35.7		
D	Peso de Recipiente	gr	27.5	28.0	27.5		
E	Peso del Agua	gr	5.7	4.1	3.3		
F	Peso Suelo Seco	gr	11.8	9.9	8.2		
G	Número de Golpes	N	16	22	28		
H	Contenido de Humedad	%	48.30	41.41	40.24		

DETERMINACIÓN LÍMITE PLÁSTICO (LP)							
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	4	5
A	Identificación de Recipiente	N°	7.7	7.8	7.9		
B	Suelo Húmedo + Tara	gr	35	36	37		
C	Suelo Seco + Tara	gr	33.8	34.4	35.6		
D	Peso de Tara	gr	27.5	27.5	28.0		
E	Peso del Agua	gr	1.2	1.6	1.4		
F	Peso Suelo Seco	gr	6.3	6.9	7.6		
G	Contenido de Humedad	%	19.05	23.18	18.42		
H	Promedio Límite Plástico			20.22			



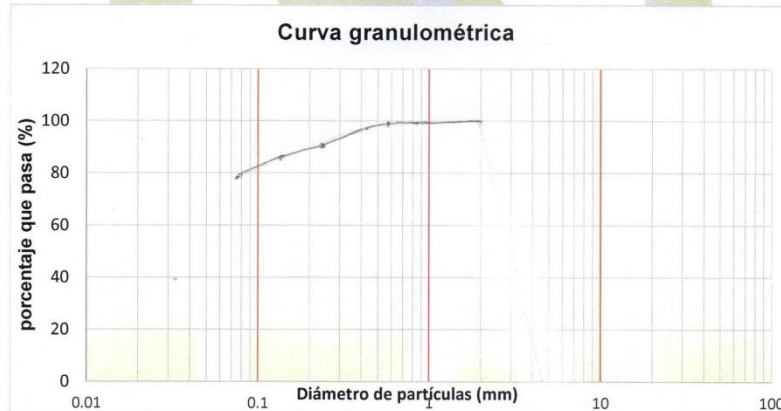
OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRES: ELMER O. LIMAY CAMPOS HEVER U. VÁSQUEZ CARUAJULCA	NOMBRE: ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio especializado de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ANÁLISIS GRANULOMETRIA MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: AGTL-LS-UPNC: 03
NORMA:	ASTM D421		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA :	LIMAY	TIPO DE MATERIAL:	ARCILLA
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	COLOR DE MATERIAL:	MARRON AMARILLENTO
FECHA DE MUESTREO:	11-12-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	12-12-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMAN ERLYN G.

Peso de muestra seca; Ws 200.0 gr

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO POR LAVADO					
Tamiz	Abertura	Peso Retenido	% RP	%RA	% que pasa
Nº 4	4,76	0	0	0	0
Nº10	2	0.1	0.05	0.05	99.95
Nº20	0,84	1.8	0.9	0.95	99.05
Nº30	0,59	3.4	1.7	2.65	97.35
Nº40	0,42	4.8	2.4	5.06	94.95
Nº60	0,25	11.2	5.6	10.65	89.35
Nº100	0,15	11.6	5.8	16.45	83.55
Nº200	0,074	8.5	4.25	20.7	79.30
Perdida	Lavado				
Total		0.5	0.25	20.95	79.05



OBSERVACIONES:

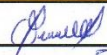

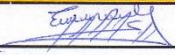
TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 ELMER O. LIMAY CAMPOS	 ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorios especializados de Ing. Civil UPN-C	 ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA: 18-01-19	FECHA: 26-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: VDUA-LS-UPNC: 04	
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN	
FECHA DE MUESTREO:	10-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Tipo de tratamiento	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
Muestra Patrón	P1	21.2	11.5	7.3
	P2	21.3	11.6	7.4
	P3	21.0	11.3	7.1
	P4	21.2	11.6	7.2
	P5	21.0	11.5	7.2
	P6	21.3	11.7	7.0
	P7	21.2	11.7	7.2
	P8	21.4	11.6	7.3
	P9	21.4	11.6	7.4
	P10	21.2	11.5	7.1
PROMEDIO	21.2	11.6	7.2	

Tipo Tratamiento	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Muestra Patrón	Dimensión nominal (mm)	240	130	90
	Dimensión promedio (mm)	212	116	72
	Coefficiente de variación (c.v.)	9%	8%	16%
	Variación dimensional	11.67%	10.77%	20%

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 EMER O. LIMAY CAMPOS	 ING. EPIK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorios especializados de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: VDUA-LS-UPNC: 04	
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN	
FECHA DE MUESTREO:	10-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Tipo de tratamiento	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
Testigo N° 1 con 5% de Ichu (<i>Stipa ichu</i>)	P1	21.5	11.8	7.4
	P2	21.1	11.5	7.5
	P3	21.1	11.5	7.3
	P4	21.2	11.8	7.5
	P5	21.2	11.6	7.5
	P6	21.2	11.6	7.5
	P7	21.1	11.6	7.4
	P8	21.1	11.6	7.4
	P9	21.2	11.5	7.5
	P10	21.1	11.6	7.4
PROMEDIO		21.2	11.6	7.4

Tipo Tratamiento	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Testigo N° 1 con 5% de Ichu (<i>Stipa ichu</i>)	Dimensión nominal (mm)	240	130	90
	Dimensión promedio (mm)	212	116	74
	Coefficiente de variación (c.v.)	9%	8%	14%
	Variación dimensional	11.67%	10.79%	11.78%

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 ELMER O. LIMAY CAMPOS	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorios especializados de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE.	 NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 15-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: VDUA-LS-UPNC: 04	
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN	
FECHA DE MUESTREO:	10-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Tipo de tratamiento	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
Testigo N° 2 con 10% de Ichu (<i>Stipa ichu</i>)	P1	21.2	11.5	7.5
	P2	21.2	11.5	7.4
	P3	21.2	11.6	7.5
	P4	21.1	11.6	7.4
	P5	21.4	11.5	7.6
	P6	21.1	11.6	7.4
	P7	21.2	11.6	7.4
	P8	21.2	11.6	7.4
	P9	21.3	11.6	7.5
	P10	21.3	11.7	7.4
PROMEDIO	21.2	11.6	7.5	

Tipo Tratamiento	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Testigo N° 2 con 10% de Ichu (<i>Stipa ichu</i>)	Dimensión nominal (mm)	240	130	90
	Dimensión promedio (mm)	212	116	75
	Coefficiente de variación (c.v.)	9%	8%	13%
	Variación dimensional	11.67%	10.77%	16.67%

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRES: EMER O. LIMAY CAMPO HEVER U. VÁSQUEZ CARUAJULCA	NOMBRE: ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Ingenieros especializados de Ing. Civil UPH-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: VDUA-LS-UPNC: 04	
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604		
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN	
FECHA DE MUESTREO:	10-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G


Tipo de tratamiento	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
Testigo N° 3 con 15% de Ichu (Stipa ichu)	P1	21.5	11.0	7.0
	P2	20.5	11.3	7.0
	P3	20.5	11.2	7.0
	P4	20.3	11.1	7.1
	P5	20.1	11.1	7.1
	P6	20.5	11.3	7.0
	P7	21.1	11.6	7.0
	P8	21.2	11.5	7.2
	P9	20.1	11.7	7.5
	P10	20.6	11.1	7.0
	PROMEDIO	20.7	11.3	7.1

Tipo Tratamiento	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Testigo N° 3 con 15% de Ichu (Stipa ichu)	Dimensión nominal (mm)	240	130	90
	Dimensión promedio (mm)	207	113	71
	Coefficiente de variación (c.v.)	10%	10%	17%
	Variación dimensional	13.75%	13.05%	21.11%

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRES: ELMER O. LIMAY CAMPOS HEVER U. VÁSQUEZ CARUAJULCA	NOMBRE: ING. RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio Especializados de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 15-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19


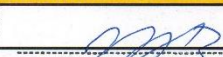
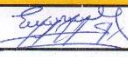
Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	VARIACIÓN DIMENSIONAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: VDUA-LS-UPNC: 04
	NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604	
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)	
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN	
FECHA DE MUESTREO:	10-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G


Tipo de tratamiento	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
Testigo N° 4 con 20% de Ichu (<i>Stipa ichu</i>)	P1	21.5	11.3	7.0
	P2	20.4	11.3	7.2
	P3	20.7	11.2	7.0
	P4	20.5	11.5	7.0
	P5	20.7	11.3	7.2
	P6	20.7	11.4	7.1
	P7	20.5	11.4	7.1
	P8	20.6	11.3	7.0
	P9	20.5	11.2	7.1
	P10	20.5	11.2	7.0
PROMEDIO		20.6	11.3	7.1

Tipo Tratamiento	Descripción	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)
Testigo N° 4 con 20% de Ichu (<i>Stipa ichu</i>)	Dimensión nominal (mm)	240	130	90
	Dimensión promedio (mm)	206	113	71
	Coefficiente de variación (c.v.)	11 %	10 %	17 %
	Variación dimensional	14.17 %	13.08 %	21.11 %

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 ELMER O. LIMAY CAMPOS	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Especializado de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

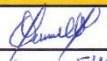


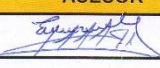
Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ALABEO	
	NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604	
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)	
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	09-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	09-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G


Muestra patrón	Espécimen	Cara A		Cara B	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
		(mm)		(mm)	
	P.1	2	4	5	2
	P.2	2	5	2	3
	P.3	3	3	3	5
	P.4	4	4	3	4
	P.5	2	3	4	6
	P.6	3	6	6	3
	P.7	5	4	3	2
	P.8	4	3	2	4
	P.9	3	5	3	6
	P.10	3	4	3	5
Promedio.	Cóncavo	3.30			
	Convexo	4.05			

Testigo n°1 con 5%de stipa ichu	Espécimen	Cara A		Cara B	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
		(mm)		(mm)	
	T.1_1	4	5	2	5
	T.1_2	3	7	3	3
	T.1_3	6	3	5	6
	T.1_4	5	4	4	4
	T.1_5	4	6	6	7
	T.1_6	3	3	3	5
	T.1_7	2	5	4	4
	T.1_8	4	7	5	6
	T.1_9	6	4	3	5
	T.1_10	3	5	4	6
Promedio.	Cóncavo	3.95			
	Convexo	5.00			

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
  ELMER O. LIMAY CAMPOS HEVER U. VÁSQUEZ CARUAJULCA	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA NOMBRE: Inge. especializados de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 NOMBRE: ERLYN B. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19



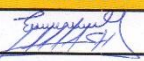
Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	ALABEO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604	AUA-LS-UPNC: 05
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)	
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	09-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	09-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Espécimen	Cara A		Cara B		
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
	(mm)		(mm)		
Testigo n°2 con 10%de stipa ichu	T.2_1	3	4	2	5
	T.2_2	4	6	4	6
	T.2_3	5	3	6	3
	T.2_4	2	5	3	4
	T.2_5	3	4	4	5
	T.2_6	2	3	5	7
	T.2_7	4	4	4	4
	T.2_8	5	5	3	3
	T.2_9	4	4	2	4
	T.2_10	3	6	4	4
Promedio.	Cóncavo	3.60			
	Convexo	4.45			

Espécimen	Cara A		Cara B		
	Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo	
	(mm)		(mm)		
Testigo n°3 con 15%de stipa ichu	T.3_1	3	4	2	3
	T.3_2	2	6	4	4
	T.3_3	4	4	6	6
	T.3_4	5	3	5	2
	T.3_5	6	5	6	4
	T.3_6	3	7	7	3
	T.3_7	2	4	5	2
	T.3_8	4	6	4	5
	T.3_9	3	7	3	6
	T.3_10	5	4	5	4
Promedio.	Cóncavo	4.20			
	Convexo	4.45			

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 ELMER O. LIMAY CAMPOS	 INGRID ERICKA RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorios especializados de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 15-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ALABEO	
	NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.604	
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)	
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	09-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	09-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Testigo nº4 con 20%de stipa ichu	Espécimen	Cara A		Cara B	
		Cóncavo	Convexo	Cóncavo	Convexo
		(mm)		(mm)	
	T.4_1	2	4	3	4
	T.4_2	4	3	4	6
	T.4_3	3	5	2	7
	T.4_4	5	4	3	4
	T.4_5	2	3	4	5
	T.4_6	3	6	2	3
	T.4_7	4	5	5	4
	T.4_8	2	7	4	6
	T.4_9	3	4	4	4
	T.4_10	4	5	5	6
Promedio.	Cóncavo	3.40			
	Convexo	4.75			

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 		
NOMBRES: ELMER O. LIMAY CAMPOS HEVER UBALDO VÁSQUEZ CARUAJULCA	NOMBRE: ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio especializado de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	SUCCIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.607		A-LS-UPNC:06
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPECIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	09-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Muestra patrón	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	W s (gr)	W h (gr)	Succión
	p.11	21.1	11.5	246.10	2121	2998	62.58
	p.12	21.2	11.4	241.68	2444	2618	143.99
	p.13	21.2	11.3	239.56	2515	2702	156.12
	p.15	21.3	11.5	244.95	2479	2669	155.13
	p.15	21.1	11.6	244.76	2386	2560	142.18
Succión Promedio:		182.00 gr/200 cm ² /min					

Testigo N°1 con 5%de stipa ichu	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	W s (gr)	W h (gr)	Succión
	T.1_11	21.2	11.6	245.92	2417	2493	61.81
	T.1_12	21.4	11.3	241.82	2451	2523	59.55
	T.1_13	21.5	11.1	238.65	2419	2488	57.83
	T.1_14	21.1	11.7	246.87	2435	2510	60.76
	T.1_15	21.5	11.4	242.82	2234	2283	40.60
Succión Promedio:		56.11 gr/200 cm ² /min					

Testigo N°2 con 10%de stipa ichu	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	W s (gr)	W h (gr)	Succión
	T.2_11	21.3	11.6	247.08	2447	2509	50.19
	T.2_12	21.2	11.4	241.68	2433	2507	61.24
	T.2_13	20.4	11.3	230.52	2447	2506	53.79
	T.2_14	21.5	11.5	247.25	2479	2555	61.48
	T.2_15	21.6	11.6	250.56	2256	2313	45.50
Succión Promedio:		54.44 gr/200 cm ² /min					

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRES: ELMER O. LIMAY CAMPOS	NOMBRE: ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratprios especializados de Ing. Civil UPN-C	NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	SUCCIÓN	
	NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.607	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: A-LS-UPNC:06
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)	
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPECIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	09-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Testigo	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	W s (gr)	W h (gr)	Succión
N°3 con 15% de <i>stipa ichu</i>	T.3_11	20.5	11.2	229.60	2261	2276	13.07
	T.3_12	21.1	11.5	242.65	2265	2274	7.42
	T.3_13	20.6	11.1	228.66	2213	2275	54.23
	T.3_14	21.5	11.3	242.95	2209	2226	13.99
	T.3_15	20.5	11.6	237.80	2203	2263	50.41
Succión Promedio: 27.83 gr/200 cm ² /min							

Testigo	Espécimen	Largo (cm)	Ancho (cm)	Área (cm ²)	W s (gr)	W h (gr)	Succión
N°4 con 20% de <i>stipa ichu</i>	T.4_11	20.7	11.3	233.91	2006	2299	75.52
	T.4_12	20.9	11.2	228.48	2117	2263	127.80
	T.4_13	20.5	11.4	233.70	2190	2283	79.59
	T.4_14	20.6	11.3	232.78	2174	2285	95.37
	T.4_15	20.4	11.3	230.52	2203	2289	85.29
Succión Promedio: 93.11 gr/200 cm ² /min							

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 		
NOMBRES: ELMER O. LIMAY CAMPOS HEVER U. VÁSQUEZ CARUAJULCA	NOMBRE: ING. ERICK RAFAEL MONZÓ BARBOZA Laboratorio Especializado S.O. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

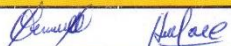

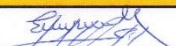
Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	ABSORCIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.606		A-LS-UPNC: 07
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	09-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER.O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

	Espécimen	W s (gr)	W h (gr)	Absorción
Muestra patrón	P.6	2443	2930	19.93
	p.7	2455	2920	18.94
	p.8	2378	2900	21.95
	p.9	2407	2984	23.97
	p.10	2465	2905	17.85
Absorción promedio				20.53

	Espécimen	W s (gr)	W h (gr)	Absorción
Testigo N°1 con 5% de <i>Stipa ichu</i>	T.1.6	2435	2944	20.90
	T.1.7	2446	2983	21.95
	T.1.8	2430	2975	22.43
	T.1.9	2462	2958	20.15
	T.1.10	2222	3003	23.99
Absorción promedio				21.48

	Espécimen	W s (gr)	W h (gr)	Absorción
Testigo N°2 con 10% de <i>Stipa ichu</i>	T.2.6	2433	2972	22.15
	T.2.7	2449	3006	22.74
	T.2.8	2435	2989	22.75
	T.2.9	2486	3051	22.73
	T.2.10	2483	3032	22.11
Absorción promedio				22.44

OBSERVACIONES:		
TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 ELMER O. LIMAY CAMPOS	 ING. ERICK RAFAEL MOMOZ BARBOZA Subordinados especializados de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 18-01-19

Resistencia a compresión del ladrillo de arcilla con adición de Ichu (*Stipa ichu*).

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO:	ABSORCIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.606	A-LS-UPNC: 07
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)	
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPÉCIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	09-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Testigo N°3 con 15% de <i>Stipa ichu</i>	Espécimen	W s (gr)	W h (gr)	Absorción
	T.3_6	22 30	2702	21.17
	T.3_7	24 03	2933	22.06
	T.3_8	24 12	2953	22.43
	T.3_9	24 51	2992	22.07
	T.3_10	21 71	2677	23.31
Absorción promedio				22.11

Testigo N°4 con 20% de <i>Stipa ichu</i>	Espécimen	W s (gr)	W h (gr)	Absorción
	T.4_6	21 72	2686	23.66
	T.4_7	21 87	2695	23.23
	T.4_8	21 99	2694	22.51
	T.4_9	21 78	2688	23.76
	T.4_10	21 68	2674	23.34
Absorción promedio				23.30

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 		
NOMBRE: ELMER O. LIMAY CAMPOS HEVER U. VÁSQUEZ CARUAJULCA	NOMBRE: ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio especializado de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.608		RC-LS-UPNC:08
TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)		
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPECIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	10-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER.U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G


Muestra patrón	Espécimen	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f _c (kg/cm ²)
	P.1	243.8	6465	26.52
	P.2	247.1	7947	32.16
	P.3	237.3	10651	44.88
	P.4	245.9	4791	19.48
	P.5	241.5	7547	31.25
Promedio				30.86
Desviación estándar (σ)				9.31
Resistencia característica				21.05

Testigo N°1 con 5%de <i>Stipa ichu</i>	Espécimen	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f _c (kg/cm ²)
	T.1.1	253.7	8396	33.09
	T.1.2	242.7	10446	43.04
	T.1.3	242.7	10246	42.22
	T.1.4	250.2	8726	34.88
	T.1.5	245.9	13333	54.22
Promedio				41.49
Desviación estándar (σ)				8.35
Resistencia característica				33.13

Testigo N°2 con 10%de <i>Stipa ichu</i>	Espécimen	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f _c (kg/cm ²)
	T.2.1	243.8	10049	41.22
	T.2.2	243.8	9747	39.98
	T.2.3	245.9	7952	32.34
	T.2.4	244.8	9368	38.27
	T.2.5	246.1	8536	34.69
Promedio				37.30
Desviación estándar (σ)				3.70
Resistencia característica				33.60

OBSERVACIONES:


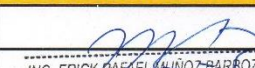
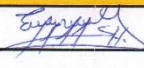
TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 EIMER O. LIMAY CAMPOS	 RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorios especializados de Ing. Civil UPN-C	 ERLYN G. SALAZAR H.
NOMBRES:	NOMBRE:	NOMBRE:
HEVER O. VÁSQUEZ CARUAJULCA	UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19

LABORATORIO DE SUELOS - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RC-LS-UPNC:08
	NORMA:	NTP 331.017, NTP 399.613 Y NTP 399.608	
	TESIS:	RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL LADRILLO DE ARCILLA CON ADICIÓN DE ICHU (<i>stipa ichu</i>)	
CANTERA:	LIMAY	TAMAÑO DE MUESTRA:	
UBICACIÓN:	QUINRAYQUERO	ESPECIMEN:	
FECHA DE MUESTREO:	10-01-2018	TESISTAS:	LIMAY CAMPOES ELMER O VÁSQUEZ CARUAJULCA HEVER U
FECHA DE ENSAYO:	10-01-2018	REVISADO POR:	SALAZAR HUAMÁN ERLYN .G

Testigo N°3 con 15%de <i>Stipa</i> <i>ichu</i>	Espécimen	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f _c (kg/cm ²)
	T.3.1	236.5	11384	48.14
	T.3.2	231.7	13992	60.39
	T.3.3	229.6	13229	57.62
	T.3.4	225.3	13205	58.61
	T.3.5	223.1	12944	58.02
Promedio				4.82
Desviación estándar (σ)				51.73
Resistencia característica				

Testigo N°4 con 20%de <i>Stipa</i> <i>ichu</i>	Espécimen	Área (cm ²)	Carga (kg) Pu	f _c (kg/cm ²)
	T.4.1	231.7	9223	40.98
	T.4.2	230.5	12955	56.20
	T.4.3	231.8	9623	41.73
	T.4.4	235.8	8683	36.82
	T.4.5	233.9	9374	40.08
Promedio				42.36
Desviación estándar (σ)				7.47
Resistencia característica				35.89

OBSERVACIONES:

TESISTAS	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 ELMER O. LIMAY CAMPOS	 ING. ERICK RAFAEL MUÑOZ BARBOZA Laboratorio especializado de Ing. Civil UPN-C UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	 NOMBRE: ERLYN G. SALAZAR H.
FECHA: 18-01-19	FECHA:	FECHA: 16-01-19