



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERIA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS  
ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA  
FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO  
POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA,  
CAJAMARCA, AÑO 2015**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL.**

**AUTOR:**

CHALAN HUAMAN WILDER

**ASESOR:**

ING. FERNANDEZ PEREZ JOSUE

**LÍNEA DE INVESTIGACION:**

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

**PERU - 2017**

## PAGINA DEL JURADO

---

Ing. Salazar Bravo Wesley  
Presidente

---

Ing. Tepe Gastulo Carlos  
Secretario

---

Ing. Patazca Rojas Pedro  
Vocal

## DEDICATORIA

A ti DIOS JEHOVA

Por el amor que me has dado, por crearme, porque comprendo que soy una obra surgida de ti. Gracias por darme esta segunda carrera

A mi familia: Wilder Fabiam, mi linda Amy Yatziri, y esposa Janet.

A ti mis hijos, que ahora son mi motivación y alegría de mi existir. A ti esposa, por tu amor, comprensión y tiempo necesario estando junto a mi lado.

A mis padres: José Eugenio Chalán Valencia, y Juana Aurora Huamán Teatino.

Por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años. Gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. Ha sido un privilegio ser su hijo.

Wilder Chalan

## **AGRADECIMIENTO**

A los catedráticos de la Universidad Cesar Vallejo de la facultad de ingeniería, escuela de ingeniería civil, por brindarme su apoyo y asesoramiento en la realización del presente trabajo de investigación.

A los señores Luis Calderón Mosqueira, Cesar Ñontol Barrantes, Candelario Chuquiruna Mendoza, Elías Silva Peregrino, y Cesar Huamán Huaripata; artesanos de ladrillos; por brindarme los materiales y su tiempo en la ejecución de este estudio.

A mis buenos compañeros por compartir los mejores momentos de alegría y de conocimientos.

Wilder Chalan

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, CHALÁN HUAMÁN WILDER, con DNI N° 41385832, efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de grados y Títulos de la **Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil**, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Chiclayo, octubre del 2017.



---

Chalán Huamán Wilder

DNI: 41385832

## PRESENTACIÓN

Señores miembros integrantes del Jurado Calificador:

En cumplimiento del reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada: **“Evaluación de las Características Estructurales de la Unidad de Albañilería Fabricadas Artesanalmente en el Centro Poblado de Otuzco, Distrito de Baños del Inca, Cajamarca, año 2015”**.

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico

El Autor

## INDICE

|   |     |
|---|-----|
| PAGINA DEL JURADO .....   | ii  |
| DEDICATORIA.....  | iii |
| AGRADECIMIENTO.....   | iv  |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....  | v   |
| PRESENTACIÓN .....  | vi  |
| INDICE .....  | vii |
| RESUMEN .....   | ix  |
| ABSTRACT .....  | x   |
| I. INTRODUCCION .....   | 11  |
| 1.1. Trabajos previos.....  | 11  |
| 1.2. Teorías relacionadas al tema .....   | 13  |
| 1.3. Formulación del Problema .....   | 24  |
| 1.4. Hipótesis. ....  | 24  |
| 1.5. Objetivos. ....  | 24  |
| II. MARCO METODOLOGICO. ....  | 25  |
| 2.1. Variables .....  | 25  |
| 2.2. Operacionalización de variables .....  | 25  |
| 2.3. Metodología .....  | 25  |
| 2.4. Tipos de estudios .....  | 26  |
| 2.5. Diseño.....  | 27  |
| 2.6. Población, muestra y muestreo.....   | 27  |
| 2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad ..... | 28  |
| 2.8. Métodos de análisis de datos.....  | 29  |
| 2.9. Aspectos éticos. ....  | 29  |
| III. RESULTADOS.....  | 30  |
| 3.1. Identificación de las ladrilleras en la zona de estudio.....                   | 30  |
| 3.2. Estudio de materia prima de las canteras. ....                                 | 32  |
| 3.3. Proceso de fabricación artesanal de la unidad de albañilería. ....             | 49  |
| 3.4. Propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería .....              | 53  |
| IV. DISCUSIÓN.....  | 68  |
| 4.1. Clasificación SUCS del suelo.....  | 68  |
| 4.2. Proceso de fabricación del ladrillo artesanal .....                            | 71  |
| 4.3. Propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería. ....              | 72  |

|  |    |
|--|----|
| VI. RECOMENDACIONES .....              | 78 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....   | 79 |
| ANEXOS .....                           | 81 |
| TABLAS.....                            | 81 |
| FIGURAS.....                           | 83 |
| FOTOS. ....                            | 85 |
| ESCANEOS VISACIÓN DE LABORATORIO ..... | 87 |

## **RESUMEN**

El trabajo denominado: “Evaluación de las Estructurales de la Unidad de Albañilería Fabricadas Artesanalmente en el Centro Poblado de Otuzco, Distrito de Baños del Inca, Cajamarca, año 2015” , tiene como motivo conocer si las unidades de albañilería fabricados artesanalmente del Centro Poblado Otuzco, cumplen con la Norma E - 070. 2006.

El trabajo de investigación está organizado por 7 capítulos: El Capítulo I referido a la introducción, donde se describe los antecedentes, justificación, marco teórico, el problema, teniendo como hipótesis: las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en el centro poblado de Otuzco, del Distrito De Baños Del Inca, Cajamarca, año 2015; cumple con la norma E.070 2006 del reglamento nacional de edificaciones. Capítulo II referido al marco metodológico, donde describe las variables: características de la unidad de albañilería fabricadas artesanalmente, y unidad de albañilería; teniendo en las dimensiones: tipo de materia prima, proceso de fabricación, características físicas y mecánicas, clasificación de las unidades de albañilería; población: ladrilleras artesanales ubicadas en el lugar de estudio, y muestra: 05 ladrilleras representativas. Capítulo III resultados, describe las propiedades físicas del suelo como materia prima, y su clasificación; se describe el proceso de fabricación; y la descripción de los resultados de las características de las unidades de albañilería en los ensayos. Capítulo IV discusión de los resultados obtenidos de las 05 ladrilleras artesanales. Capítulo V se describe las conclusiones: La materia prima de las ladrilleras clasificación SUCS CL; El proceso de fabricación se da en siete etapas: extracción de materia prima, mezcla o batido, moldeado, secado, carga al horno, cocción, descarga del horno y clasificado; Las unidades en variaciones dimensionales se clasifican en tipo II, III, IV; en alabeo en tipo IV y II; en resistencia tan solo el lote B cumple con el mínimo de 50 Kg/cm<sup>2</sup> clasificando en tipo I.

### **PALABRAS CLAVES**

Unidad de albañilería, clasificación SUCS, Norma E - 070. 2006.

## **ABSTRACT**

The work called: "Evaluation of the Structures of the Masonry Unit Handcrafted in the Town Center of Otuzco, District of Baños del Inca, Cajamarca, 2015", has as its motive to know if the handcrafted masonry units of the Otuzco Town Center , comply with the Standard E - 070. 2006.

The research work is organized by 7 chapters: Chapter I referred to the introduction, which describes the background, justification, theoretical framework, the problem, having as hypothesis: the masonry units manufactured by hand in the town of Otuzco, the District of Baños del Inca, Cajamarca, year 2015; complies with the E.070 2006 norm of the national building regulations. Chapter II referred to the methodological framework, where it describes the variables: characteristics of the masonry unit manufactured by hand, and masonry unit; having in the dimensions: type of raw material, manufacturing process, physical and mechanical characteristics, classification of the masonry units; population: artisan brick kilns located in the place of study, and shows: 05 representative brickyards. Chapter III results, describes the physical properties of the soil as raw material, and its classification; The manufacturing process is described; and the description of the results of the characteristics of the masonry units in the trials. Chapter IV discussion of the results obtained from the 05 artisan brick kilns. Chapter V describes the conclusions: The raw material of brick kilns classification SUCS CL; The manufacturing process takes place in seven stages: extraction of raw material, mixing or shaking, molding, drying, loading in the oven, cooking, oven discharge and sorting; The units in dimensional variations are classified in type II, III, IV; in warpage type IV and II; in resistance only lot B complies with the minimum of 50 kg / cm<sup>2</sup> classifying in type I.

## **KEYWORDS**

Masonry unit, SUCS classification, Standard E - 070. 2006.

## **I. INTRODUCCION**

En el centro poblado de Otuzco en su jurisdicción tiene siete caseríos dedicados a la producción de ladrillos artesanales, los cuales ofertan sus productos en la ciudad de Cajamarca; tales unidades de albañilería no se tienen información de calidad para la construcción, de acuerdo la Norma E-070. 2006. En el presente estudio, se realizará la evaluación de la materia prima utilizada, el proceso de producción, y evaluación física y mecánica de las unidades de albañilería; teniendo como muestra a cinco ladrilleras más representativas de la zona de estudio.

### **1.1. Trabajos previos**

#### **1.1.1.A nivel nacional**

En el Perú, varias instituciones vienen realizando evaluación de características de la albañilería en nuestro país dentro de estas se encuentra la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Universidad Nacional de Cajamarca (UNC); analizando las unidades de albañilería que abastecen el mercado para la construcción de edificaciones, tanto las fabricadas artesanalmente como las fabricadas industrialmente.

En el estudio de Evaluación de las características estructurales de la albañilería producida con unidades fabricadas en la región Junín, allí concluyeron: que las unidades tienen características muy aceptables, clasificando como tipo IV y V; los resultados de compresión los valores de 4 zonas dan un valor promedio de 39.41 kg/cm<sup>2</sup>, resultado que no se aproxima al mínimo de 50 kg/cm<sup>2</sup> recomendado en la propuesta de norma E.070.2004; en cuanto a la resistencia por tracción, el módulo de ruptura toma valores altos, los cuales no pueden ser aceptados por que no cabe una correlación entre la resistencia en compresión baja con una resistencia en tracción alta; el peso específico se encuentra dentro de un rango aceptable para este tipo de unidades; la absorción máxima, se encuentra por encima del máximo recomendado que es 22% (Aguirre Gaspar, 2004).

### **1.1.2.A nivel local**

En Cajamarca, se realizó el estudio de Evaluación de las propiedades físico - Mecánicas de Ladrillos de arcilla King Kong Fabricados Artesanalmente en la comunidad el Frutillo – Bambamarca, se concluyó que según los resultados obtenidos de variación dimensional, alabeo, densidad y resistencia a la compresión, las unidades de las ladrilleras García, Cabrera y Gavidia clasifican como tipo I y las unidades de la ladrillera Mejía como tipo II tomando como referencia los índices de la Norma E. 070 (Fernández Díaz, 2014) . También, en el estudio de las características físicas y mecánicas de los ladrillos en la ciudad de san Marcos, según los resultados de resistencia a compresión de las unidades f´b, los valores de las 5 ladrilleras dan un valor promedio de 98.41 Kg/cm<sup>2</sup> resultado que se aproxima al mínimo de 95 Kg/cm<sup>2</sup> establecido por la norma técnica E.070. 2006, para clasificar como ladrillo de clase III (Zafra Rabanal, 2014).

En la evaluación de las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos King –Kong Producidos en el sector de Fila Alta – Jaén, no alcanzando los valores mínimos la variabilidad dimensional, en cuanto al alabeo no clasifican para fines estructurales, los resultados de resistencia a compresión de los ladrillos dio un valor promedio de 39.81 Kg/cm<sup>2</sup>; concluye que las unidades de albañilería no cumplen con la norma E-070 (Mego Barboza, 2013).

En la evaluación de las propiedades Físicas- Mecánicas de los ladrillos King Kong 18 Huecos de producción industrial en la ciudad de Jaén, se concluye que: los suelos usados corresponden a un CL, con una variación de arenas de 21.41 a 28.09%, y de limos y arcilla de 71.91% a 78.59%; de las muestras evaluadas las unidades lo clasifica como tipo IV y III para fines estructurales según la Norma E.070 (Cervera Mego, 2014).

Considerando la evaluación de Mego Barboza (2013), a la fabricación de ladrillos artesanales en la ciudad de Jaén; y de Cervera Mego (2014) a la fabricación de ladrillos industriales en la misma ciudad; se podría decir

que los ladrillos industriales tienen las mejores características de calidad según requerido en la Norma E. 070.

Las construcciones de albañilería en nuestro país, está compuesto por unidades de albañilería, las cuales para fines estructurales deberán cumplir los requisitos y las exigencias mínimas de sus características, y el uso de su aplicación estará condicionado de acuerdo a la zona sísmica a emplear (Norma E.070, 2006). A consecuencia es necesidad conocer las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en el Centro Poblado de Otuzco, distrito de Los Baños del Inca cumplen con las características requeridas por la Norma E. 070 (2006).

## **1.2. Teorías relacionadas al tema**

De la investigación se basa en las diferentes afirmaciones realizadas por expertos en la temática y en la legislación vigente, como es la norma E. 070, 2006; la cual refiere que es la siguiente:

Albañilería reforzada con elementos de concreto armado en todo su perímetro, vaciado posteriormente a la construcción de la albañilería. La cimentación de concreto se considera como confinamiento horizontal para los muros del primer nivel (Norma E.070, 2006). Es aquel tipo de sistema constructivo en el que se utiliza piezas de ladrillo rojo de arcilla horneado a bloques de concreto, de modo que los muros quedan bordeados en sus cuatro lados, por elemento de concreto armado (Kuroiwa Horiuchi & Salas Peña, 2009).

La Unidad de Albañilería, son ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular (Norma E.070, 2006). El ladrillo es el material de construcción más antiguo fabricado por el hombre, es una piedra artificial de forma geométrica, que resulta de la propiedad plástica de la materia prima empleada, la arcilla, que al modelarse con agua, una vez seca y tras su posterior cocción adquiere una gran dureza y resistencia (Averardo Bianucci, 2009).

Las Características generales de la unidad de albañilería es la siguiente: unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano, y se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo; son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima; estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial; las unidades de concreto serán utilizadas después de lograr su resistencia especificada y su estabilidad volumétrica; para el caso de unidades curadas con agua, el plazo mínimo para ser utilizadas será de 28 días, que se comprobará de acuerdo a la NTP 399.602, (Norma E.070, 2006). Asimismo, también en la Norma E.070 .2006, clasifica las unidades de albañilería para fines estructurales en cinco clases, las mismas que van a ser clasificadas de acuerdo a la variación de dimensiones, alabeo, y la resistencia a la compresión como se observa en la Tabla N° 39 (ver anexo). Las limitaciones en su aplicación para fines estructurales, a ser utilizados en las zonas sísmicas indicadas en la NTE E.030, del diseño sismoresistente, estarán condicionado de acuerdo al tipo de la unidad de albañilería fabricado, y sus características de la unidad(Norma E.070, 2006), como se observa en la tabla N° 40 (ver anexo).

Las pruebas a realizar a las unidades de albañilería según la Norma E.070 (2006), indica que para cada lote compuesto por hasta 50 millares de unidades se seleccionará al azar una muestra de 10 unidades, sobre las que se efectuarán las pruebas de variación de dimensiones y de alabeo; cinco de estas unidades se ensayarán a compresión y las otras cinco a absorción. La Resistencia a la Compresión, se efectuará los ensayos de laboratorio correspondientes, de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604; la resistencia característica a compresión axial de la unidad de albañilería ( $f_b'$ ) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra. La Variación Dimensional, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604. El Alabeo, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

Absorción, se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.1613.

Para la aceptación de la unidad, se tendrá en cuenta que si la muestra presentase más de 20% de dispersión en los resultados (coeficiente de variación), para unidades producidas industrialmente, o 40 % para unidades producidas artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa artesanalmente, se ensayará otra muestra y de persistir esa dispersión de resultados, se rechazará el lote. La absorción de las unidades de arcilla y silico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreta clase tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%. El espesor mínimo de las caras laterales correspondientes a la superficie de asentado será 25 mm para el Bloque clase P y 12 mm para el Bloque clase NP. La unidad de albañilería no tendrá materias extrañas en sus superficies o en su interior, tales como guijarros, conchuelas o nódulos de naturaleza calcárea. La unidad de albañilería de arcilla estará bien cocida, tendrá un color uniforme y no presentará vitrificaciones. Al ser golpeada con un martillo, u objeto similar, producirá un sonido metálico. La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia. La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo(Norma E.070, 2006).

Materia prima de unidad de albañilería es la arcilla, que se considera y define de muchas maneras, es variable y difícil de precisar. Desde el punto de vista de su origen, la arcilla no tiene significado unitario ya que puede ser un depósito sedimentario, un producto de meteorización, un producto hidrotermal o ser el resultado de una síntesis. La imprecisión del término arcilla radica en que conceptualmente es diferente para el ceramista, el geólogo, el edafólogo o el fabricante de ladrillos (Besoain, 1985).La gran mayoría de las rocas que conforman la corteza terrestre están formadas de feldespato ya que es el mineral más común de la Tierra. A este tipo de rocas formadas por feldespato se le conoce como rocas feldespáticas.

Debido a la descomposición de estas rocas es que se da origen a la formación de arcilla (Rhodes, 1990).

Las características de las arcillas, la distribución granulométrica es una variable de suma importancia, dado que de ella va a depender el grado de empaquetamiento de las partículas y, por tanto, las propiedades físico-mecánicas de los elementos hechos con arcilla tales como porosidad, absorción de agua, resistencia a la flexión, etc. Debido a que el tamaño de los granos de arcilla puede variar mucho dependiendo el tipo de arcilla al que se esté refiriendo, las propiedades físicas de las arcillas también varían (Rhodes, 1990).

El tamaño típico de grano, según SUCS, es de 4,75mm a 0,075mm de diámetro para arenas y menores de 0,075mm de diámetro para arcillas.

Los suelos se clasifican como suelos gruesos cuando más del 50% de sus partículas son de tamaño mayor que 0.075mm (malla N°200), y como suelos finos cuando el 50% de sus partículas o más, son de tamaño menor (Figura N°7). El suelo fino se clasifica como arcilla cuando su límite líquido y su índice de plástico, define un punto ubicado en las zonas II o IV de la Carta de plasticidad que se muestra en la figura N° 8 y se identifica con el símbolo C (Clay). Si dicho punto se aloja en la zona II, el material se clasifica como arcilla de baja plasticidad y se identifica con el símbolo CL, si se ubica en la zona IV, se clasifica como arcilla de alta plasticidad y se identifica con el símbolo CH.

El estudio de la materia prima (suelo) de la ladrillera industrial de nombre fabrica “Cerámicos Pakamuros”, en la provincia de Jaén, tiene una clasificación SUCS de CL (arcilla inorgánica mediana plasticidad, arcilla arenosa y limosa); pasando las mallas el porcentaje de: malla N° 4 (100%), malla N° 10 (97.15%), malla N° 40 (88.25%), y malla N° 200 (71.91%) (Cervera Mego, 2014)

La proporción de los minerales en una arcilla varía con el tamaño del gránulo, es decir, hay tendencia a que se concentren algunos minerales

entre límites de determinado tamaño. Así, el cuarzo, y más aún el feldespato, se acumula preferentemente en la fracción de la arcilla gruesa ( $2-0.2\mu\phi$ ). Por el contrario, los minerales propios de la arcilla son los más abundantes en las fracciones más finas. Por lo general, en tamaños menores a  $0.2\mu\phi$ , existen sólo minerales de arcilla y algunos óxidos. La determinación completa de una arcilla sólo puede lograrse efectuando las segregaciones o fraccionamientos de tamaño adecuados. Una correcta identificación debe preservar las características que exhiben los minerales en su estado natural (Besoain, 1985).

Las arcillas para la fabricación de ladrillos depende de las condiciones y factores que influyeron en la formación de las arcillas, éstas presentarán diferentes características propias de cada tipo que determinarán las propiedades que va a tener la mezcla de la cual formen parte, en este caso para la elaboración de ladrillos (Gallegos & Casabonne, 2005). Las arcillas usadas en la mezcla deben ser plásticas al mezclarse con agua, de modo tal que puedan ser formadas en moldes o por el dado de las máquinas extrusoras que moldean y dan la forma definitiva a las unidades de arcilla. Sus partículas deben tener suficiente adhesión para mantener la estabilidad de la unidad después del moldeo y ser capaces de unirse fundiéndose cuando se calientan a temperaturas elevadas. De acuerdo a estas características, son las arcillas superficiales las que satisfacen estas condiciones para ser adecuadas para la fabricación de ladrillos. Este tipo de arcillas son las más fáciles de explotar porque corresponden a una formación sedimentaria reciente y, por lo tanto son las más empleadas. Sin embargo, al estar más expuestas a la contaminación con sales por razones naturales y por el empleo agrícola del suelo, ellas producen las unidades más vulnerables a la eflorescencia (Gallegos & Casabonne, 2005). 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; es necesario que exista arena para

reducir los efectos de contracción por secado de la arcilla (San Bartolome, 1994). Las arcillas muy ricas en óxido de hierro da la coloración rojiza, luego de la cocción; también se encuentra el carbonato de calcio, que luego de la cocción se convierte en óxido de calcio (cal) que al hidratarse con agua produce oquedades o roturas en el material, que desmerecen su calidad (Averardo Bianucci, 2009).

Las etapas de fabricación del ladrillo artesanal se dan empezando con la extracción de arcilla y tierras (etapa 1), mezcla (etapa 2), moldeado y labranza (etapa 3), secado (etapa 4), cargad del horno (etapa 5), cocción (etapa 6), descarga del horno (etapa 7), clasificación y despacho (etapa 8); como se observa en la figura N° 06 (ver anexo), (Ministerio De La Producción, 2008).

Realidad Problemática del presente estudio, es el uso de técnicas inadecuadas de construcción, así como los defectos en la estructuración y en los detalles del refuerzo, han sido las causas principales por las que muchas edificaciones de Albañilería tuvieron un mal comportamiento sísmico a nivel mundial (San Bartolomé, 2008).

El territorio nacional se encuentra dividido en tres zonas sísmicas, ubicándose Cajamarca en la zona 3 (Norma E.030, 2014) , de actividad sísmica más vulnerable. En la ciudad las viviendas con paredes de ladrillos y cemento es el 38.5 % (Fondo MIVIVENDA, 2009); existiendo gran cantidad de edificaciones de albañilería de hasta 5 pisos, lo que hace que estas construcciones sean más vulnerables a los efectos de los sismos. Asimismo, de acuerdo al estudio realizado por la dirección regional de Cajamarca, existe en la región 490 ladrilleras, concentrándose la mayor cantidad de ellas (411) en el distrito de Baños del Inca, dentro de la provincia de Cajamarca, ofreciendo la oferta de ladrillos para la construcción de las edificaciones (Soriano Giraldo, s.f.); siendo una de las actividades de gran importancia para los pobladores del distrito de Baños del inca.

Con respecto a los materiales de construcción, el bajo nivel económico de la mayoría de la población, no les permitió adquirir materiales de buena

calidad para construir sus viviendas. Esto se evidencia principalmente en la calidad del ladrillo utilizado, tratándose del ladrillo macizo de arcilla elaborado artesanalmente, de resistencia desconocida, variaciones dimensionales además de estar mal cocidos y resquebrajados.

### **Análisis granulométrico (NTP 339.128)**

LA Norma Técnica Peruana (NTP) 339.128, ha sido elaborada por el comité técnico permanente de geotecnia, mediante el sistema 2 u Ordinario, en reuniones realizadas desde abril de 1996 a setiembre de 1999. Utilizando como antecedente la Norma ASTM D422-63, Standard Test Method for Particle – size Analysis Soils.

Consiste en la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de los suelos. La clasificación de las partículas mayores que 75 um (retenido en el tamiz N° 200) se efectúa por tamizado, en tanto que la determinación de las partículas menores que 75 um se realiza mediante un proceso de sedimentación basad en la ley de Stokes utilizando un densímetro adecuados.

Para materiales cuando el suelo está compuesto casi totalmente por partículas menores que el tamiz 2,00 mm (N°10) los resultados leídos pueden indicarse en la siguiente forma en porcentajes:

- a) Grava, pasa tamiz 75 mm (3 pulg) y quedan retenido en tamiz 4.75 mm (N°4).
- b) Arena, pasa tamiz 4.75 mm (N°4) y queda retenido en tamiz 75 um (N°200).
  - Arena gruesa, pasa tamiz 4,75 mm (N°4) y queda retenido en tamiz 2,00 mm (N°10)
  - Arena media, pasa tamiz 2,00 mm (N°10) y queda retenido en tamiz 4,25 um (N° 40)
  - Arena fina, pasa tamiz 4,25 um ( N°40) y queda retenido en tamiz 75 um (N° 200)

- c) Tamaño Limo, de 0,075 mm a 0.005 mm
- d) Tamaño arcilla, menor que 0,005 mm
- e) Tamaño coloidal menor que 0.001 mm

### **Límites de consistencia (NTP 339.129)**

La Norma Técnica Peruana (NTP) 339.129, ha sido elaborada por el comité Técnico permanente de Geotecnia, mediante reuniones desde abril de 1996 hasta setiembre de 1999. Utilizando como antecedente la Norma ASTM D 4318-93, Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

Albert Atterberg definió seis “límites de consistencia” de suelo de grano fino: el límite superior de flujo viscoso, el límite líquido, el límite de pegajosidad, el límite de cohesión, el límite plástico, y el límite de contracción. En ingeniería se usan frecuentemente el límite líquido, el límite plástico, y en algunas referencias el límite de contracción.

**Consistencia:** es la relativa facilidad con la cual un suelo puede ser deformado

**Límite Líquido (LL):** Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre el estado líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura 1 cm a razón de dos caídas por segundo.

**Límite plástico (LP):** es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados plásticos y semisólido. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad más bajo al cual el suelo puede ser rolado en hilos de 3,2 mm (1/8 pulg) sin que se rompa en pedazos.

**Resumen del método de ensayo:** a la muestra se le remueve cualquier material retenido en el tamiz N° 40. El límite líquido se determinara realizando pruebas en las cuales se esparce una porción de la muestra en una copa de bronce, dividida en dos por un ranurador, y luego permitiendo que fluya debido a los impactos causados por las repetidas caídas de la copa en un dispositivo mecánico estándar; se requiere realizar tres o más pruebas sobre un rango de contenidos de humedad y graficar o calcular la información de las pruebas para establecer una relación a partir de la cual se determina el límite líquido. El límite plástico se determina presionando y enrollando alternadamente a un hilo de 3,2 mm de diámetro (1/4 pulg), una porción pequeña de suelo plástico hasta que su contenido de humedad se reduzca hasta el punto en que el hilo se quiebre y no pueda ser más presionado y reenrollado; el contenido de humedad del suelo en este punto se reporta como el límite plástico.

**Significado y uso:** este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos y para especificar la fracción de grano fino de materiales de construcción. El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos son extensamente usados, tanto individual como en conjunto con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción – expansión y resistencia al corte.

Los límites líquidos y plásticos de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2 um para determinar su número de actividad.

### **Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería (NTP 399.613)**

La Norma Técnica Peruana (NTP) fue elaborada por el comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería, mediante el sistema 2 u

Ordinario, durante los meses de junio del 2002 a noviembre del 2004, utilizando como antecedente a las normas ASTM C 67:2003 a Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry Word.

Esta Norma Técnica Peruana se aplica para el control de calidad de los ladrillos de arcilla cocida usados como unidades de albañilería.

**Muestreo:** se seleccionarán unidades enteras que sean representativas del lote al cual pertenecen, considerando especímenes representativos del rango completo de colores, texturas, y tamaños, libres de impurezas, limo u otros materiales no asociados con el proceso de fabricación. Se ensayarán como mínimo 10 unidades representativas de un lote de 1 000 000 o menos; para lotes mayores se tomarán 5 especímenes adicionales, por cada 500 000 unidades. Se marcará cada espécimen de manera que pueda ser identificado en cualquier momento; las marcas no cubrirán más del 5 % del área superficial de las caras del espécimen.

#### **Preparación de especímenes**

**Secado:** secar los especímenes en un horno ventilado de 110 °C a 115 °C, por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en un intervalo de 2 horas muestren un intervalo o pérdida no mayor del 0.2%.

**Enfriamiento:** después del secado se enfriarán los especímenes en una cámara de 24 °C +/- 8 °C, con una humedad relativa entre 30% y 70%, las unidades se almacenarán separadas (no apiladas), libres de corrientes de aire, por un periodo de 4 horas como mínimo; no se deberá utilizar especímenes muy calientes para cualquier prueba se requiere unidades secas. Método Alternativo para enfriamiento de los especímenes puede ser el siguiente: almacenar las unidades separadas, no apiladas en un ambiente ventilado a temperatura 24 °C +/- 8 °C, con una humedad relativa entre 30% y 70% por un periodo de tiempo de 4 horas hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2,8 ° C de la temperatura del ambiente, con una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico, por un periodo no menor de dos horas.

## **Resistencia a la compresión**

Se ensayarán medias unidades secas, el espécimen prueba se obtendrá por cualquier método de corte que produzca un espécimen con extremos aproximadamente planos y paralelos, sin astillas ni rajaduras. Se deberá ensayar como mínimo cinco unidades.

Si las superficies de contacto del espécimen son ahuecadas o apaneladas, llenar las depresiones con un mortero, por una parte, en peso, de mortero de cemento portland y dos partes, en peso, de arena, incorpore un aditivo o cloruro de calcio en porcentaje no mayor de 2%. Dejar reposar los especímenes por lo menos 48 horas antes de aplicar el refrentado. Cuando las cavidades excedan 13 mm, usar un fragmento de ladrillo o una sección de teja o placa metálica como relleno en el núcleo.

Refrentado con yeso: cubrir las caras opuestas de contacto del espécimen con goma laca. Una vez completamente secos, cubrir una de las superficies con una capa delgada de yeso calcinado (yeso hemihidratado), que ha sido distribuida sobre una placa no absorbente y aceitada, tal como vidrio o metal procesado. La placa para la superficie de refrentado debe ser plana con margen de 0.08 mm en 400 mm, y suficientemente rígida y apoyada de tal manera que no tenga deformación detectable durante el proceso.

Cubrir ligeramente con una capa de aceite u otro material apropiado; repítase esta operación con la otra superficie de contacto de los especímenes. Cuidar de tener las superficies de contacto, así conformadas, aproximadamente paralelas entre si y perpendiculares al eje vertical del espécimen y que los espesores de refrentado sean aproximadamente los mismos sin exceder de 3mm. Se dejará reposar el refrentado por lo menos 24 horas antes de ensayar los especímenes.

Ensayar los especímenes de ladrillo sobre su mayor dimensión (esto es la carga será aplicada en la dirección de la profundidad del ladrillo), centrar los especímenes debajo del apoyo esférico superior con un margen de 2 mm.

### **1.3. Formulación del Problema**

¿De qué manera la evaluación de las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en el centro poblado de Otuzco, del Distrito De Baños Del Inca, Cajamarca, año 2015; permite identificar el cumplimiento de las características estructurales normalizadas?

### **1.4. Hipótesis.**

Las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en el centro poblado de Otuzco, del Distrito De Baños Del Inca, Cajamarca, año 2015; cumple con la norma E.070 del reglamento nacional de edificaciones.

### **1.5. Objetivos.**

#### **Objetivo General**

Evaluar las Características de las Unidades de Albañilería Fabricadas Artesanalmente en el Centro Poblado de Otuzco, Distrito de Baños del Inca, Cajamarca, año 2015.

#### **Objetivos Específicos.**

1. Determinar el tipo de materia prima empleado para la fabricación de ladrillos artesanalmente en el centro poblado de Otuzco, distrito de Los Baños Del Inca, Cajamarca.
2. Describir el proceso de fabricación más representativo que se utiliza para la fabricación artesanalmente de las unidades de albañilería en el centro poblado de Otuzco, Distrito de Baños Del Inca, Cajamarca.
3. Evaluar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en el centro poblado de Otuzco, distrito de Baños Del Inca; y clasificación según la Norma E. 070 (2006).

## II. MARCO METODOLOGICO.

### 2.1. Variables

Variable independiente : características de la unidad de albañilería fabricadas artesanalmente.

Variable dependiente : unidad de albañilería.

### 2.2. Operacionalización de variables

| Variable   | Definición Conceptual   | Definición Operacional  | Dimensiones  | Indicadores  | Medida                                       |
|--|---|---|--|--|--|
| Características de la Unidad de albañilería (V. Independiente) | Cualidades físicas y mecánicas que permiten a la unidad de albañilería soportar esfuerzos a compresión.         | Se extraerá la materia prima de las canteras, para la evaluación y clasificación del suelo SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelo) | Tipo de materia prima para la fabricación de ladrillos                           | Análisis granulométrico<br>Índice de plasticidad                             | Numérico y nominal<br>Numérico               |
|  |   | Se realizara la descripción del proceso de fabricación  | Proceso de fabricación que se utiliza en la fabricación de ladrillos Artesanales | Actividades en el proceso de fabricación de ladrillos artesanales            | Nominal                                      |
|  |   | Se realizara la evaluación de las características de las unidades de albañilería  | Características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería               | Variación dimensional<br>Alabeo<br>Absorción<br>Resistencia a la compresión. | Numérico<br>Numérico<br>Numérico<br>Numérico |
| Unidad de albañilería (V. Dependiente)                         | Ladrillos y bloques de arcilla cocida, de concreto o de sílice-cal. Puede ser sólida, hueca, alveolar o tubular | Evaluación de 10 unidades por ladrillera  | Clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales            | Clase de ladrillos   | Nominal                                      |

### 2.3. Metodología

El método de investigación para realizar la evaluación de las características estructurales de la unidad de albañilería fabricados artesanalmente del centro poblado de Otuzco, Distrito De Baños Del Inca, se realizó en lo siguiente:

#### 2.3.1. Fase inicial de gabinete.

Después de realizado la revisión teórica del tema de investigación, se plasmó los objetivos de investigación, se identificó y cuantifico los ladrilleros artesanales en la zona de estudio, se obtuvo el tamaño de la muestra (cinco ladrilleros artesanales), para posterior realizar las encuestas, guía de observación, en base a los objetivos planteados.

#### 2.3.2. Fase de campo. De muestra seleccionada (05 ladrilleras):

- Se realizó el muestreo de la materia prima de las canteras, y se llevó al laboratorio para su respectiva evaluación; para así determinar el tipo de suelo utilizado en su fabricación.
- Se realizó la encuesta y observación del proceso de fabricación, a los cinco ladrilleros seleccionados; para así determinar y describir el proceso de fabricación más representativo en la zona de estudio.
- Se realizó el muestreo de 10 unidades de albañilería de las cinco ladrilleras seleccionada, y se llevó al laboratorio para su respectiva evaluación de sus características estructurales como: variación dimensional, alabeo, absorción, y resistencia a la compresión.

### **2.3.3. Fase final de gabinete.**

- Los datos obtenidos de las encuestas y la observación, se analizaron y se describieron para obtener el proceso representativo en la fabricación de ladrillos en la zona de estudio.
- Los datos obtenidos en laboratorio de la materia prima, fueron procesados mediante la tabulación y gráficos, el análisis fue cuantitativo y cualitativo de los datos, para así realizar su clasificación del tipo de suelo. Asimismo, también, los datos obtenidos en laboratorio de la evaluación de las unidades de albañilería, fueron procesados mediante tabulación y gráficos, el análisis fue cuantitativo y cualitativo de los datos obtenidos, para así clasificar el tipo de unidad de albañilería según la norma E.070 (2006).

## **2.4. Tipos de estudios**

Se realizó una investigación descriptiva y explicativa, teniendo como individuo a la unidad de albañilería, evaluando sus características físicas y mecánicas, asimismo también se describió el proceso de fabricación. Se tuvo como estudio de variable independiente las características estructurales de la unidad de albañilería.

## 2.5. Diseño

En el estudio de tesis se realizó un diseño de investigación Tipo No experimental, el cual no se manipulo variables. De característica Transversal, recolectándose datos en el momento para luego describirlas.

## 2.6. Población, muestra y muestreo.

**Población.** - se consideró las ladrilleras ubicadas en el Centro Poblado de Otuzco, del distrito de Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca. Teniendo un total de 68 ladrilleros artesanales, en nueve caseríos; siendo éstas los principales proveedores de las unidades de albañilería para las viviendas en el centro poblado de Otuzco.

**Muestra.** - La muestra de estudio con respecto a la ecuación de muestreo, resulta 11 ladrilleras, pero como se hizo un muestreo no probabilístico por lo que se optó conformar 5 ladrilleras, siendo las más representativas del centro poblado de Otuzco, del distrito de Baños del Inca, de los caseríos de: San José Las Madres, Chupicaloma, Rumipampa Alta, Manzanamayo, y Cashaloma.

**El muestreo,** se realizó un muestreo No Probabilístico, muestreo intencional, seleccionando las ladrilleras más representativas, según la identificación de estas.

El muestreo intencional, es en que la persona que selecciona la muestra es quien procura que sea representativa, dependiendo de su intención u opinión, siendo por tanto la representatividad subjetiva (Lagares Barreiro & Puerto Albandoz, 2001).

### Ecuación de tamaño de muestra:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot N \cdot p \cdot q}{i^2(N-1) + Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}$$

N: tamaño de la población

n: tamaño de la muestra

$Z_{\alpha}$ : valor correspondiente a la distribución de gauss.  
p: proporción esperada  
q: 1- p  
i: error que se prevé cometer si es del 10%,  $i=0.1$   
(Murray y Larry, 2005)

**Entonces:**

N: 68  
 $Z_{\alpha}$ : 90%=1.645  
q: 1-0.05=0.95  
i: 10%,  $i=0.1$

$$n = \frac{68 \times 1.645^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.1^2 \times (68 - 1) + 1.645^2 \times 0.05 \times 0.95} = 11$$

## **2.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

**2.7.1.** Determinación del tipo de materia prima empleado para la fabricación de ladrillos artesanales en el Distrito de Baños Del Inca.

Observación : Guía de observación

Encuesta : Cuestionario.

Observación : Utilizando Check list

**2.7.2.** Descripción del proceso de fabricación más representativo que se utiliza para la fabricación artesanalmente de las unidades de albañilería en el centro poblado de Otuzco, del Distrito de Baños Del Inca.

Observación: Guía de entrevista,

Encuesta: Cuestionario.

- Extracción de material.
- Dosificación de mezcla y amasado.
- Moldeado.
- Secado.
- Calcinado.

**2.7.3.** Evaluación de las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería fabricadas artesanalmente en el centro poblado de Otuzco, Distrito de Baños Del Inca, y clasificación según la Norma E.070, 2006.

Observación: Guía de observación.

Observación: Utilizando Check list

- Propiedades Físicas: variación dimensional, alabeo, absorción
- Propiedades mecánicas: resistencia a la compresión.

## **2.8. Métodos de análisis de datos**

El método nos llevó a una interpretación de los resultados observados de las muestras seleccionadas, utilizando método cuantitativo, utilizando Software Excel – hoja de cálculo para la tabulación e interpretación de datos.

## **2.9. Aspectos éticos.**

Los datos observados están considerados en el Software Excel – hoja de cálculo de tabulación, tal como caracteriza las muestras observadas, con el fin de no alterar la investigación.

La interrelación personal con los artesanos productores de unidad de albañilería, se realizó respetando la dignidad de las personas.

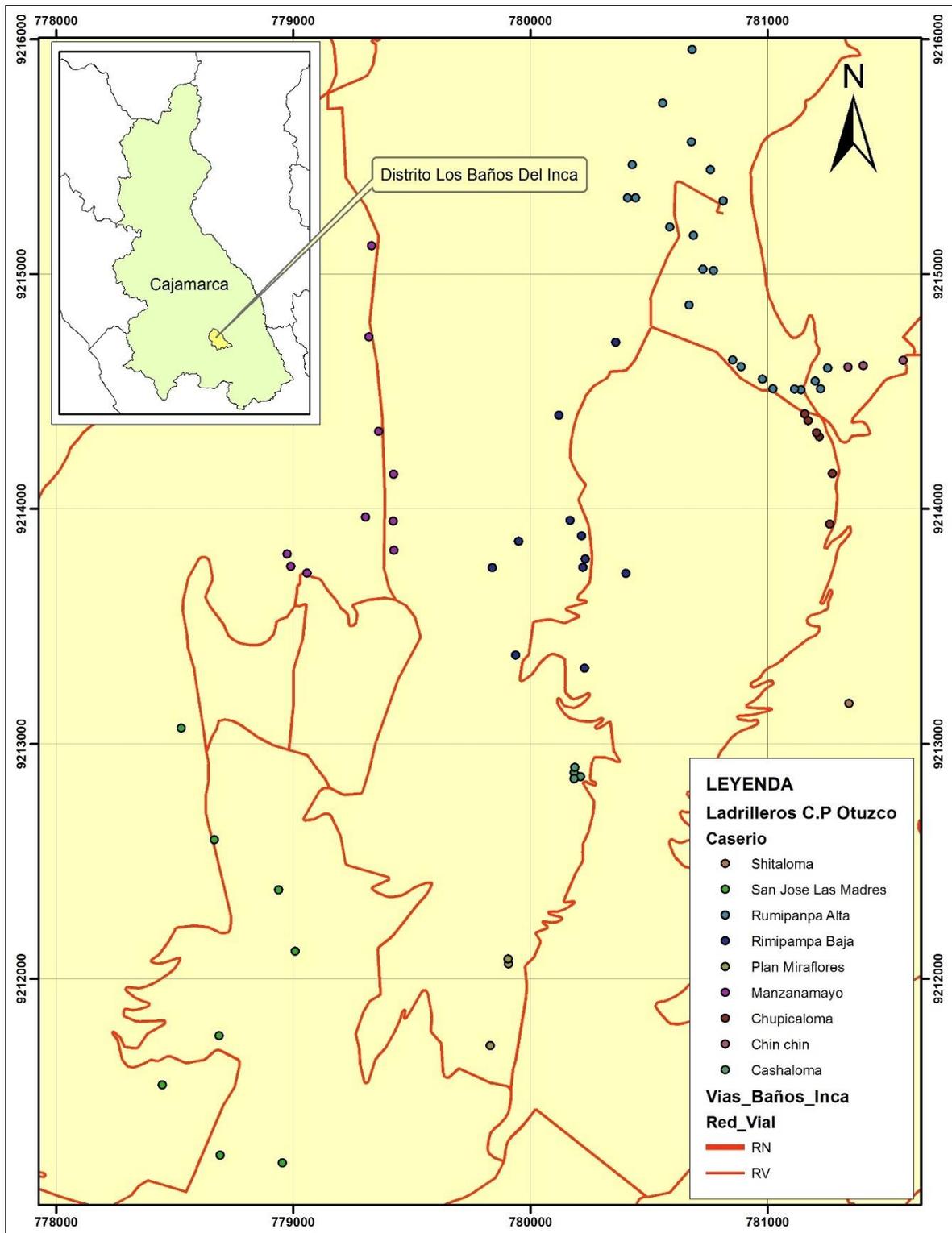
### **III. RESULTADOS.**

#### **3.1. Identificación de las ladrilleras en la zona de estudio**

Se realizó la identificación de los ladrilleros artesanales ubicados en sus respectivos caseríos, pertenecientes al Centro Poblado de Otuzco. La identificación se realizó con un GPS a cada uno de las ladrilleras, georreferenciando sus coordenadas UTM (Este y Norte), y su altitud (Z); en el Datum WGS 84, en la Zona 17 S. Colocando en cada ladrillera el nombre del propietario. Como se muestra en la Tabla N° 20 (ver anexo). Teniendo una población un total de 68 ladrilleras en el Centro Poblado de Otuzco, en sus nueve caseríos como es: Shitaloma (1), Chupicaloma (6), Rumipampa Alta (22), Rumipampa Baja (11), Cashaloma (4), Plan Miraflores (3), Chim chin (3), Mazanamayo (10), y San José las Madres (8).

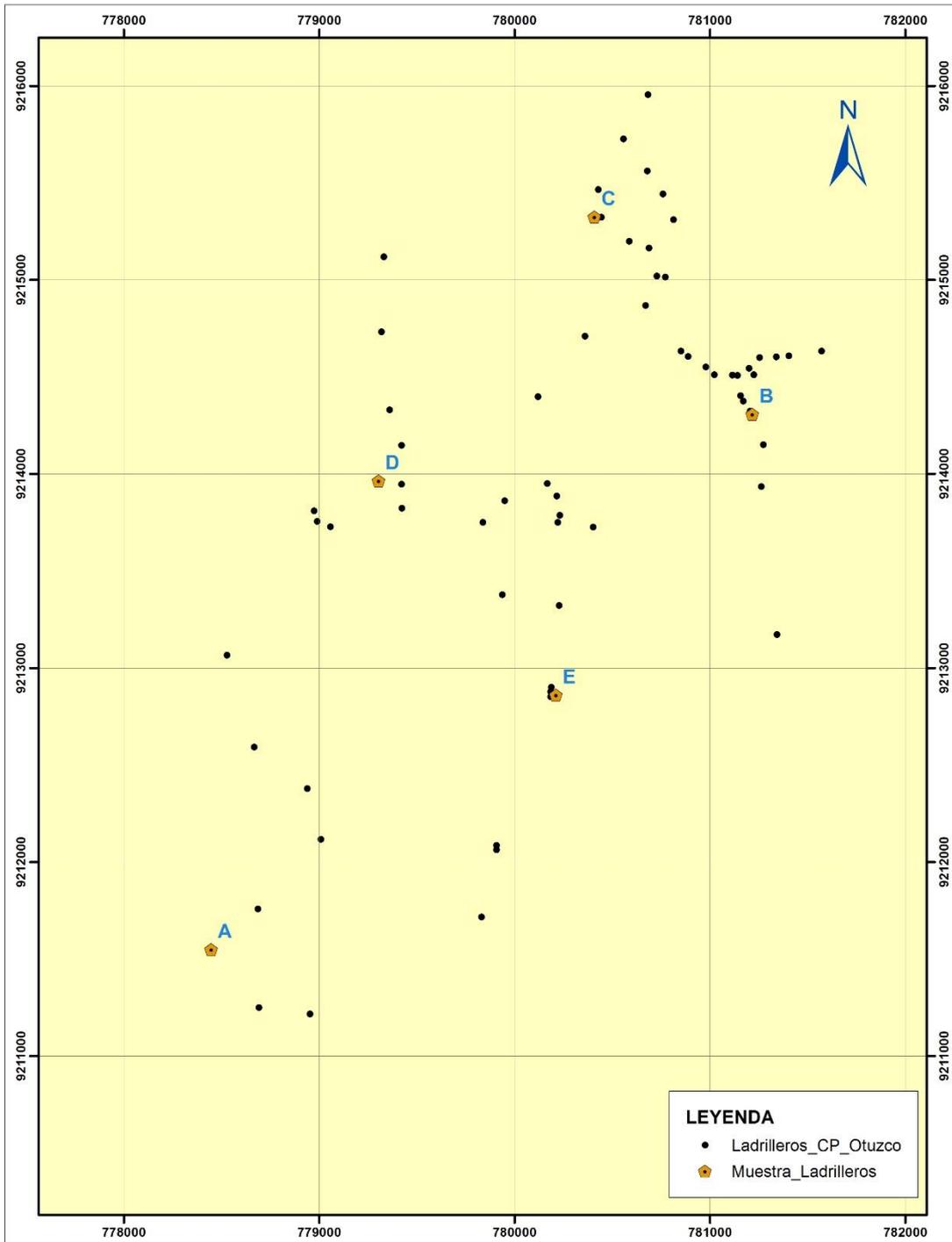
Teniendo como muestra tan solo a 05 ladrilleras, ubicados en los caserios de San José las Madres, Chupicaloma, Rumipampa Alta, Manzanamayo, y Cashaloma; asignándole la descripción correlativa a cada uno como Lote A, B, C, D y E; se describe en la Tabla N° 01.

**Mapa 01.** Ubicación de Ladrilleros Artesanales en el Centro Poblado de Otuzco, Distrito Los Baños Del Inca, Cajamarca



### 3.2. Estudio de materia prima de las canteras.

**Mapa 02.** Ubicación de la Muestra de Cinco Ladrilleros Artesanales, en el Centro Poblado de Otuzco, Distrito Los Baños Del Inca, Cajamarca



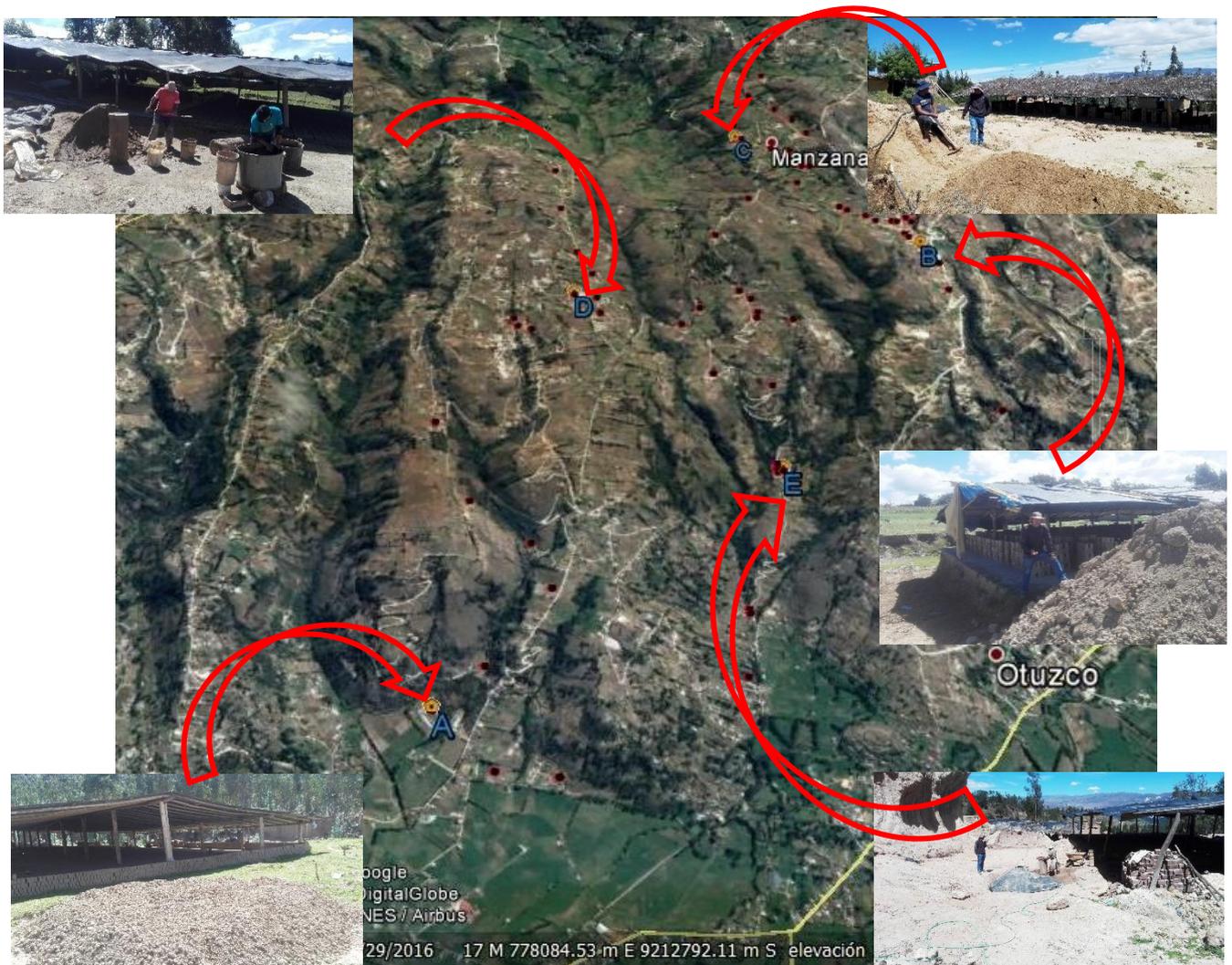
La evaluación de la materia prima se realizó de las canteras siguientes:

**Tabla N° 01.** Canteras muestreadas y georreferenciadas.

| Lote | Apellidos y Nombres.          | UTM       |            | Z    | Caserío             |
|------|-------------------------------|-----------|------------|------|---------------------|
|      |                               | E         | N          |      |                     |
| A    | Ñontol Barrantes Cesar        | 778514.09 | 9211508.32 | 2719 | San José Las Madres |
| B    | Calderón Mosqueira Luis       | 781169.86 | 9214350.31 | 3168 | Chupicaloma         |
| C    | Silva Peregrino Elias         | 780450.45 | 9215346.31 | 3212 | Rumipampa Alta      |
| D    | Chuquiruna Mendoza Candelario | 779103.55 | 9214041.66 | 3107 | Manzanamayo         |
| E    | Huamán Huaripata Cesar        | 780200.20 | 9212901.29 | 2873 | Cashaloma           |

Elaboración propia.

**Mapa 03.** Muestra (5) Ladrilleros Artesanales, en el Centro Poblado de Otuzco, Distrito Los Baños Del Inca, Cajamarca.



### **3.2.1. Análisis granulométrico.**

Llamado también Análisis Mecánico y consistente en la determinación de la distribución de las partículas de un suelo en cuanto a su tamaño, pudiendo obtener así los porcentajes de piedra, grava, arena, limos y arcilla. Este análisis se hace por un proceso de tamizado (análisis con tamices) en suelos de grano grueso, y por un proceso de sedimentación en agua (análisis granulométrico por vía húmeda) en suelos de grano fino (ABOU-MATAR & GOBLE, 1997)

Si el material es granular, los porcentajes de piedra, grava y arena se pueden determinar fácilmente mediante el empleo de tamices; pudiéndose hacerse en seco, como por lavado, dependiendo del grado de cohesión del suelo. Si el suelo contiene un porcentaje apreciable de material fino (limo arcillo), que pasa el tamiz N° 200 (0.074 mm; el análisis granulométrico se basa, generalmente, en el principio de sedimentación; siendo el método hidrométrico (Norma ASTM – D 422), el más reconocido y usado.

Para nuestra investigación el análisis granulométrico se realizó por tamizado debido a que las partículas de los suelos se disgregaban fácilmente utilizando la Norma ASTM D - 422 para determinar los porcentajes del suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada utilizando los siguientes equipos y herramientas.

#### **Equipos y Herramientas**

- Horno de secado
- Balanza de 0.01
- Bandejas, cepillo y brocha
- Pipeta, vasijas
- Juego de Tamices

#### **Procedimiento**

- Con las muestras de material traídas del campo se formó un cono para seleccionar las muestras por cuadrante, para esto se revolvió primero todo el material hasta que presento un aspecto

homogéneo, traspaleando de un lugar a otro 4 veces sobre la superficie lisa y limpia.

- Se mezcló el material de dos cuadrantes opuestos para obtener la muestra teniendo cuidado de no perder material fino en cada operación del cuarteo.
- Se obtuvo una muestra uniforme por cuarteo y se llevó al horno durante 24 horas.
- Una vez secada la muestra y enfriada se procedió a tomar el peso de la muestra secada en el horno.
- Se paso la muestra por los tamices y se colocó en el agitador mecánico un tiempo de 10 minutos.
- Luego del tamizado se procedió al pesado de cada fracción retenido en cada tamiz en la balanza debidamente calibrada de 0.1%.
- Una vez obtenidos los pesos retenidos de los tamices, se procedió a calcular el porcentaje retenido.
- Se procedió a la clasificación de los suelos

Se calculó los porcentajes de los pesos retenidos en cada tamiz con la siguiente expresión

$$\% PR = 100 \times \frac{PR}{P_{ms}} \dots \dots \dots (01)$$

Dónde:

P<sub>ms</sub>= Peso de la muestra seca (g).

PR= Peso retenido, (g).

Se determinó los porcentajes de los pesos retenidos acumulados (%PRA) y los complementos a 100 % que son los porcentajes pasantes acumulativos:

$$\% Pasa = 100 - \%PRA \dots \dots \dots (02)$$

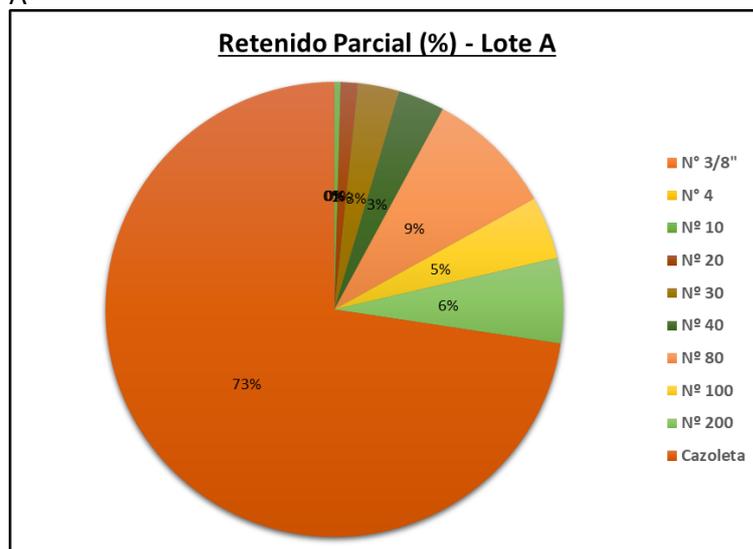
## Resultados obtenidos

**Tabla N° 02.** Granulometría del suelo de ladrillera del Sr. Ñontol Barrantes Cesar (Lote - A)

| TAMIZ        |                  | PESO<br>RETENIDO<br>(gr) | RETENIDO<br>PARCIAL<br>(%) | RETENIDO<br>ACUMULADO<br>(%) | QUE<br>PASA (%) |
|--------------|------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| N°           | ABERTURA<br>(mm) |                          |                            |                              |                 |
| N° 3/8"      | 9.53             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0           |
| N° 4         | 4.76             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0           |
| N° 10        | 2.00             | 7.9                      | 0.4                        | 0.4                          | 99.6            |
| N° 20        | 0.84             | 21.8                     | 1.2                        | 1.7                          | 98.4            |
| N° 30        | 0.59             | 52.6                     | 2.9                        | 4.6                          | 95.4            |
| N° 40        | 0.43             | 59.2                     | 3.3                        | 7.9                          | 92.1            |
| N° 80        | 0.18             | 162.8                    | 9.0                        | 16.9                         | 83.1            |
| N° 100       | 0.15             | 80.3                     | 4.5                        | 21.4                         | 78.6            |
| N° 200       | 0.07             | 108.7                    | 6.0                        | 27.4                         | 72.6            |
| Cazoleta     | -                | 1306.7                   | 72.6                       | 100.0                        | 0.0             |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>1800.0</b>            |                            |                              |                 |

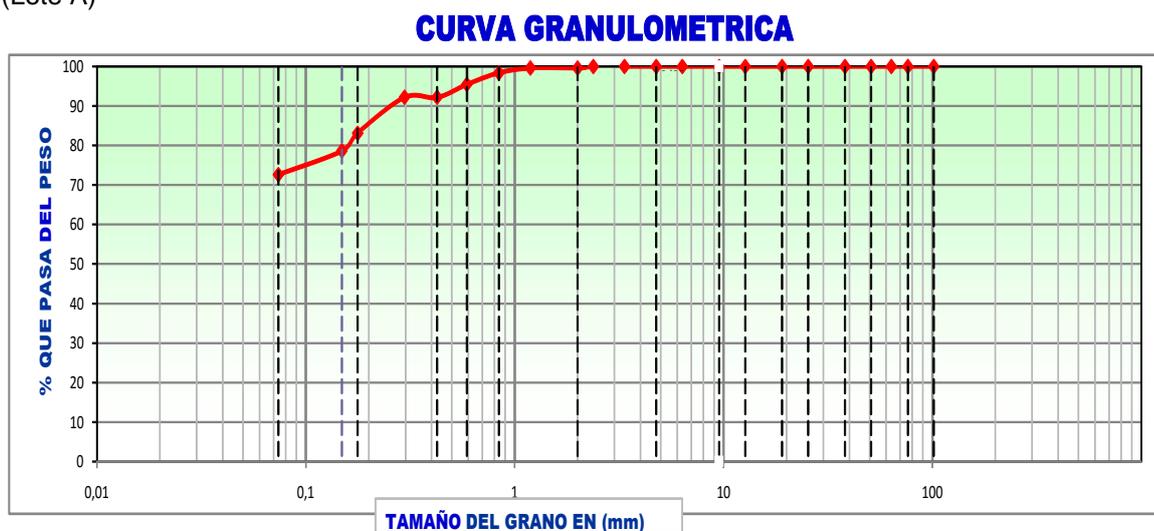
Elaboración propia.

**Grafico N° 01.** Distribución parcial retenido (%), del Sr. Ñontol Barrantes Cesar (Lote A)



Se observa que la muestra del suelo tiene una distribución de: 72.6% de limos y arcillas, y un 27.4 % de arenas.

**Grafico N° 02.** Distribución Granulométrica del suelo del Sr. Ñontol Barrantes Cesar (Lote A)

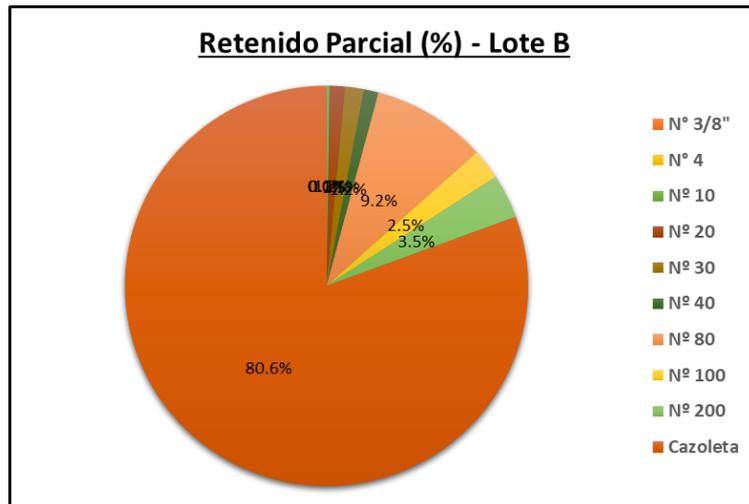


**Tabla N° 03.** Granulometría del suelo de ladrillera del Sr. Calderón Mosqueira Luis (Lote - B)

| TAMIZ        |                  | PESO<br>RETENIDO<br>(gr) | RETENIDO<br>PARCIAL<br>(%) | RETENIDO<br>ACUMULAD<br>O (%) | QUE PASA<br>(%) |
|--------------|------------------|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------|
| N°           | ABERTURA<br>(mm) |                          |                            |                               |                 |
| N° 3/8"      | 9.53             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                           | 100.0           |
| N° 4         | 4.76             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                           | 100.0           |
| N° 10        | 2.00             | 4.2                      | 0.2                        | 0.2                           | 99.8            |
| N° 20        | 0.84             | 20.9                     | 1.2                        | 1.5                           | 98.5            |
| N° 30        | 0.59             | 25.6                     | 1.5                        | 3.0                           | 97.0            |
| N° 40        | 0.43             | 19.9                     | 1.2                        | 4.2                           | 95.8            |
| N° 80        | 0.18             | 156.8                    | 9.2                        | 13.4                          | 86.6            |
| N° 100       | 0.15             | 42.0                     | 2.5                        | 15.8                          | 84.2            |
| N° 200       | 0.07             | 60.3                     | 3.5                        | 19.4                          | 80.6            |
| Cazoleta     | --               | 1370.3                   | 80.6                       | 100.0                         | 0.0             |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>1700.0</b>            |                            |                               |                 |

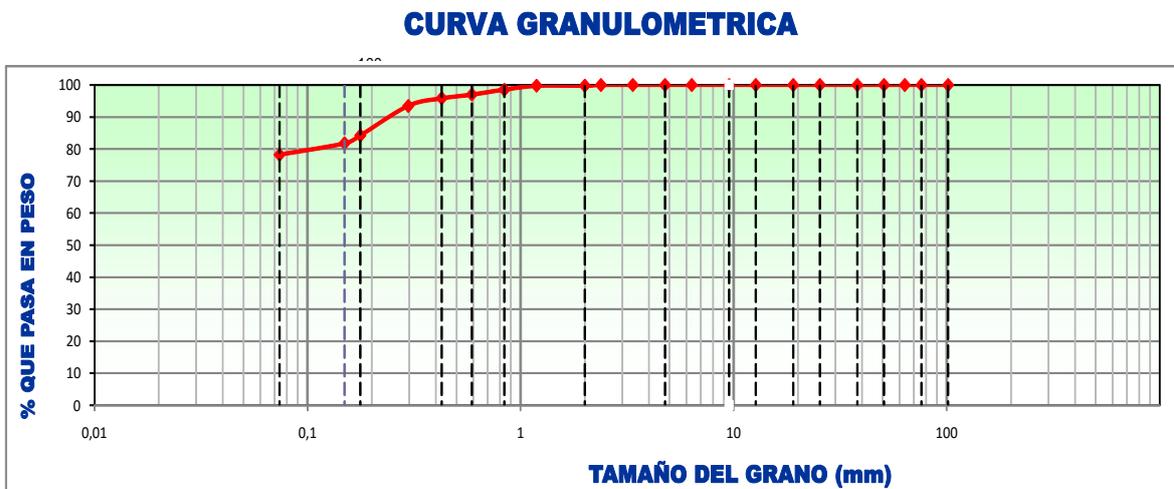
Elaboración propia.

**Grafico N° 03.** Distribución parcial retenido (%), del Sr. Calderón Mosqueira Luis (Lote B)



Se observa que la muestra del suelo tiene una distribución de: 80.6% de limos y arcillas, y un 19.4 % de arenas.

**Grafico N° 04.** Distribución Granulométrica del suelo del Sr. Calderón Mosqira Luis (Lote B)

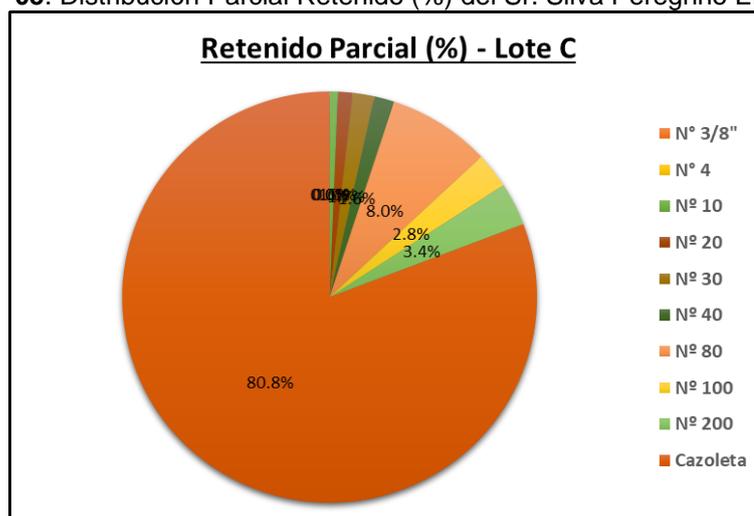


**Tabla N° 04.** Granulometría del suelo de ladrillera del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote - C)

| TAMIZ        |                  | PESO<br>RETENIDO<br>(gr) | RETENIDO<br>PARCIAL<br>(%) | RETENIDO<br>ACUMULADO<br>(%) | QUE PASA<br>(%) |
|--------------|------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| N°           | ABERTURA<br>(mm) |                          |                            |                              |                 |
| N° 3/8"      | 9.53             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0           |
| N° 4         | 4.76             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0           |
| N° 10        | 2.00             | 11.6                     | 0.6                        | 0.6                          | 99.4            |
| N° 20        | 0.84             | 20.5                     | 1.1                        | 1.8                          | 98.2            |
| N° 30        | 0.59             | 30.6                     | 1.7                        | 3.5                          | 96.5            |
| N° 40        | 0.43             | 28.0                     | 1.6                        | 5.0                          | 95.0            |
| N° 80        | 0.18             | 144.2                    | 8.0                        | 13.1                         | 87.0            |
| N° 100       | 0.15             | 50.3                     | 2.8                        | 15.8                         | 84.2            |
| N° 200       | 0.07             | 60.8                     | 3.4                        | 19.2                         | 80.8            |
| Cazoleta     | -.               | 1454.0                   | 80.8                       | 100.0                        | 0.0             |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>1800.0</b>            |                            |                              |                 |

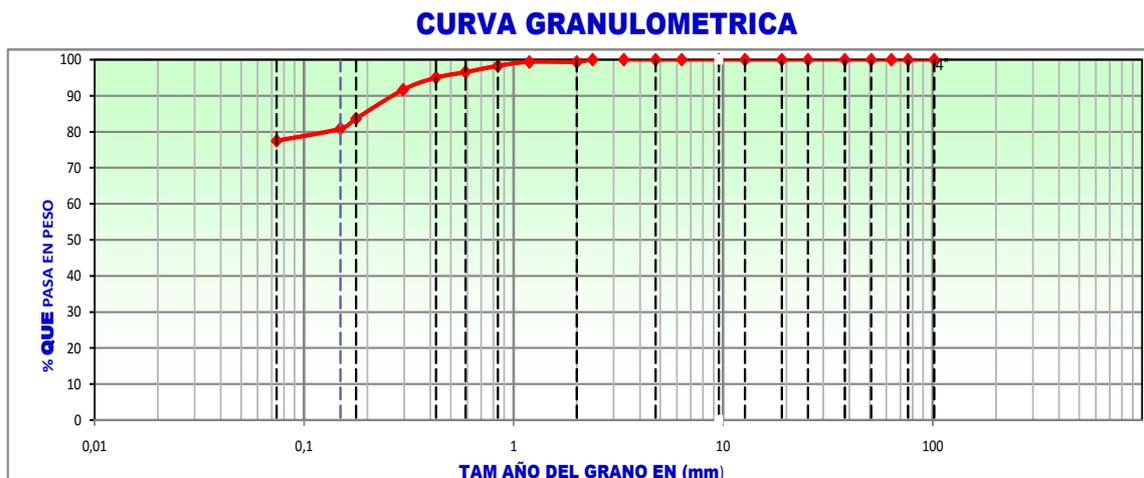
Elaboración propia.

**Grafico N° 05.** Distribución Parcial Retenido (%) del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote C)



Se observa que la muestra del suelo tiene una distribución de: 80.8% de limos y arcillas, y un 19.2 % de arenas.

**Grafico N° 06.** Distribución Granulométrica del suelo del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote C)

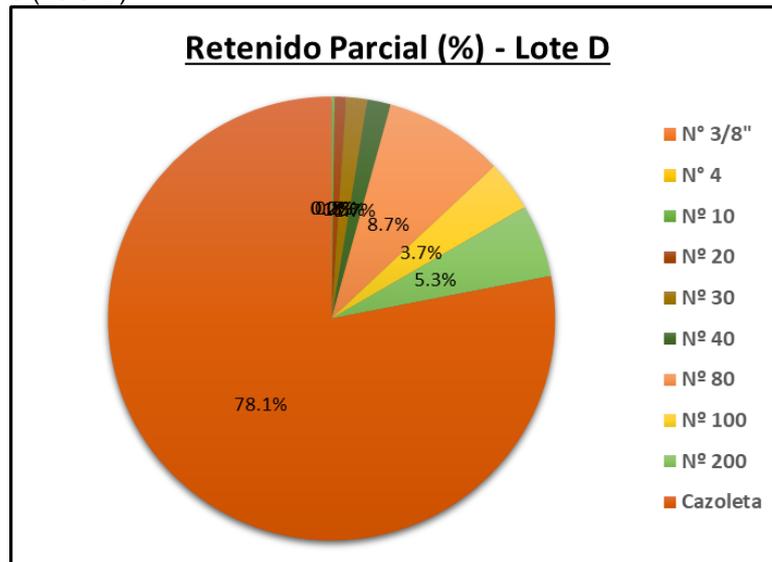


**Tabla N° 05.** Granulometría del suelo de ladrillera del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote - D)

| TAMIZ        |                  | PESO<br>RETENIDO<br>(gr) | RETENIDO<br>PARCIAL<br>(%) | RETENIDO<br>ACUMULADO<br>(%) | QUE<br>PASA<br>(%) |
|--------------|------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------|
| N°           | ABERTURA<br>(mm) |                          |                            |                              |                    |
| N° 3/8"      | 9.53             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0              |
| N° 4         | 4.76             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0              |
| N° 10        | 2.00             | 3.9                      | 0.2                        | 0.2                          | 99.8               |
| N° 20        | 0.84             | 15.4                     | 0.8                        | 1.0                          | 99.0               |
| N° 30        | 0.59             | 28.4                     | 1.5                        | 2.6                          | 97.4               |
| N° 40        | 0.43             | 31.2                     | 1.7                        | 4.3                          | 95.7               |
| N° 80        | 0.18             | 160.9                    | 8.7                        | 13.0                         | 87.0               |
| N° 100       | 0.15             | 67.8                     | 3.7                        | 16.6                         | 83.4               |
| N° 200       | 0.07             | 98.1                     | 5.3                        | 21.9                         | 78.1               |
| Cazoleta     | -.-              | 1444.3                   | 78.1                       | 100.0                        | 0.0                |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>1850.0</b>            |                            |                              |                    |

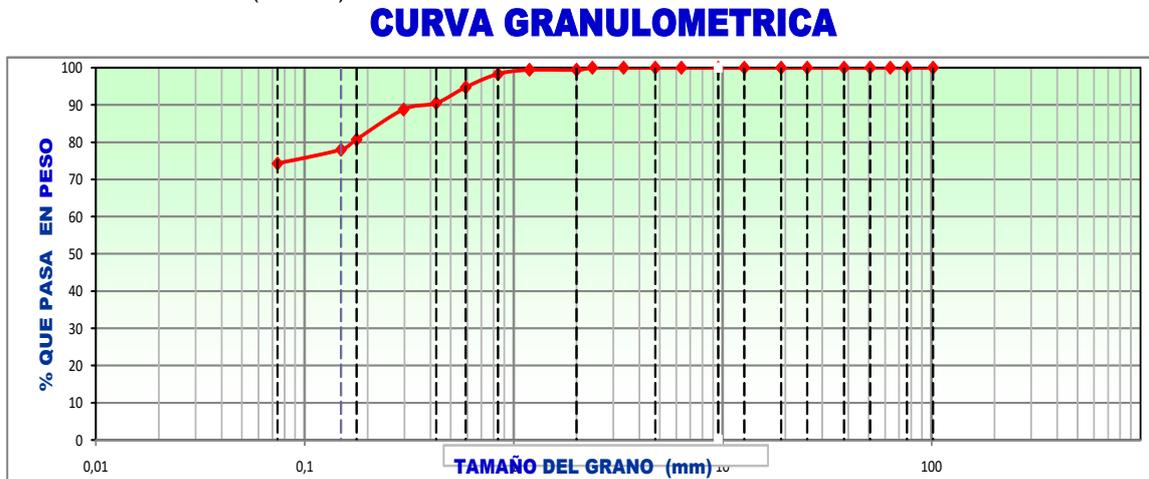
Elaboración propia.

**Grafico N° 07.** Distribución parcial retenida (%), del suelo del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote D)



Se observa que la muestra del suelo tiene una distribución de: 78.1% de limos y arcillas, y un 21.9 % de arenas.

**Grafico N° 08.** Distribución Granulométrica del suelo del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote D)

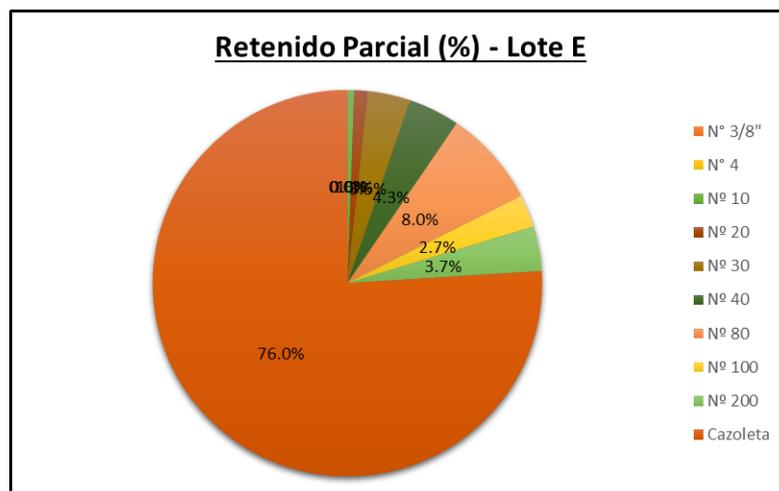


**Tabla N° 06.** Granulometría del suelo de ladrillera del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote - E)

| TAMIZ        |                  | PESO<br>RETENIDO<br>(gr) | RETENIDO<br>PARCIAL<br>(%) | RETENIDO<br>ACUMULADO<br>(%) | QUE<br>PASA (%) |
|--------------|------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|-----------------|
| N°           | ABERTURA<br>(mm) |                          |                            |                              |                 |
| N° 3/8"      | 9.53             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0           |
| N° 4         | 4.76             | 0.0                      | 0.0                        | 0.0                          | 100.0           |
| N° 10        | 2.00             | 9.8                      | 0.6                        | 0.6                          | 99.4            |
| N° 20        | 0.84             | 19.7                     | 1.1                        | 1.7                          | 98.3            |
| N° 30        | 0.59             | 61.5                     | 3.5                        | 5.2                          | 94.8            |
| N° 40        | 0.43             | 74.1                     | 4.3                        | 9.5                          | 90.5            |
| N° 80        | 0.18             | 140.0                    | 8.0                        | 17.5                         | 82.5            |
| N° 100       | 0.15             | 47.5                     | 2.7                        | 20.3                         | 79.7            |
| N° 200       | 0.07             | 65.0                     | 3.7                        | 24.0                         | 76.0            |
| Cazoleta     | -.               | 1322.4                   | 76.0                       | 100.0                        | 0.0             |
| <b>TOTAL</b> |                  | <b>1740.0</b>            |                            |                              |                 |

Elaboración propia.

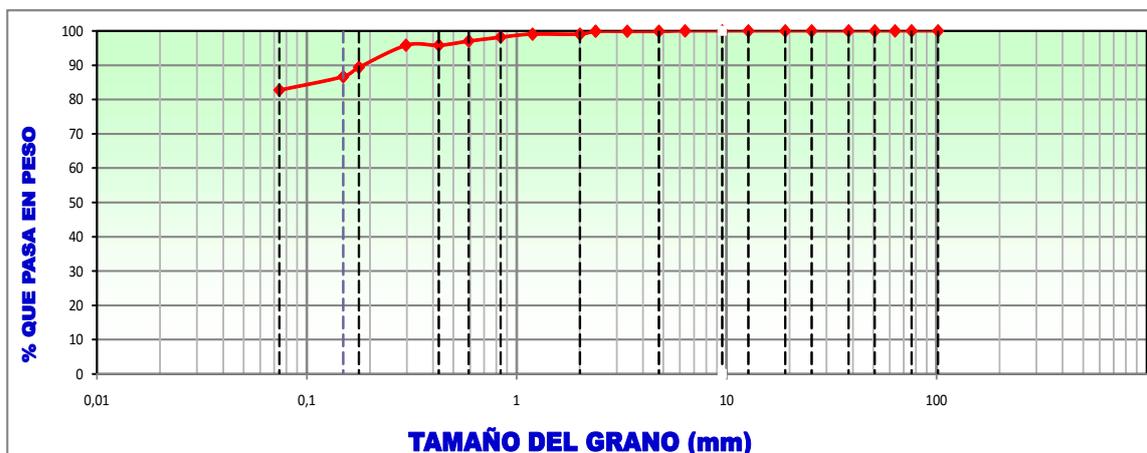
**Grafico N° 09.** Distribución Granulométrica del suelo del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote E)



Se observa que la muestra del suelo tiene una distribución de: 76% de limos y arcillas, y un 24 % de arenas.

**Grafico N° 10.** Distribución Granulométrica del suelo del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote E)

### **CURVA GRANULOMETRICA**



### **3.2.2. Límites de consistencia**

Entiéndase por consistencia el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura (CRESPO VILLALAZ, 2012).

#### **3.2.2.1. Límite Líquido (LL)**

Es el contenido de humedad del material en el límite superior de su estado plástico. El modo operativo para obtener el límite líquido está basado en las normas ASTM-D-4318. Haciendo uso del aparato manual llamado Copa de Casa grande, se obtendrá la curva de fluidez, la que se consigue graficando a escala logarítmica el número de golpes en el eje de las abscisas y a escala natural los contenidos de humedad en el eje de las ordenadas. El contenido de humedad correspondiente a 25 golpes representa el límite líquido del suelo en investigación (CRESPO VILLALAZ, 2012)

#### **Equipo y material:**

- Tamiz N° 40
- Muestra de suelo
- Copa de casagrande
- Horno
- Taras
- Vidrio plano

- Espátula
- Pizeta
- Agua destilada
- Acanalador
- Balanza con una aproximación de 0.01 g
- Recipiente de lavado

### **Procedimiento**

- Se tomó una porción de muestra suelo
- Se colocó en un vidrio y se mezcló hasta que la muestra quedó homogénea.
- Con la ayuda de una espátula se colocó el material en la copa de Casagrande, cuidando que la superficie superior quede plana con un espesor de 1 cm.
- Con el acanalador se colocó en la parte superior y al centro de la muestra, colocando este perpendicular a la superficie de la copa y se hizo la ranura en el suelo.
- Se procedió a dar la vuelta a la manija de la copa a razón de 2 golpes por segundo, contando el número de golpes requeridos hasta que se cierre el fondo de la ranura en una distancia de 1 cm.
- Con la espátula se regresó el material y se volvió a mezclar repitiendo los pasos 2, 3, el número de golpes se anotó el resultado.
- Del lugar donde se cerró la ranura se puso aproximadamente 30 gms. en la tara, se pesaron y se introdujeron en el horno a temperatura constante (110 °c) durante 24 horas aproximadamente.
- Luego se retiraron del horno, se dejaron enfriarse; después se pesaron y se anotaron los datos.

### Calculo

Con los datos obtenidos se calculó el contenido de agua correspondiente a cada número de golpes y se construyó la curva número de golpes (x), contra humedad en % (y).

Se repitieron los pasos, variando la consistencia de la muestra.

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100 \dots \dots \dots (04)$$

Dónde:

ww= peso del agua presente dentro de la muestra, (g). Se determinó como la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de la muestra.

ws = peso seco de la muestra, (g).

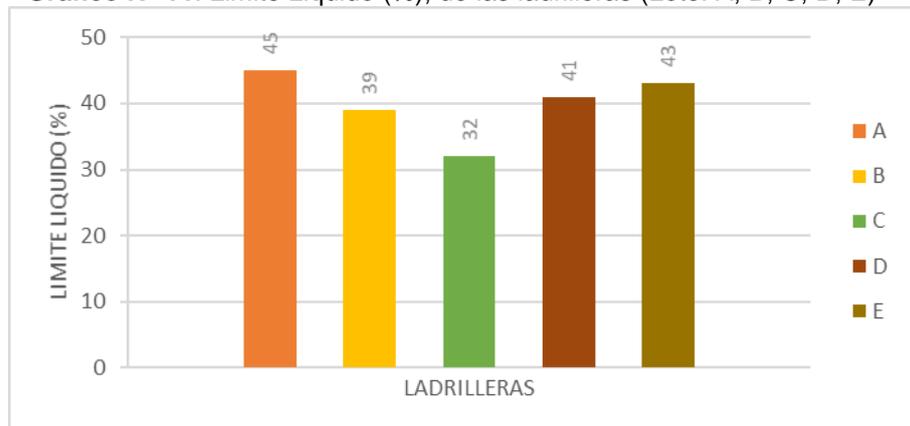
### Resultados Obtenidos:

**Tabla N° 07.** Limite líquido (%) de ladrilleras artesanales (Loe: A, B, C, D, E)

| DESCRIPCION    | LADRILLERAS ARTESANALES |    |    |    |    |
|----------------|-------------------------|----|----|----|----|
|                | A                       | B  | C  | D  | E  |
| LIMITE LIQUIDO | 45                      | 39 | 32 | 41 | 43 |

Elaboración propia.

**Grafico N° 11.** Limite Liquido (%), de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



### **3.2.2.2. Límite plástico (LP)**

Es el contenido de humedad que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia plástico y semisólido de un suelo.

El modo operativo para obtener el límite plástico está basado en las normas ASTM-D-4318. Se determina en el instante en que los rollitos de aproximadamente 3 mm sufren el agrietamiento y desmoronamiento al ser rodados sobre superficies de papel o de vidrio (CRESPO VILLALAZ, 2012)

#### **Procedimiento**

- De la muestra utilizada para el límite líquido se tomó una porción; se rodó con la mano sobre una superficie limpia y lisa no absorbente en este caso fue una placa de vidrio, hasta que se formó un cilindro de 3.2 mm. de diámetro y de 15 cm aproximadamente de largo.
- Se amasó la tira y se volvió a rodar, repitiendo esto tantas veces, para reducir, gradualmente, la humedad por evaporación, hasta que el rollo se empezó a endurecer.
- El límite plástico se alcanzó cuando el cilindro se agrietó al ser reducido aproximadamente a 3.2 mm. de diámetro.
- Inmediatamente se dividió la tira y se colocó en porciones en las taras metálicas marcándolos, pesándolos, e introduciéndolos en el horno durante 24 horas, anotando los pesos correspondientes.
- Se repitieron los pasos 1, 2, 3, y 4 con otra porción de misma muestra para corroborar los resultados.
- Se sacaron las muestras del horno, se dejaron enfriar, se pesaron y se anotaron los datos.
- Con los datos anteriores se determinó el contenido de agua en %.

## Cálculos

El contenido de agua, expresado en porcentaje de peso de suelo seco se determinó con la siguiente expresión:

$$w = \frac{w_w}{w_s} \times 100 \dots \dots \dots (04)$$

Dónde:

ww= peso del agua presente dentro de la muestra, (g). Se determinó como la diferencia entre el peso húmedo y el peso seco de la muestra.

ws = peso seco de la muestra, (g).

El límite plástico se determinó como el promedio de los dos valores de contenido de humedad.

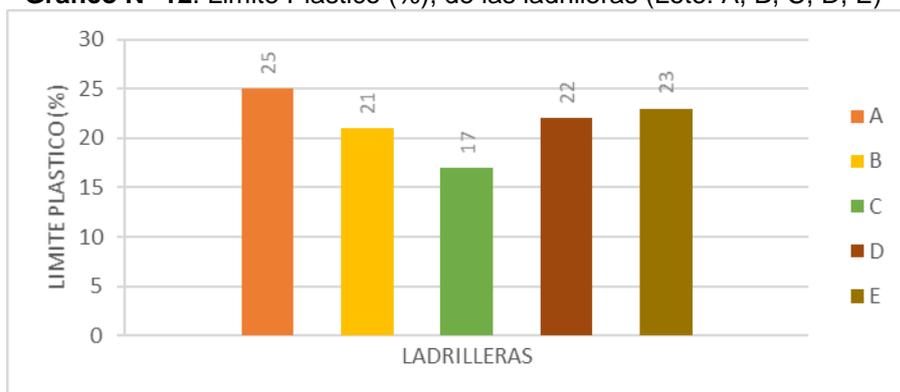
## Resultados Obtenidos:

**Tabla N° 08.** Limite Plástico (%) de ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)

| DESCRIPCION     | LADRILLERAS ARTESANALES |    |    |    |    |
|-----------------|-------------------------|----|----|----|----|
|                 | A                       | B  | C  | D  | E  |
| LIMITE PLASTICO | 25                      | 21 | 17 | 22 | 23 |

Elaboración propia.

**Grafico N° 12.** Limite Plastico (%), de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



### 3.2.2.3. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad del suelo se determinó con los datos de límite líquido y límite plástico, que es la diferencia entre límite líquido y el límite plástico. Utilizando la siguiente expresión:

$$IP = LL - LP \dots \dots \dots (05)$$

Dónde:

IP= Índice de plasticidad.

LL= Límite líquido.

LP= Límite plástico.

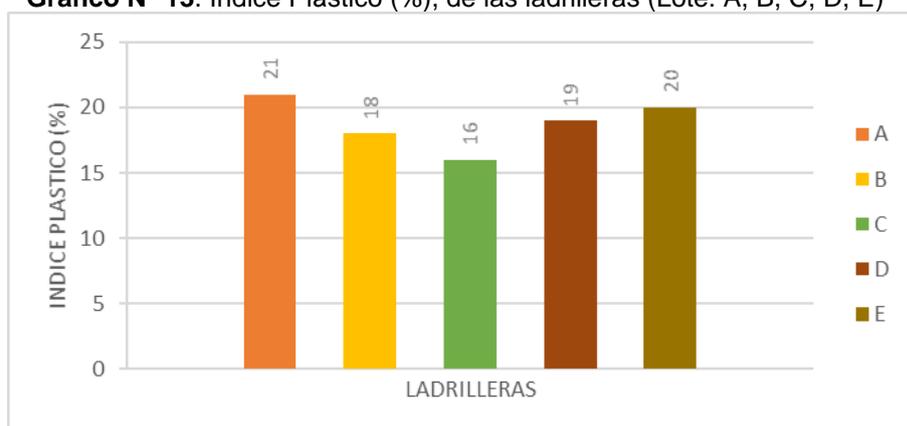
#### Resultados Obtenidos:

**Tabla N° 09.** Índice Plástico (%) de ladrilleras artesanales (Lote: A, B, C, D, E)

| DESCRIPCION     | LADRILLERAS ARTESANALES |       |       |       |       |
|-----------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                 | A                       | B     | C     | D     | E     |
| INDICE PLASTICO | 21.00                   | 18.00 | 16.00 | 19.00 | 20.00 |

Elaboración propia.

**Grafico N° 13.** Índice Plástico (%), de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



**Tabla N° 10.** Resumen de resultados de Granulometría, y de límites de consistencia del suelo de ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)

| CAANTERAS               | NONTOL<br>BARRANTES<br>CESAR | CALDERÓN<br>MOSQUEIRA<br>LUIS | SILVA<br>PEREGRINO<br>ELIAS | CHUQUIRUNA<br>MENDOZA<br>CANDELARIO | HUAMÁN<br>HUARIPATA<br>CESAR |
|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|------------------------------|
| Muestras                | LOTE - A                     | LOTE - B                      | LOTE - C                    | LOTE - D                            | LOTE - E                     |
| % pasa Tamiz N° 3/8"    | 100.0                        | 100.0                         | 100.0                       | 100.0                               | 100.0                        |
| % pasa Tamiz N° 4       | 100.0                        | 100.0                         | 100.0                       | 100.0                               | 100.0                        |
| % pasa Tamiz N° 10      | 99.6                         | 99.8                          | 99.4                        | 99.8                                | 99.4                         |
| % pasa Tamiz N° 40      | 92.1                         | 95.8                          | 95.0                        | 95.7                                | 90.5                         |
| % pasa Tamiz N° 100     | 78.6                         | 84.2                          | 84.2                        | 83.4                                | 79.7                         |
| % pasa Tamiz N° 200     | 72.6                         | 80.6                          | 80.8                        | 78.1                                | 76.0                         |
| Limite Líquido.         | 45                           | 39                            | 32                          | 41                                  | 43                           |
| Limite Plástico.        | 25                           | 21                            | 17                          | 22                                  | 23                           |
| Índice de Plasticidad   | 21                           | 18                            | 16                          | 19                                  | 20                           |
| % de Humedad            | 22.21                        | 20.03                         | 17.66                       | 21.86                               | 21.25                        |
| % de grava              | 0.0                          | 0.0                           | 0.0                         | 0.0                                 | 0.0                          |
| % Arena                 | 27.4                         | 19.4                          | 19.2                        | 21.9                                | 24.0                         |
| % gruesa                | 0.4                          | 0.2                           | 0.6                         | 0.2                                 | 0.6                          |
| % media                 | 7.4                          | 3.9                           | 4.4                         | 4.1                                 | 8.9                          |
| % fina                  | 19.5                         | 15.2                          | 14.2                        | 17.7                                | 14.5                         |
| % Finos (Limo, arcilla) | 72.6                         | 80.6                          | 80.8                        | 78.1                                | 76.0                         |

Fuente: elaboración propia

### 3.3. Proceso de fabricación artesanal de la unidad de albañilería.

Para el proceso de fabricación de ladrillos se tienen las siguientes etapas de fabricación:

#### a. Extracción de arcilla.

La extracción de la materia prima (arcilla y tierra arenosa) se realiza cerca al lugar de producción. El procedimiento de extracción se realiza por excavación manual sin denuncia, para una cantidad promedio de cinco millares. Para la extracción de la arcilla lo realiza un obrero día para la cantidad de un millar de ladrillo.

#### b. Transporte de arcilla

Realizada la extracción de la arcilla en la cantera, se realiza el transporte hacia la fosa de mezcla y batido, el transporte se realiza

mediante carretilla. Para esta actividad lo realiza 01 obrero día para la cantidad de un millar de ladrillo.

**c. Batido o mezclado**

La mezcla se realiza con ayuda de una palana, que se prepara en posas de mesclado, y ayudado de la tracción animal (buey, caballo), actividad que se realiza hasta que desaparezcan los terrones más grandes de arcilla, para que así la arcilla adquiera textura adecuada para el moldeado. La cantidad promedio de batido se realiza para una cantidad de 3 a 5 millares. Utilizando un obrero, y dos caballos o bueyes.

En algunas ladrilleras realizan mezcla de materia prima extraída, con material de algunas canteras de textura arenosa (cantería blanca); esto se da cuando la textura de su cantera no tiene la textura arenisca.

La materia prima no se selecciona ni es sometida a molienda para control granulométrico. La formulación y características finales de la mezcla son definidas en base a su consistencia según la experiencia, necesidades o disponibilidad de materiales de cada artesano.

**d. Moldeado.**

El material batido se moldea para darle forma del ladrillo requerido, se utiliza moldes metálicos o de madera, utilizando arena muy fina como desmoldante para facilitar el retiro de la mezcla del molde. Los moldes no tienen tamaños estandarizados de una ladrillera a otra. Un obrero realiza el moldeado de 500 unidades por día. Esta actividad se realiza en espacios que denominan ramada.

**e. Secado**

Los ladrillos moldeados, son secados en el mismo lugar del moldeado en la ramada, se van secando aprovechando la acción natural del sol y el viento.

A partir del tercer o cuarto día se van girando las caras, para un mejor secado; también al mismo tiempo se va realizando el desfilado de los bordes del ladrillo que estaba en contacto con el suelo a fin de desprender la tierra que se pudo adherido a la unidad.

En la etapa final del secado, se van colocando los ladrillos de canto uno encima de otro formando pequeñas torres (los lugareños le denominan cachacos) de aproximadamente un metro de alto.

El tiempo de duración de secado tiene un promedio de 15 a 30 días, tiempo varía dependiendo de la estación del año. Un obrero realiza esta actividad de tres mil unidades por día.

#### **f. Carga al horno**

Antes del acarreo al horno, se realiza el arreglo de encendido acomodando los ladrillos secos en la ventana de aireación, formando una bóveda por encima del canal de encendido a todo el largo del horno.

En la base de la bóveda, se arma una especie de parrilla formada con ladrillos enteros, sobre la cual se arman briquetas de carbón en capas, a casi todo lo largo y ancho de la sección del horno para conseguir un frente de fuego horizontal. Las briquetas utilizadas son de forma cilíndrica de 10 cm de diámetro y 14 cm de alto, con un agujero en el centro. Entre ladrillo y ladrillo se deja una separación de tres a cinco milímetros para permitir el flujo de aire y de los gases calientes producto de la combustión, así como para permitir la transmisión de fuego y calor durante la cocción.

Los ladrillos son colocados en capas horizontales sucesivas, cada una transversal respecto al anterior, colocándose carbón después de cada capa; se va llenando el horno hasta toda la altura. El cargado de ladrillo al horno lo realiza un obrero la cantidad mil ladrillos por día; actividad que lo realizan de 03 a 05 obreros.

## **g. Cocción**

El horneado o quemada es una operación que lo realiza el maestro hornero y sus dos ayudantes. La cocción tiene dos partes bien diferenciadas: el encendido y la quema.

- El encendido.

El objetivo es hacer prender las briquetas colocadas en la parte superior del malecón de encendido a fin que estas a su vez generen suficiente calor para encender el cisco de carbón colocado en las sucesivas capas horizontales. En esta actividad utilizan aparte del carbón el combustible de aceite quemado para generación de fuego, con la ayuda de un motor generador de aire.

Cabe mencionar que los ladrilleros de la zona ya han dejado de utilizar leña principalmente de eucalipto.

- La Quema.

Consiste en lograr que el fuego vaya ascendiendo en forma homogénea a través de las sucesivas capas horizontales de ladrillos, que también intercalado se ha colocado carbón, hasta su agotamiento en las capas superiores por la brasa con la que se completa la cocción de la carga del horno.

El proceso de cocción se inicia cuando han prendido totalmente las briquetas de la segunda capa del malecón de encendido, entonces ya ha prendido el carbón junto a las briquetas, en este momento se empieza a sellar el horno tapando primero las mirillas y ventanas opuestas a la dirección del viento, reduciendo el tamaño de las ventanas ubicadas en la dirección del viento y finalmente sellando todas las ranuras de la última fila de ladrillos en el techo del horno, dejando pequeñas aberturas en las esquinas superiores para observar el avance. A partir de este momento se trata de mantener el fuego encendido hasta que llegue a la parte superior del horno. La actividad dura de 1 a 2 días, dependiendo del tamaño del horno.

#### **h. Descarga del horno y clasificado.**

Después que el fuego ha llegado al extremo superior y se ha consumido todo el carbón, se van abriendo poco a poco las ventilaciones del horno para dejar enfriar lo cual puede durar de cuatro a cinco días. El enfriamiento es de abajo hacia arriba por efecto de las mismas corrientes de aire que han contribuido a la combustión.

Antes de proceder con la descarga se espera que el horno se enfríe. En épocas de alta demanda los ladrillos se empiezan a descargar cuando todavía están calientes sin esperar el período de enfriamiento normal. La descarga dura un día menos que el tiempo que se utilizó en cargar.

Los ladrillos se descargan y se apilan en los alrededores del horno clasificándolos según el resultado de la cocción: Bien cocidos (coloración rojiza intensa y sonido) Crudos o no cocidos.

Los ladrillos seleccionados son colocados a los camiones para luego ser transportados a la ciudad de Cajamarca, para ofertarlos a los compradores o pedidos con anterioridad.

### **3.4. Propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería**

#### **3.4.1. Variación dimensional**

Para realizar este ensayo se siguió los procedimientos indicados en la NTP 399.613.

##### **Materiales.**

Vernier digital

##### **Muestra.**

10 ladrillos enteras y secas de cada lote.

##### **Procedimiento.**

Se realizó la medida del ancho, longitud, y altura de la unidad a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio de los

bordes que limitan las caras. Registrándose las cuatro medidas en milímetros, y registrándose el promedio de las medidas con una aproximación de 0.5 mm.

Expresión de resultados.

Se calculó la variación en milímetros y en porcentaje de cada ladrillo utilizando las siguientes formulas:

$$V(\text{mm}) = DE - MP \quad \dots \dots \dots (06)$$

$$V(\%) = \frac{DE - MP}{DE} \times 100 \quad \dots \dots \dots (07)$$

En donde:

V = Variación de dimensión

DE = Dimensiones de fabricación, (mm).

MP = Medida promedio en cada dimensión, (mm).

**Resultados Obtenidos:**

**Tabla N° 11.** Variación dimensional de unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Ñontol Barrantes Cesar (Lote –A).

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote A |                |        |        |        |                   |                |        |        |        |                   |               |       |       |       |                   |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|---------------|-------|-------|-------|-------------------|
| Ladrillo                      | Largo (mm)     |        |        |        |                   | Ancho (mm)     |        |        |        |                   | Altura (mm)   |       |       |       |                   |
|                               | L1             | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1             | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1            | H2    | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |
| LA-1                          | 228.61         | 225.35 | 227.84 | 226.49 | 227.07            | 133.50         | 131.45 | 132.46 | 134.25 | 132.92            | 86.80         | 85.20 | 84.30 | 85.50 | 85.45             |
| LA-2                          | 226.80         | 226.34 | 226.73 | 225.93 | 226.45            | 132.20         | 130.33 | 131.35 | 133.00 | 131.72            | 84.84         | 85.20 | 83.48 | 83.96 | 84.37             |
| LA-3                          | 227.00         | 229.48 | 229.29 | 228.27 | 228.51            | 136.28         | 133.43 | 133.22 | 132.52 | 133.86            | 85.25         | 85.52 | 84.29 | 85.78 | 85.21             |
| LA-4                          | 227.45         | 227.82 | 227.36 | 230.00 | 228.16            | 134.52         | 134.17 | 133.31 | 134.28 | 134.04            | 86.46         | 87.47 | 85.39 | 85.28 | 86.15             |
| LA-5                          | 223.52         | 221.32 | 222.22 | 223.38 | 222.61            | 131.78         | 130.31 | 130.46 | 131.81 | 131.09            | 83.52         | 87.32 | 86.48 | 83.38 | 85.18             |
| LA-6                          | 219.29         | 221.90 | 219.92 | 221.16 | 220.57            | 128.22         | 129.96 | 128.50 | 130.29 | 129.24            | 84.28         | 85.45 | 86.39 | 85.82 | 85.49             |
| LA-7                          | 228.45         | 225.85 | 228.36 | 227.58 | 227.29            | 133.39         | 131.13 | 134.19 | 130.28 | 132.62            | 85.39         | 84.52 | 85.49 | 86.15 | 85.39             |
| LA-8                          | 221.22         | 219.28 | 219.50 | 218.67 | 219.67            | 130.16         | 128.52 | 130.13 | 128.53 | 129.34            | 86.19         | 84.58 | 83.39 | 88.82 | 85.75             |
| LA-9                          | 223.28         | 222.59 | 221.52 | 222.82 | 222.55            | 128.27         | 129.25 | 129.28 | 132.15 | 129.74            | 85.28         | 84.29 | 84.85 | 86.25 | 85.17             |
| LA-10                         | 225.29         | 226.57 | 225.56 | 226.15 | 225.89            | 130.52         | 134.18 | 132.33 | 134.28 | 132.83            | 86.45         | 83.38 | 85.29 | 89.73 | 86.21             |
|                               | σ              |        |        |        | 3.24              | σ              |        |        |        | 1.81              | σ             |       |       |       | 0.53              |
|                               | Largo promedio |        |        |        | 224.88            | Ancho promedio |        |        |        | 131.74            | Alto promedio |       |       |       | 85.44             |

Elaboración propia.

**Tabla N° 12.** Variación dimensional de unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Calderón Mosqueira Luis (Lote –B).

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote B |            |        |        |        |                   |                |        |        |        |                   |             |               |       |       |                   |  |       |
|-------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------|---------------|-------|-------|-------------------|--|-------|
| Ladrillo                      | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm)     |        |        |        |                   | Altura (mm) |               |       |       |                   |  |       |
|                               | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1             | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1          | H2            | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |  |       |
| LB-1                          | 209.63     | 208.50 | 209.45 | 204.23 | 207.95            | 117.41         | 118.00 | 122.50 | 121.50 | 119.85            | 75.43       | 76.36         | 75.00 | 76.45 | 75.81             |  |       |
| LB-2                          | 209.34     | 216.13 | 210.87 | 212.79 | 212.28            | 118.66         | 120.17 | 114.56 | 118.23 | 117.91            | 76.34       | 73.92         | 73.28 | 74.87 | 74.60             |  |       |
| LB-3                          | 213.52     | 212.24 | 215.45 | 216.87 | 214.52            | 116.76         | 117.12 | 118.93 | 115.34 | 117.04            | 77.91       | 75.67         | 76.46 | 75.52 | 76.39             |  |       |
| LB-4                          | 213.56     | 204.52 | 210.56 | 211.68 | 210.08            | 114.87         | 115.93 | 117.76 | 118.23 | 116.70            | 76.26       | 77.85         | 76.92 | 77.37 | 77.10             |  |       |
| LB-5                          | 216.35     | 218.23 | 215.87 | 218.34 | 217.20            | 115.23         | 117.81 | 116.56 | 119.27 | 117.22            | 76.25       | 74.57         | 76.67 | 75.47 | 75.74             |  |       |
| LB-6                          | 214.45     | 219.26 | 218.32 | 219.00 | 217.76            | 116.75         | 115.91 | 118.38 | 117.89 | 117.23            | 74.48       | 76.82         | 77.38 | 77.39 | 76.52             |  |       |
| LB-7                          | 213.25     | 210.27 | 207.97 | 210.12 | 210.40            | 117.19         | 119.82 | 118.67 | 121.23 | 119.23            | 77.82       | 76.59         | 77.48 | 76.89 | 77.20             |  |       |
| LB-8                          | 216.75     | 214.58 | 215.43 | 212.67 | 214.86            | 114.15         | 115.72 | 116.28 | 119.34 | 116.37            | 77.35       | 75.48         | 77.98 | 78.29 | 77.28             |  |       |
| LB-9                          | 213.21     | 210.24 | 207.89 | 208.68 | 210.01            | 116.27         | 115.19 | 118.28 | 119.67 | 117.35            | 76.47       | 74.29         | 76.28 | 77.49 | 76.13             |  |       |
| LB-10                         | 214.24     | 207.67 | 211.23 | 212.20 | 211.34            | 118.29         | 120.14 | 118.83 | 119.23 | 119.12            | 77.92       | 78.53         | 75.87 | 77.59 | 77.48             |  |       |
|                               | $\sigma$   |        |        |        | 3.30              | $\sigma$       |        |        |        | 1.19              | $\sigma$    |               |       |       | 0.89              |  |       |
| Largo promedio                |            |        |        |        | 212.64            | Ancho promedio |        |        |        |                   | 117.80      | Alto promedio |       |       |                   |  | 76.42 |

Elaboración propia.

**Tabla N° 13.** Variación dimensional de unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote –C).

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote C |            |        |        |        |                   |                |        |        |        |                   |             |               |       |       |                   |  |       |
|-------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------|---------------|-------|-------|-------------------|--|-------|
| Ladrillo                      | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm)     |        |        |        |                   | Altura (mm) |               |       |       |                   |  |       |
|                               | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1             | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1          | H2            | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |  |       |
| LC-1                          | 221.29     | 222.05 | 224.52 | 224.55 | 223.10            | 130.62         | 127.56 | 128.86 | 131.68 | 129.68            | 76.92       | 76.98         | 76.65 | 78.58 | 77.28             |  |       |
| LC-2                          | 222.80     | 222.53 | 225.35 | 224.45 | 223.78            | 130.51         | 128.58 | 131.65 | 129.75 | 130.12            | 76.92       | 77.45         | 77.55 | 80.78 | 78.18             |  |       |
| LC-3                          | 218.45     | 216.52 | 218.52 | 215.52 | 217.25            | 126.30         | 124.52 | 125.30 | 124.78 | 125.23            | 76.52       | 79.23         | 78.13 | 77.52 | 77.85             |  |       |
| LC-4                          | 220.65     | 220.00 | 221.20 | 221.45 | 220.83            | 129.53         | 130.90 | 128.00 | 127.54 | 128.99            | 77.13       | 75.45         | 74.45 | 77.13 | 76.04             |  |       |
| LC-5                          | 217.55     | 219.65 | 216.90 | 218.50 | 218.15            | 126.50         | 125.30 | 127.23 | 125.12 | 126.04            | 77.65       | 75.67         | 77.23 | 75.35 | 76.48             |  |       |
| LC-6                          | 219.98     | 220.50 | 220.20 | 220.27 | 220.24            | 130.25         | 128.25 | 129.57 | 128.34 | 129.10            | 79.35       | 79.34         | 77.50 | 76.82 | 78.25             |  |       |
| LC-7                          | 220.55     | 218.00 | 220.55 | 221.35 | 220.11            | 130.55         | 128.50 | 128.40 | 128.75 | 129.05            | 76.24       | 70.52         | 76.34 | 78.56 | 75.42             |  |       |
| LC-8                          | 220.25     | 219.35 | 220.52 | 221.34 | 220.37            | 126.23         | 129.52 | 129.80 | 130.89 | 129.11            | 77.56       | 72.13         | 76.13 | 76.24 | 75.52             |  |       |
| LC-9                          | 218.50     | 216.26 | 218.65 | 217.52 | 217.73            | 128.59         | 127.30 | 123.52 | 126.52 | 126.48            | 78.78       | 79.23         | 79.45 | 78.52 | 79.00             |  |       |
| LC-10                         | 217.50     | 217.67 | 218.53 | 219.53 | 218.31            | 123.40         | 128.52 | 122.51 | 128.15 | 125.65            | 77.51       | 79.34         | 76.24 | 78.65 | 77.94             |  |       |
|                               | $\sigma$   |        |        |        | 2.21              | $\sigma$       |        |        |        | 1.86              | $\sigma$    |               |       |       | 1.25              |  |       |
| Largo promedio                |            |        |        |        | 219.99            | Ancho promedio |        |        |        |                   | 127.94      | Alto promedio |       |       |                   |  | 77.19 |

Elaboración propia.

**Tabla N° 14.** Variación dimensional de unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote –D).

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote D |            |        |        |        |                   |                       |        |        |        |                   |               |                      |       |       |                   |  |              |
|-------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------------------|---------------|----------------------|-------|-------|-------------------|--|--------------|
| Ladrillo                      | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm)            |        |        |        |                   | Altura (mm)   |                      |       |       |                   |  |              |
|                               | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1                    | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1            | H2                   | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |  |              |
| LD-1                          | 208.52     | 209.45 | 208.34 | 205.34 | 207.91            | 128.50                | 127.63 | 126.13 | 127.82 | 127.52            | 78.35         | 77.50                | 75.85 | 78.20 | 77.48             |  |              |
| LD-2                          | 209.50     | 209.35 | 208.50 | 208.50 | 208.96            | 126.34                | 126.13 | 128.40 | 127.19 | 127.02            | 77.35         | 78.25                | 79.56 | 79.20 | 78.59             |  |              |
| LD-3                          | 208.45     | 207.43 | 207.64 | 206.45 | 207.49            | 126.38                | 128.50 | 127.92 | 127.50 | 127.58            | 78.53         | 78.26                | 77.68 | 78.49 | 78.24             |  |              |
| LD-4                          | 209.50     | 208.34 | 207.80 | 206.50 | 208.04            | 126.70                | 127.50 | 128.20 | 129.20 | 127.90            | 78.35         | 75.89                | 77.15 | 78.24 | 77.41             |  |              |
| LD-5                          | 209.20     | 208.15 | 209.35 | 209.00 | 208.93            | 125.45                | 124.70 | 125.34 | 126.74 | 125.59            | 77.25         | 75.35                | 77.35 | 76.57 | 76.63             |  |              |
| LD-6                          | 208.30     | 209.10 | 208.40 | 206.10 | 207.98            | 128.40                | 128.50 | 127.50 | 127.80 | 128.05            | 78.14         | 78.35                | 77.90 | 78.62 | 78.25             |  |              |
| LD-7                          | 208.98     | 209.26 | 210.10 | 209.35 | 209.42            | 127.50                | 127.45 | 126.57 | 129.50 | 127.76            | 77.58         | 78.15                | 77.98 | 77.80 | 77.88             |  |              |
| LD-8                          | 209.30     | 208.53 | 206.34 | 208.92 | 208.27            | 128.45                | 126.90 | 127.45 | 128.35 | 127.79            | 79.40         | 78.56                | 77.82 | 76.36 | 78.04             |  |              |
| LD-9                          | 208.30     | 206.89 | 206.87 | 207.90 | 207.49            | 125.70                | 126.20 | 125.80 | 126.10 | 125.95            | 77.87         | 76.93                | 76.50 | 76.89 | 77.05             |  |              |
| LD-10                         | 207.40     | 208.50 | 209.56 | 208.13 | 208.40            | 126.90                | 128.30 | 129.10 | 128.30 | 128.15            | 78.01         | 77.02                | 76.38 | 75.98 | 76.85             |  |              |
|                               | $\sigma$   |        |        |        | <b>0.64</b>       | $\sigma$              |        |        |        | <b>0.88</b>       | $\sigma$      |                      |       |       | <b>0.66</b>       |  |              |
| <b>Largo promedio</b>         |            |        |        |        | <b>208.29</b>     | <b>Ancho promedio</b> |        |        |        |                   | <b>127.33</b> | <b>Alto promedio</b> |       |       |                   |  | <b>77.64</b> |

Elaboración propia.

**Tabla N° 15.** Variación dimensional de unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote –E).

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote E |            |        |        |        |                   |                       |        |        |        |                   |               |                      |       |       |                   |  |              |
|-------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-----------------------|--------|--------|--------|-------------------|---------------|----------------------|-------|-------|-------------------|--|--------------|
| Ladrillo                      | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm)            |        |        |        |                   | Altura (mm)   |                      |       |       |                   |  |              |
|                               | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1                    | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1            | H2                   | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |  |              |
| LE-1                          | 216.43     | 216.52 | 215.85 | 215.73 | 216.13            | 129.29                | 128.78 | 129.13 | 130.12 | 129.33            | 79.72         | 77.92                | 78.83 | 79.13 | 78.90             |  |              |
| LE-2                          | 217.42     | 215.89 | 216.23 | 217.10 | 216.66            | 130.00                | 128.79 | 130.23 | 129.92 | 129.74            | 74.57         | 75.78                | 76.38 | 75.50 | 75.56             |  |              |
| LE-3                          | 215.36     | 215.52 | 213.34 | 217.30 | 215.38            | 127.52                | 128.52 | 129.29 | 130.24 | 128.89            | 78.45         | 79.56                | 79.25 | 78.73 | 79.00             |  |              |
| LE-4                          | 216.83     | 215.45 | 215.85 | 215.45 | 215.90            | 130.35                | 127.47 | 130.23 | 129.64 | 129.42            | 75.52         | 75.37                | 73.58 | 75.56 | 75.01             |  |              |
| LE-5                          | 217.37     | 215.57 | 215.30 | 216.52 | 216.19            | 128.75                | 131.76 | 127.73 | 130.83 | 129.77            | 75.53         | 78.85                | 78.83 | 78.27 | 77.87             |  |              |
| LE-6                          | 216.45     | 216.53 | 216.40 | 215.35 | 216.18            | 129.84                | 129.25 | 130.39 | 128.48 | 129.49            | 75.82         | 78.47                | 76.28 | 80.73 | 77.83             |  |              |
| LE-7                          | 216.49     | 217.52 | 215.52 | 216.48 | 216.50            | 129.34                | 128.38 | 129.73 | 128.59 | 129.01            | 76.34         | 76.31                | 77.38 | 80.12 | 77.54             |  |              |
| LE-8                          | 215.52     | 215.51 | 214.65 | 213.50 | 214.80            | 130.56                | 132.57 | 127.51 | 130.35 | 130.25            | 77.28         | 78.14                | 78.59 | 79.45 | 78.37             |  |              |
| LE-9                          | 213.48     | 216.59 | 214.52 | 215.49 | 215.02            | 128.39                | 129.35 | 129.84 | 127.29 | 128.72            | 75.37         | 77.20                | 77.39 | 76.39 | 76.59             |  |              |
| LE-10                         | 218.45     | 213.35 | 214.49 | 215.34 | 215.41            | 129.13                | 128.25 | 130.52 | 129.53 | 129.36            | 80.56         | 84.50                | 79.12 | 79.45 | 80.91             |  |              |
|                               | $\sigma$   |        |        |        | <b>0.63</b>       | $\sigma$              |        |        |        | <b>0.45</b>       | $\sigma$      |                      |       |       | <b>1.73</b>       |  |              |
| <b>Largo promedio</b>         |            |        |        |        | <b>215.82</b>     | <b>Ancho promedio</b> |        |        |        |                   | <b>129.40</b> | <b>Alto promedio</b> |       |       |                   |  | <b>77.76</b> |

Elaboración propia.

**Tabla N° 16.** Variación dimensional de unidades de albañilería de las ladrilleras artesanales de los lotes A, B, C, D, y E.

| LOTE                        | A      |        |        | B      |        |        | C      |        |        | D      |        |        | E      |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Descripción                 | Largo  | Ancho  | Altura |
| Dimensión Promedio          | 224.88 | 131.74 | 85.44  | 212.64 | 117.80 | 76.42  | 219.99 | 127.94 | 77.19  | 208.29 | 127.33 | 77.64  | 215.82 | 129.40 | 77.76  |
| Dimensión Especificada      | 220    | 130    | 85     | 220    | 120    | 75     | 220    | 130    | 80     | 210    | 130    | 80     | 220    | 130    | 80     |
| Variación Dimensional (V %) | -2.22  | -1.34  | -0.51  | 3.35   | 1.83   | -1.90  | 0.01   | 1.58   | 3.51   | 0.82   | 2.05   | 2.95   | 1.90   | 0.46   | 2.81   |

Elaboración propia.

### 3.4.2. Alabeo

Este ensayo se siguió los procedimientos indicados en la Norma NTP 399.613.

#### **Materiales**

Varilla de acero con borde recto

Regla con borde recto

Regla de medición

Superficie plana

#### **Muestra.**

10 ladrillos de cada lote.

#### **Procedimiento**

En superficies cóncavas

Se colocó la regla de borde recto diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, se escogió la distancia mayor de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto, y usando la regla graduada de acero se midió esta distancia.

Superficies convexas

Se colocó el espécimen con la superficie convexa en contacto con la superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie plana. Usando la regla de acero, se midió las 4 esquinas

desde la superficie plana, registrándose el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa.

## Resultados Obtenidos

**Tabla N° 17.** Resultado de alabeo de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Nontol Barrantes Cesar (Lote –A).

| ALABEO: Lote A       |            |            |            |            |             |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Ladrillo             | Cara A     |            | Cara B     |            | Alabeo (mm) |
|                      | Concavidad | Convexidad | Concavidad | Convexidad |             |
|                      | (mm)       | (mm)       | (mm)       | (mm)       |             |
| LA-1                 | 1.4        | 0.0        | 1.3        | 0.0        | 1.4         |
| LA-2                 | 0.0        | 1.3        | 1.1        | 0.0        | 1.3         |
| LA-3                 | 1.2        | 0.0        | 0.0        | 1.7        | 1.7         |
| LA-4                 | 0.9        | 0.0        | 0.0        | 1.7        | 1.7         |
| LA-5                 | 0.0        | 1.7        | 0.0        | 1.8        | 1.8         |
| LA-6                 | 0.0        | 1.2        | 0.0        | 1.7        | 1.7         |
| LA-7                 | 0.0        | 2.2        | 1.7        | 0.0        | 2.2         |
| LA-8                 | 0.0        | 1.2        | 0.0        | 3.4        | 3.4         |
| LA-9                 | 0.0        | 2.6        | 1.7        | 0.0        | 2.6         |
| LA-10                | 0.0        | 2.1        | 0.0        | 2.3        | 2.3         |
| Alabeo promedio (mm) |            |            |            |            | 2.0         |

Elaboración propia.

**Tabla N° 18.** Resultado de alabeo de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Calderón Mosqueira Luis (Lote –B).

| ALABEO: Lote B       |            |            |            |            |             |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Ladrillo             | Cara A     |            | Cara B     |            | Alabeo (mm) |
|                      | Concavidad | Convexidad | Concavidad | Convexidad |             |
|                      | (mm)       | (mm)       | (mm)       | (mm)       |             |
| LB-1                 | 0.0        | 1.4        | 0.0        | 1.9        | 1.9         |
| LB-2                 | 0.0        | 2.1        | 2.5        | 0.0        | 2.5         |
| LB-3                 | 0.0        | 2.6        | 0.0        | 3.1        | 3.1         |
| LB-4                 | 0.0        | 2.1        | 2.1        | 0.0        | 2.1         |
| LB-5                 | 0.0        | 2.6        | 2.0        | 0.0        | 2.6         |
| LB-6                 | 0.0        | 2.0        | 2.1        | 0.0        | 2.1         |
| LB-7                 | 0.0        | 1.8        | 1.7        | 0.0        | 1.8         |
| LB-8                 | 0.0        | 2.0        | 0.0        | 2.3        | 2.3         |
| LB-9                 | 0.0        | 2.0        | 1.0        | 0.0        | 2.0         |
| LB-10                | 0.0        | 2.2        | 0.0        | 2.1        | 2.2         |
| Alabeo promedio (mm) |            |            |            |            | 2.3         |

Elaboración propia.

**Tabla N° 19.** Resultado de alabeo de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote –C).

**ALABEO: Lote C**

| Ladrillo             | Cara A     |            | Cara B     |            | Alabeo (mm) |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|                      | Concavidad | Convexidad | Concavidad | Convexidad |             |
|                      | (mm)       | (mm)       | (mm)       | (mm)       |             |
| LC-1                 | 0.0        | 1.3        | 1.6        | 0.0        | 1.6         |
| LC-2                 | 0.0        | 1.2        | 0.0        | 2.1        | 2.1         |
| LC-3                 | 0.7        | 0.0        | 0.0        | 2.5        | 2.5         |
| LC-4                 | 0.0        | 1.5        | 0.0        | 2.9        | 2.9         |
| LC-5                 | 0.0        | 2.3        | 1.7        | 0.0        | 2.3         |
| LC-6                 | 1.0        | 0.0        | 1.5        | 0.0        | 1.5         |
| LC-7                 | 0.0        | 1.2        | 1.6        | 0.0        | 1.6         |
| LC-8                 | 0.0        | 1.3        | 2.2        | 0.0        | 2.2         |
| LC-9                 | 1.3        | 0.0        | 0.0        | 2.5        | 2.5         |
| LC-10                | 1.4        | 0.0        | 1.8        | 0.0        | 1.8         |
| Alabeo promedio (mm) |            |            |            |            | 2.1         |

Elaboración propia.

**Tabla N° 20.** Resultado de alabeo de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote –D).

**ALABEO: Lote D**

| Ladrillo             | Cara A     |            | Cara B     |            | Alabeo (mm) |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|                      | Concavidad | Convexidad | Concavidad | Convexidad |             |
|                      | (mm)       | (mm)       | (mm)       | (mm)       |             |
| LD-1                 | 1.5        | 0.0        | 1.5        | 0.0        | 1.5         |
| LD-2                 | 1.0        | 0.0        | 2.0        | 0.0        | 2.0         |
| LD-3                 | 1.5        | 0.0        | 0.0        | 2.0        | 2.0         |
| LD-4                 | 1.5        | 0.0        | 0.0        | 2.5        | 2.5         |
| LD-5                 | 0.0        | 2.5        | 0.0        | 2.5        | 2.5         |
| LD-6                 | 0.0        | 2.0        | 0.0        | 2.5        | 2.5         |
| LD-7                 | 2.0        | 0.0        | 0.0        | 1.5        | 2.0         |
| LD-8                 | 0.0        | 2.5        | 2.5        | 0.0        | 2.5         |
| LD-9                 | 2.0        | 0.0        | 3.0        | 0.0        | 3.0         |
| LD-10                | 1.5        | 0.0        | 0.0        | 1.5        | 1.5         |
| Alabeo promedio (mm) |            |            |            |            | 2.2         |

Elaboración propia.

**Tabla N° 21.** Resultado de alabeo de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote –E).

**ALABEO: Lote E**

| Ladrillo | Cara A     |            | Cara B     |            | Alabeo (mm) |
|----------|------------|------------|------------|------------|-------------|
|          | Concavidad | Convexidad | Concavidad | Convexidad |             |
|          | (mm)       | (mm)       | (mm)       | (mm)       |             |
| LE-1     | 0.0        | 1.8        | 2.1        | 0.0        | 2.1         |
| LE-2     | 1.2        | 0.0        | 0.0        | 1.2        | 1.2         |
| LE-3     | 0.0        | 2.8        | 2.2        | 0.0        | 2.8         |
| LE-4     | 1.6        | 0.0        | 0.0        | 1.2        | 1.6         |

|                      |     |     |     |     |     |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| LE-5                 | 2.3 | 0.0 | 0.0 | 2.8 | 2.8 |
| LE-6                 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 2.1 |
| LE-7                 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 2.2 | 2.2 |
| LE-8                 | 1.7 | 0.0 | 0.0 | 2.5 | 2.5 |
| LE-9                 | 2.1 | 0.0 | 0.0 | 3.2 | 3.2 |
| LE-10                | 2.5 | 0.0 | 0.0 | 2.1 | 2.5 |
| Alabeo promedio (mm) |     |     |     |     | 2.3 |

Elaboración propia.

**TABLA N°22.** Resultado de alabeo de las unidades de albañilería de las ladrilleras artesanales (Lote: A, B, C, D, E).

| LOTE | ALABEO |
|------|--------|
| LA   | 2.0    |
| LB   | 2.3    |
| LC   | 2.1    |
| LD   | 2.2    |
| LE   | 2.3    |

Elaboración propia.

### 3.4.3. Resistencia a la compresión

Para realizar este ensayo se siguió los procedimientos indicados en la Norma NTP 399.613.

#### Equipo

Máquina de ensayo de compresión

#### Muestra

10 ladrillos secos de cada lote.

NTP 399.613 (Preparados 6.1.1 y 6.1.2)

Secado: se secó los especímenes en un horno ventilado de 110 °C a 115°C por 24 horas.

Enfriamiento: después del secado se enfriaron las unidades en una cámara a 24°C ± 8°C, con una humedad relativa entre 30% y 70%, las unidades se almacenaron separados, libres de corrientes de aire, por un periodo de 4 horas, y hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2.8°C de la temperatura de cámara de enfriamiento.

Refrentado con yeso: se cubrió las caras opuestas de contacto del espécimen con goma de laca, una vez completamente secos, se cubrió

las superficies con una capa delgada de yeso calcinado (yeso hemihidratado) que ha sido distribuida sobre una placa de metal no absorbente y aceitada. El espesor de refrentado son aproximadamente los mismos sin exceder de 3mm. Se dejó reposar el refrentado 24 horas antes de los ensayos.

**Procedimiento**

Se midió el largo y el ancho para calcular el área de contacto del ladrillo; luego se colocó el ladrillo en la máquina de compresión, registrándose la carga última que soporta el ladrillo.

Se ensayaron los especímenes de ladrillos sobre su mayor dimensión

Se calcula la resistencia a la compresión de cada espécimen con la ecuación que se indica a continuación,

$$C = \frac{W}{A} \dots \dots \dots (08)$$

Dónde:

C = Resistencia a la compresión del espécimen, (Kg/cm<sup>2</sup>).

W = Máxima carga, indicada por la máquina de ensayo (Kg).

A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen, (cm<sup>2</sup>).

El calculó de la desviación estándar para encontrar la resistencia característica de la muestra con las siguientes expresiones.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(C_i - C)^2}{n - 1}} \dots \dots \dots (09)$$

$$f'b = C - \sigma \dots \dots \dots (10)$$

Dónde:

σ = Desviación estándar

Ci = Resistencia a la compresión de cada espécimen, (Kg/cm<sup>2</sup>).

C = Resistencia a la compresión promedio de la muestra, (Kg/cm<sup>2</sup>).

n = número de ladrillos ensayadas

### Resultados Obtenidos

**Tabla N° 23.** Resultado de Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Ñontol Barrantes Cesar (Lote –A).

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote A                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            |                                      |
|---|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------------|------------|--------------------------------------|
| Ladrillo  | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | f <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|   | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                         |            |                                      |
| LA-1  | 228.61     | 225.35 | 227.84 | 226.49 | 227.07            | 133.50     | 131.45 | 132.46 | 134.25 | 132.92            | 301.81                  | 13351.19   | 44.24                                |
| LA-2  | 226.80     | 226.34 | 226.73 | 225.93 | 226.45            | 132.20     | 130.33 | 131.35 | 133.00 | 131.72            | 298.28                  | 10782.52   | 36.15                                |
| LA-3  | 227.00     | 229.48 | 229.29 | 228.27 | 228.51            | 136.28     | 133.43 | 133.22 | 132.52 | 133.86            | 305.89                  | 13792.73   | 45.09                                |
| LA-4  | 227.45     | 227.82 | 227.36 | 230.00 | 228.16            | 134.52     | 134.17 | 133.31 | 134.28 | 134.04            | 305.81                  | 14097.63   | 46.10                                |
| LA-5  | 223.52     | 221.32 | 222.22 | 223.38 | 222.61            | 131.78     | 130.31 | 130.46 | 131.81 | 131.09            | 291.82                  | 13133.99   | 45.01                                |
| LA-6  | 219.29     | 221.90 | 219.92 | 221.16 | 220.57            | 128.22     | 129.96 | 128.50 | 130.29 | 129.24            | 285.07                  | 12838.27   | 45.04                                |
| LA-7  | 228.45     | 225.85 | 228.36 | 227.58 | 227.29            | 133.39     | 131.13 | 134.19 | 130.28 | 132.62            | 301.44                  | 14072.14   | 46.68                                |
| LA-8  | 221.22     | 219.28 | 219.50 | 218.67 | 219.67            | 130.16     | 128.52 | 130.13 | 128.53 | 129.34            | 284.11                  | 13208.43   | 46.49                                |
| LA-9  | 223.28     | 222.59 | 221.52 | 222.82 | 222.55            | 128.27     | 129.25 | 129.28 | 132.15 | 129.74            | 288.73                  | 14913.41   | 51.65                                |
| LA-10   | 225.29     | 226.57 | 225.56 | 226.15 | 225.89            | 130.52     | 134.18 | 132.33 | 134.28 | 132.83            | 300.05                  | 14537.13   | 48.45                                |
| f <sub>b</sub> promedio (kg/cm <sup>2</sup> )       |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 45.49      |                                      |
| Desviación estándar σ                               |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 3.93       |                                      |
| f <sub>b</sub> característica (kg/cm <sup>2</sup> ) |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 41.56      |                                      |

Elaboración propia

**Tabla N° 24.** Resultado de Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Calderón Mosqueira Luis (Lote –B).

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote B |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            |                                      |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------------|------------|--------------------------------------|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | f <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                         |            |                                      |
| LB-1                                 | 209.63     | 208.50 | 209.45 | 204.23 | 207.95            | 117.41     | 118.00 | 122.50 | 121.50 | 119.85            | 249.24                  | 12422.23   | 49.84                                |
| LB-2                                 | 209.34     | 216.13 | 210.87 | 212.79 | 212.28            | 118.66     | 120.17 | 114.56 | 118.23 | 117.91            | 250.29                  | 12739.36   | 50.90                                |
| LB-3                                 | 213.52     | 212.24 | 215.45 | 216.87 | 214.52            | 116.76     | 117.12 | 118.93 | 115.34 | 117.04            | 251.07                  | 13868.19   | 55.24                                |
| LB-4                                 | 213.56     | 204.52 | 210.56 | 211.68 | 210.08            | 114.87     | 115.93 | 117.76 | 118.23 | 116.70            | 245.16                  | 12600.68   | 51.40                                |
| LB-5                                 | 216.35     | 218.23 | 215.87 | 218.34 | 217.20            | 115.23     | 117.81 | 116.56 | 119.27 | 117.22            | 254.59                  | 14072.14   | 55.27                                |
| LB-6                                 | 214.45     | 219.26 | 218.32 | 219.00 | 217.76            | 116.75     | 115.91 | 118.38 | 117.89 | 117.23            | 255.28                  | 13103.40   | 51.33                                |
| LB-7                                 | 213.25     | 210.27 | 207.97 | 210.12 | 210.40            | 117.19     | 119.82 | 118.67 | 121.23 | 119.23            | 250.86                  | 13791.71   | 54.98                                |
| LB-8                                 | 216.75     | 214.58 | 215.43 | 212.67 | 214.86            | 114.15     | 115.72 | 116.28 | 119.34 | 116.37            | 250.04                  | 12695.51   | 50.77                                |
| LB-9                                 | 213.21     | 210.24 | 207.89 | 208.68 | 210.01            | 116.27     | 115.19 | 118.28 | 119.67 | 117.35            | 246.45                  | 13641.81   | 55.35                                |
| LB-10                                | 214.24     | 207.67 | 211.23 | 212.20 | 211.34            | 118.29     | 120.14 | 118.83 | 119.23 | 119.12            | 251.75                  | 13281.85   | 52.76                                |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 52.78      |                                      |
| Desviación estándar σ                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 2.21       |                                      |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 50.58      |                                      |

Elaboración propia

**Tabla N° 25.** Resultado de Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote –C).

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote C |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            |                                      |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------------|------------|--------------------------------------|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | f <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                         |            |                                      |
| LC-1                                 | 221.29     | 222.05 | 224.52 | 224.55 | 223.10            | 130.62     | 127.56 | 128.86 | 131.68 | 129.68            | 289.32                  | 8647.23    | 29.89                                |
| LC-2                                 | 222.80     | 222.53 | 225.35 | 224.45 | 223.78            | 130.51     | 128.58 | 131.65 | 129.75 | 130.12            | 291.19                  | 6231.51    | 21.40                                |
| LC-3                                 | 218.45     | 216.52 | 218.52 | 215.52 | 217.25            | 126.30     | 124.52 | 125.30 | 124.78 | 125.23            | 272.05                  | 7676.45    | 28.22                                |
| LC-4                                 | 220.65     | 220.00 | 221.20 | 221.45 | 220.83            | 129.53     | 130.90 | 128.00 | 127.54 | 128.99            | 284.85                  | 8521.80    | 29.92                                |
| LC-5                                 | 217.55     | 219.65 | 216.90 | 218.50 | 218.15            | 126.50     | 125.30 | 127.23 | 125.12 | 126.04            | 274.95                  | 7673.39    | 27.91                                |
| LC-6                                 | 219.98     | 220.50 | 220.20 | 220.27 | 220.24            | 130.25     | 128.25 | 129.57 | 128.34 | 129.10            | 284.33                  | 7993.59    | 28.11                                |
| LC-7                                 | 220.55     | 218.00 | 220.55 | 221.35 | 220.11            | 130.55     | 128.50 | 128.40 | 128.75 | 129.05            | 284.06                  | 8897.06    | 31.32                                |
| LC-8                                 | 220.25     | 219.35 | 220.52 | 221.34 | 220.37            | 126.23     | 129.52 | 129.80 | 130.89 | 129.11            | 284.51                  | 7928.32    | 27.87                                |
| LC-9                                 | 218.50     | 216.26 | 218.65 | 217.52 | 217.73            | 128.59     | 127.30 | 123.52 | 126.52 | 126.48            | 275.39                  | 9712.83    | 35.27                                |
| LC-10                                | 217.50     | 217.67 | 218.53 | 219.53 | 218.31            | 123.40     | 128.52 | 122.51 | 128.15 | 125.65            | 274.29                  | 6582.29    | 24.00                                |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            | 28.39                                |
| Desviación estándar σ                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            | 3.79                                 |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            | 24.60                                |

Elaboración propia

**Tabla N° 26.** Resultado de Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote –D).

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote D |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            |                                      |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------------|------------|--------------------------------------|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | f <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                         |            |                                      |
| LD-1                                 | 208.52     | 209.45 | 208.34 | 205.34 | 207.91            | 128.50     | 127.63 | 126.13 | 127.82 | 127.52            | 265.13                  | 8617.65    | 32.50                                |
| LD-2                                 | 209.50     | 209.35 | 208.50 | 208.50 | 208.96            | 126.34     | 126.13 | 128.40 | 127.19 | 127.02            | 265.41                  | 9813.79    | 36.98                                |
| LD-3                                 | 208.45     | 207.43 | 207.64 | 206.45 | 207.49            | 126.38     | 128.50 | 127.92 | 127.50 | 127.58            | 264.71                  | 7767.21    | 29.34                                |
| LD-4                                 | 209.50     | 208.34 | 207.80 | 206.50 | 208.04            | 126.70     | 127.50 | 128.20 | 129.20 | 127.90            | 266.08                  | 9264.16    | 34.82                                |
| LD-5                                 | 209.20     | 208.15 | 209.35 | 209.00 | 208.93            | 125.45     | 124.70 | 125.34 | 126.74 | 125.59            | 262.40                  | 7929.34    | 30.22                                |
| LD-6                                 | 208.30     | 209.10 | 208.40 | 206.10 | 207.98            | 128.40     | 128.50 | 127.50 | 127.80 | 128.05            | 266.31                  | 7420.50    | 27.86                                |
| LD-7                                 | 208.98     | 209.26 | 210.10 | 209.35 | 209.42            | 127.50     | 127.45 | 126.57 | 129.50 | 127.76            | 267.55                  | 8663.54    | 32.38                                |
| LD-8                                 | 209.30     | 208.53 | 206.34 | 208.92 | 208.27            | 128.45     | 126.90 | 127.45 | 128.35 | 127.79            | 266.15                  | 10028.95   | 37.68                                |
| LD-9                                 | 208.30     | 206.89 | 206.87 | 207.90 | 207.49            | 125.70     | 126.20 | 125.80 | 126.10 | 125.95            | 261.33                  | 7785.56    | 29.79                                |
| LD-10                                | 207.40     | 208.50 | 209.56 | 208.13 | 208.40            | 126.90     | 128.30 | 129.10 | 128.30 | 128.15            | 267.06                  | 9264.16    | 34.69                                |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            | 32.63                                |
| Desviación estándar σ                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            | 3.35                                 |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            | 29.28                                |

Elaboración propia

**Tabla N° 27.** Resultado de Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote –E).

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote E |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            |               |   |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------------------|---------------|---|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | Carga<br>(Kg) | f <sub>b</sub><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                            |               |   |
| LE-1                                 | 216.43     | 216.52 | 215.85 | 215.73 | 216.13            | 129.29     | 128.78 | 129.13 | 130.12 | 129.33            | 279.52                     | 11327.05      | 40.52                                   |
| LE-2                                 | 217.42     | 215.89 | 216.23 | 217.10 | 216.66            | 130.00     | 128.79 | 130.23 | 129.92 | 129.74            | 281.08                     | 10672.39      | 37.97                                   |
| LE-3                                 | 215.36     | 215.52 | 213.34 | 217.30 | 215.38            | 127.52     | 128.52 | 129.29 | 130.24 | 128.89            | 277.61                     | 11267.91      | 40.59                                   |
| LE-4                                 | 216.83     | 215.45 | 215.85 | 215.45 | 215.90            | 130.35     | 127.47 | 130.23 | 129.64 | 129.42            | 279.42                     | 13144.19      | 47.04                                   |
| LE-5                                 | 217.37     | 215.57 | 215.30 | 216.52 | 216.19            | 128.75     | 131.76 | 127.73 | 130.83 | 129.77            | 280.54                     | 13794.77      | 49.17                                   |
| LE-6                                 | 216.45     | 216.53 | 216.40 | 215.35 | 216.18            | 129.84     | 129.25 | 130.39 | 128.48 | 129.49            | 279.93                     | 12491.57      | 44.62                                   |
| LE-7                                 | 216.49     | 217.52 | 215.52 | 216.48 | 216.50            | 129.34     | 128.38 | 129.73 | 128.59 | 129.01            | 279.31                     | 12282.53      | 43.97                                   |
| LE-8                                 | 215.52     | 215.51 | 214.65 | 213.50 | 214.80            | 130.56     | 132.57 | 127.51 | 130.35 | 130.25            | 279.77                     | 11038.47      | 39.46                                   |
| LE-9                                 | 213.48     | 216.59 | 214.52 | 215.49 | 215.02            | 128.39     | 129.35 | 129.84 | 127.29 | 128.72            | 276.77                     | 11244.45      | 40.63                                   |
| LE-10                                | 218.45     | 213.35 | 214.49 | 215.34 | 215.41            | 129.13     | 128.25 | 130.52 | 129.53 | 129.36            | 278.65                     | 11753.29      | 42.18                                   |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            | 42.62         |   |
| Desviación estándar $\sigma$         |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            | 3.54          |   |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            | 39.08         |   |

Elaboración propia

**Tabla N° 28.** Resultados de la resistencia a compresión de las unidades de albañilería de las ladrilleras artesanales de los lotes A, B, C, D, y E.

| LOTE | f <sub>b</sub> | $\sigma$ | f <sub>b</sub> |
|------|----------------|----------|----------------|
| LA   | 45.49          | 3.93     | 41.56          |
| LB   | 52.78          | 2.21     | 50.58          |
| LC   | 28.39          | 3.79     | 24.60          |
| LD   | 32.63          | 3.35     | 29.28          |
| LE   | 42.62          | 3.54     | 39.08          |

Elaboración propia.

### 3.4.4. Absorción

Se consideró los procedimientos indicados en NTP 399.613.

#### Materiales

Balanza digital

#### Muestra

10 ladrillos de cada lote.

El preparado de los especímenes se realizó según la NTP 399.613 (Preparados 6.1.1 y 6.1.2)

Secado: se secó los especímenes en un horno ventilado de 110 °C a 115°C por 24 horas.

Enfriamiento: después del secado se enfriaron las unidades en una cámara a 24°C ± 8°C, con una humedad relativa entre 30% y 70%, las

unidades se almacenaron separados, libres de corrientes de aire, por un periodo de 4 horas, y hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2.8°C de la temperatura de cámara de enfriamiento.

### Procedimiento

Se pesó los ladrillos, luego se introdujeron en un recipiente con agua limpia y se dejó reposar completamente sumergidas durante 24 horas, luego se retiraron del recipiente y se secó el agua superficial con un paño y se pesó todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirado del agua.

Se Calculó la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = \frac{100 (W_s - W_d)}{W_d} \dots \dots \dots (11)$$

Dónde:

Wd = Peso seco del espécimen, (g).

Ws = Peso del espécimen saturado, después de 24 horas de sumersión en agua fría.

### Resultados Obtenidos

**Tabla N° 29.** Resultado de Absorción de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Ñontol Barrantes Cesar (Lote –A).

| ABSORCIÓN : Lote A     |           |               |           |
|------------------------|-----------|---------------|-----------|
| Ladrillo               | Peso seco | Peso saturado | Absorción |
|                        | gr.       | gr.           | %         |
| LA-1                   | 3747.13   | 4354.17       | 16.20     |
| LA-2                   | 3695.34   | 4338.32       | 17.40     |
| LA-3                   | 4155.52   | 4795.47       | 15.40     |
| LA-4                   | 4140.34   | 4898.02       | 18.30     |
| LA-5                   | 3865.64   | 4464.81       | 15.50     |
| LA-6                   | 3785.45   | 4436.54       | 17.20     |
| LA-7                   | 4035.13   | 4646.04       | 15.14     |
| LA-8                   | 3760.34   | 4393.95       | 16.85     |
| LA-9                   | 3790.82   | 4391.62       | 15.85     |
| LA-10                  | 3490.23   | 4060.88       | 16.35     |
| Absorción promedio (%) |           |               | 16.42     |

Elaboración propia.

**Tabla N° 30.** Resultado de Absorción de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Calderón Mosqueira Luis (Lote –B).

| <b>ABSORCIÓN : Lote B</b> |                  |                      |                  |
|---------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| <b>Ladrillo</b>           | <b>Peso seco</b> | <b>Peso saturado</b> | <b>Absorción</b> |
|                           | <b>gr.</b>       | <b>gr.</b>           | <b>%</b>         |
| LB-1                      | 2735.34          | 3152.2               | 15.24            |
| LB-2                      | 2785.23          | 3237.27              | 16.23            |
| LB-3                      | 2685.13          | 3152.34              | 17.40            |
| LB-4                      | 2725.45          | 3133.72              | 14.98            |
| LB-5                      | 2735.53          | 3206.86              | 17.23            |
| LB-6                      | 2760.24          | 3177.58              | 15.12            |
| LB-7                      | 2740.32          | 3134.92              | 14.40            |
| LB-8                      | 2830.24          | 3229.3               | 14.10            |
| LB-9                      | 2710.24          | 3095.9               | 14.23            |
| LB-10                     | 2800.23          | 3218.58              | 14.94            |
| Absorción promedio (%)    |                  |                      | 15.39            |

Elaboración propia.

**Tabla N° 31.** Resultado de Absorción de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote –C).

| <b>ABSORCIÓN : Lote C</b> |                  |                      |                  |
|---------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| <b>Ladrillo</b>           | <b>Peso seco</b> | <b>Peso saturado</b> | <b>Absorción</b> |
|                           | <b>gr.</b>       | <b>gr.</b>           | <b>%</b>         |
| LC-1                      | 3695.86          | 3791.84              | 2.60             |
| LC-2                      | 3570.27          | 4168.29              | 16.75            |
| LC-3                      | 3164.84          | 3870.98              | 22.31            |
| LC-4                      | 3187.32          | 4193.62              | 31.57            |
| LC-5                      | 3690.7           | 3813.66              | 3.33             |
| LC-6                      | 3233.75          | 4275.79              | 32.22            |
| LC-7                      | 3572.58          | 3878.56              | 8.56             |
| LC-8                      | 3101.58          | 3871.94              | 24.84            |
| LC-9                      | 3571.17          | 3897.91              | 9.15             |
| LC-10                     | 3098.06          | 3363.94              | 8.58             |
| Absorción promedio (%)    |                  |                      | 15.99            |

Elaboración propia.

**Tabla N° 32.** Resultado de Absorción de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote –D).

| <b>ABSORCIÓN : Lote D</b> |                  |                      |                  |
|---------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| <b>Ladrillo</b>           | <b>Peso seco</b> | <b>Peso saturado</b> | <b>Absorción</b> |
|                           | <b>gr.</b>       | <b>gr.</b>           | <b>%</b>         |
| LD-1                      | 2984.47          | 3473.02              | 16.37            |
| LD-2                      | 3062.9           | 3587.26              | 17.12            |
| LD-3                      | 3301.92          | 3781.68              | 14.53            |
| LD-4                      | 3236.77          | 3823.27              | 18.12            |
| LD-5                      | 3127.16          | 3684.41              | 17.82            |
| LD-6                      | 3237.2           | 3752.56              | 15.92            |
| LD-7                      | 3266.48          | 3894.62              | 19.23            |
| LD-8                      | 3205.87          | 3781.32              | 17.95            |
| LD-9                      | 3103.95          | 3668.55              | 18.19            |
| LD-10                     | 2769.07          | 3265.28              | 17.92            |
| Absorción promedio (%)    |                  |                      | 17.32            |

Elaboración propia.

**Tabla N° 33.** Resultado de Absorción de las unidades de albañilería, ladrillera del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote –E).

| <b>ABSORCIÓN : Lote E</b> |                  |                      |                  |
|---------------------------|------------------|----------------------|------------------|
| <b>Ladrillo</b>           | <b>Peso seco</b> | <b>Peso saturado</b> | <b>Absorción</b> |
|                           | <b>gr.</b>       | <b>gr.</b>           | <b>%</b>         |
| LE-1                      | 3192.78          | 3774.82              | 18.23            |
| LE-2                      | 3167.92          | 3653.87              | 15.34            |
| LE-3                      | 3070.31          | 3568.62              | 16.23            |
| LE-4                      | 3022.06          | 3573.58              | 18.25            |
| LE-5                      | 3099.13          | 3707.48              | 19.63            |
| LE-6                      | 3078.51          | 3642.49              | 18.32            |
| LE-7                      | 3064.66          | 3656.75              | 19.32            |
| LE-8                      | 3211.43          | 3797.51              | 18.25            |
| LE-9                      | 3061.89          | 3589.45              | 17.23            |
| LE-10                     | 3236.63          | 3785.56              | 16.96            |
| Absorción promedio (%)    |                  |                      | 17.78            |

Elaboración propia.

**Tabla N° 34.** Resumen de resultados de la absorción de las unidades de albañilería de las ladrilleras artesanales de los Lotes A, B, C, D, y E.

| <b>LOTE</b> | <b>ABSORCION %</b> |
|-------------|--------------------|
| LA          | 16.42              |
| LB          | 15.39              |
| LC          | 15.99              |
| LD          | 17.32              |
| LE          | 17.78              |

Elaboración propia.

## IV. DISCUSIÓN.

### 4.1. Clasificación SUCS del suelo.

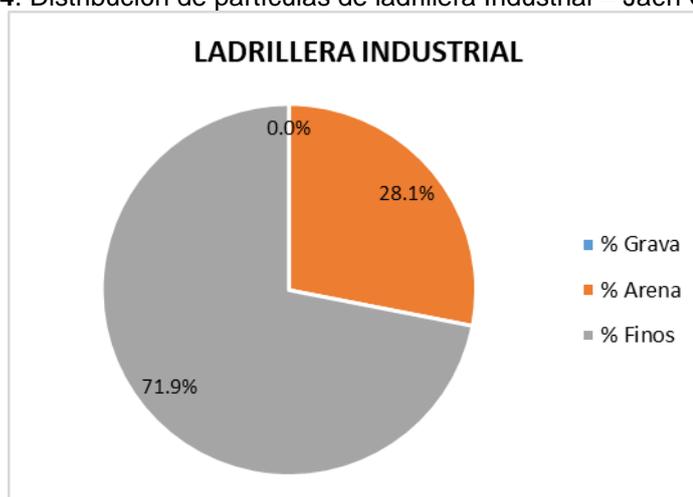
**Tabla N°35.** Clasificación del suelo de todas las ladrilleras artesanales (Lote A, B, C, D, E), y comparación de ladrillera industrial.

| MALLAS PARA CLASIFICACION                      | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA       |            |                         |            |                       |            |                       |            |                       |            |                       |            |
|--|---------------|---------------------------|------------|-------------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|-----------------------|------------|
|  |               | LADRILLERA INDUSTRIAL (*) |            | LADRILLERAS ARTESANALES |            |                       |            |                       |            |                       |            |                       |            |
|  |               |                           |            | A                       |            | B                     |            | C                     |            | D                     |            | E                     |            |
|  |               | % Retenido Acumulad o     | % Que Pasa | % Retenido Acumulad o   | % Que Pasa | % Retenido Acumulad o | % Que Pasa | % Retenido Acumulad o | % Que Pasa | % Retenido Acumulad o | % Que Pasa | % Retenido Acumulad o | % Que Pasa |
| N° 4   | 4.76          | 0.0                       | 100.0      | 0.0                     | 100.0      | 0.0                   | 100.0      | 0.0                   | 100.0      | 0.0                   | 100.0      | 0.0                   | 100.0      |
| N° 10  | 2.00          | 2.9                       | 97.2       | 0.4                     | 99.6       | 0.2                   | 99.8       | 0.6                   | 99.4       | 0.2                   | 99.8       | 0.6                   | 99.4       |
| N° 40  | 0.43          | 11.8                      | 88.3       | 7.9                     | 92.1       | 4.2                   | 95.8       | 5.0                   | 95.0       | 4.3                   | 95.7       | 9.5                   | 90.5       |
| N° 200   | 0.07          | 28.1                      | 71.9       | 27.4                    | 72.6       | 19.4                  | 80.6       | 19.2                  | 80.8       | 21.9                  | 78.1       | 24.0                  | 76.0       |
| % Grava (retenida en tamiz N° 4)               |               | 0.0                       |            | 0.0                     |            | 0.0                   |            | 0.0                   |            | 0.0                   |            | 0.0                   |            |
| % Arena (pasa tamiz N° 4 y retenida N° 200)    |               | 28.1                      |            | 27.4                    |            | 19.4                  |            | 19.2                  |            | 21.9                  |            | 24.0                  |            |
| A. gruesa (pasa tamiz N° 4 y retenida N° 10)   |               | 2.9                       |            | 0.4                     |            | 0.2                   |            | 0.6                   |            | 0.2                   |            | 0.6                   |            |
| A. media (pasa tamiz N°10 y retenida N° 40)    |               | 8.9                       |            | 7.4                     |            | 3.9                   |            | 4.4                   |            | 4.1                   |            | 8.9                   |            |
| A. fina (pasa N° 40 y retenida N°200)          |               | 16.34                     |            | 19.5                    |            | 15.2                  |            | 14.2                  |            | 17.7                  |            | 14.5                  |            |
| % Finos ( Limo, arcilla) - (pasa tamiz N° 200) |               | 71.9                      |            | 72.6                    |            | 80.6                  |            | 80.8                  |            | 78.1                  |            | 76.0                  |            |
| LIMITE LIQUIDO                                 |               | 49                        |            | 45                      |            | 39                    |            | 32                    |            | 41                    |            | 43                    |            |
| INDICE PLASTICO                                |               | 27                        |            | 25                      |            | 21                    |            | 17                    |            | 22                    |            | 23                    |            |
| CLASIFICACION SUCS                             |               | CL                        |            | CL                      |            | CL                    |            | CL                    |            | CL                    |            | CL                    |            |

Elaboración Propia.

(\*) Resultados de ladrillera industrial en la provincia de Jaén – Cajamarca (Tesis: Evaluación de las propiedades físicas – mecánicas de los ladrillos King Kong 18 huecos de producción industrial en la ciudad de Jaén – Cervera Mego, 2014).

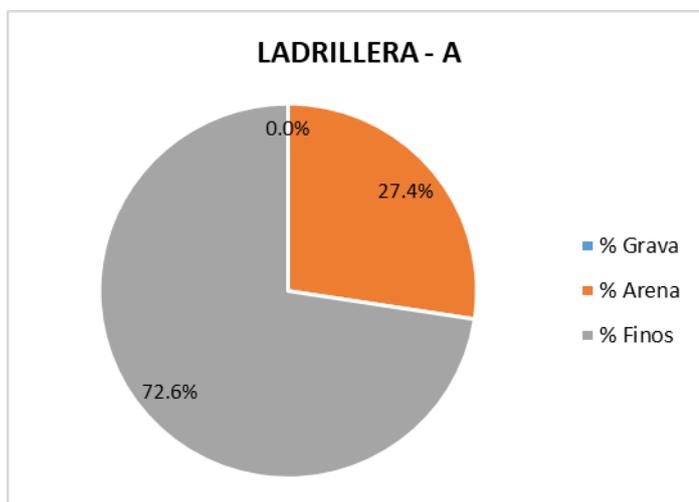
**Grafico N° 14.** Distribución de partículas de ladrillera Industrial – Jaén Cajamarca.



La materia prima de la ladrillera industrial en la provincia de Jaén, se tiene como resultado de 71.9 % de limos y arcillas, y 28.1% de arenas, con un límite líquido de 49%, y índice de plástico de 27%, clasificando al

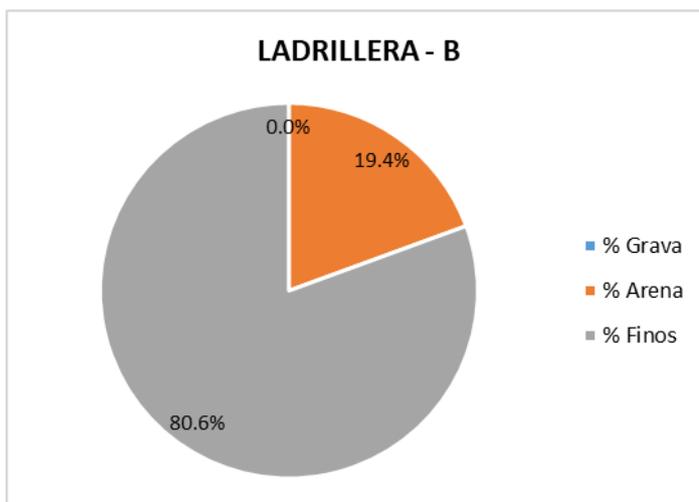
suelo SUCS en CL (arcilla inorgánica mediana plástica, arcilla arenosa y limosa) (Cervera Mego, 2014).

**Grafico N° 15.** Distribución de partículas de ladrillera del Sr. Ñontol Barrantes Cesar (Lote -A)



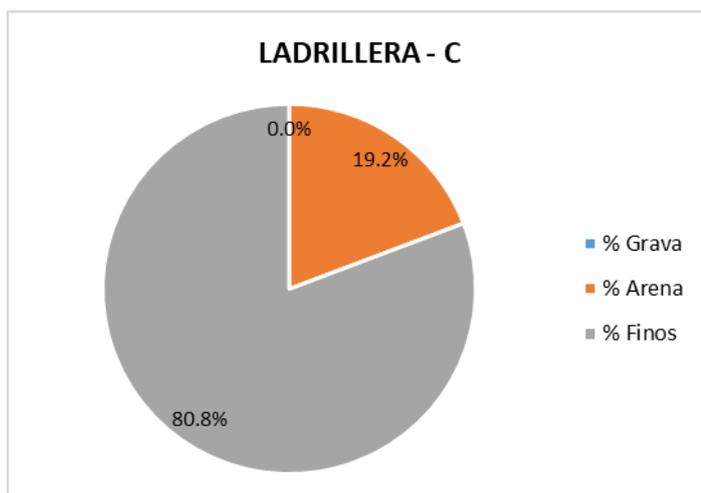
En el Lote A, en el caserío de San José Las Madres, se tiene como resultado que el 72.6 % de limos y arcillas, y 27.4 de arenas, con un límite líquido de 45%, y índice de plástico de 25%, clasificando al suelo SUCS en CL (arcilla inorgánica mediana plástica, arcilla arenosa y limosa)

**Grafico N° 16.** Distribución de partículas de ladrillera del Sr. Calderón Mosqueira Luis (Lote -B)



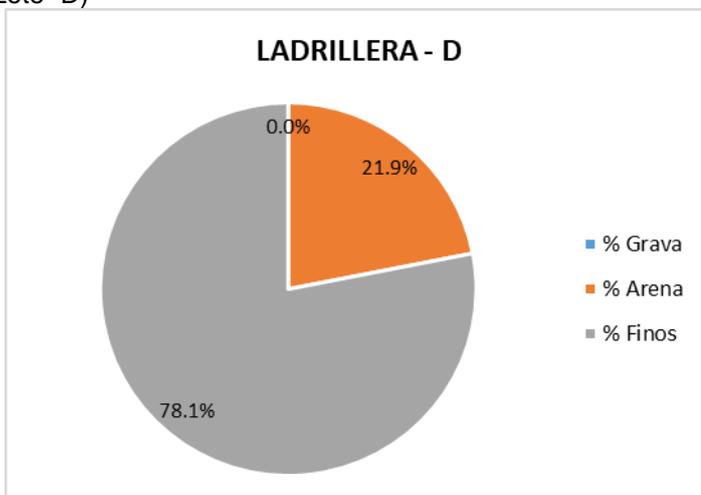
En el Lote B, en el caserío de Chupicaloma, se tiene como resultado que el 80.6% de limos y arcillas, y 19.4 de arenas, con un límite líquido de 39%, y índice de plástico de 21%, clasificando al suelo SUCS en CL (arcilla inorgánica mediana plástica, arcilla arenosa y limosa).

**Grafico N° 17.** Distribución de partículas de ladrillera del Sr. Silva Peregrino Elías (Lote -C)



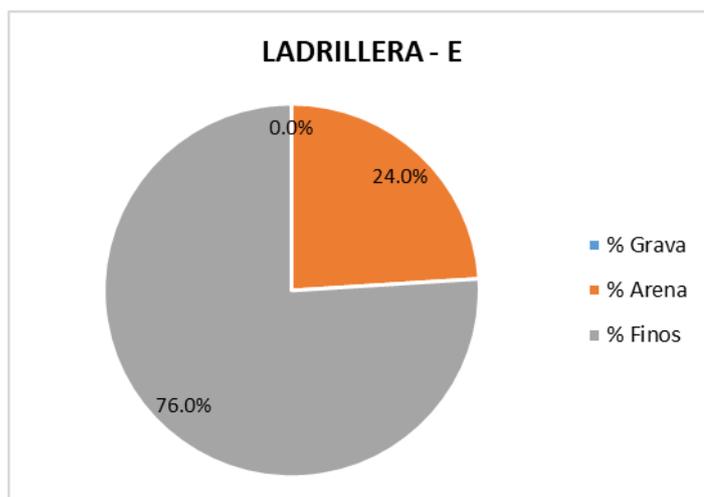
En el Lote C, en el caserío de Rumipampa Alta, se tiene como resultado que el 80.8 % de limos y arcillas, y 19.2% de arenas, con un límite líquido de 32%, y índice de plástico de 17%, clasificando al suelo SUCS en CL (arcilla inorgánica mediana plástica, arcilla arenosa y limosa).

**Grafico N° 18.** Distribución de partículas de ladrillera del Sr. Chuquiruna Mendoza Candelario (Lote -D)



En el Lote D, en el caserío de Manzanamayo, se tiene como resultado que el 78.1 % de limos y arcillas, y 21.9 de arenas, con un límite líquido de 41%, y índice de plástico de 22%, clasificando al suelo SUCS en CL (arcilla inorgánica mediana plástica, arcilla arenosa y limosa).

**Grafico N° 19.** Distribución de partículas de ladrillera del Sr. Huamán Huaripata Cesar (Lote -E)



En el Lote E, en el caserío de Cashaloma, se tiene como resultado que el 76% de limos y arcillas, y 24% de arenas, con un límite líquido de 43%, y índice de plástico de 23 %, clasificando al suelo SUCS en CL (arcilla inorgánica mediana plástica, arcilla arenosa y limosa).

De los lotes evaluados de la materia prima utilizado en la fabricación de ladrillos artesanales en la zona de estudio, da una clasificación de suelo SUCS en CL (arcilla inorgánica mediana plástica, arcilla arenosa y limosa), al igual que utiliza la ladrillera industrial en la provincia de Jaén.

#### **4.2. Proceso de fabricación del ladrillo artesanal**

El proceso de fabricación del ladrillo artesanal en los caseríos del centro poblado de Otuzco, es en su mayoría similar en la su fabricación, tan solo varia la cantidad de materiales utilizadas, que va de acuerdo a la cantidad de millares a fabricar, y el tamaño del horno utilizado.

En la actividad de mezcla o batido, algunos ladrilleros que en su cantera solo tienen tierra agrícola y no tienen la característica para la fabricación de ladrillo, van realizando la mezcla con material que contenga arena (cantería suave), traído de otro lugar; de esta manera se tendría una megos textura de la mezcla para la preparación.

Actualmente ya no se viene utilizando el material de leña para la combustión, siendo remplazado con aceite quemado y carbón de piedra.

### 4.3. Propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería.

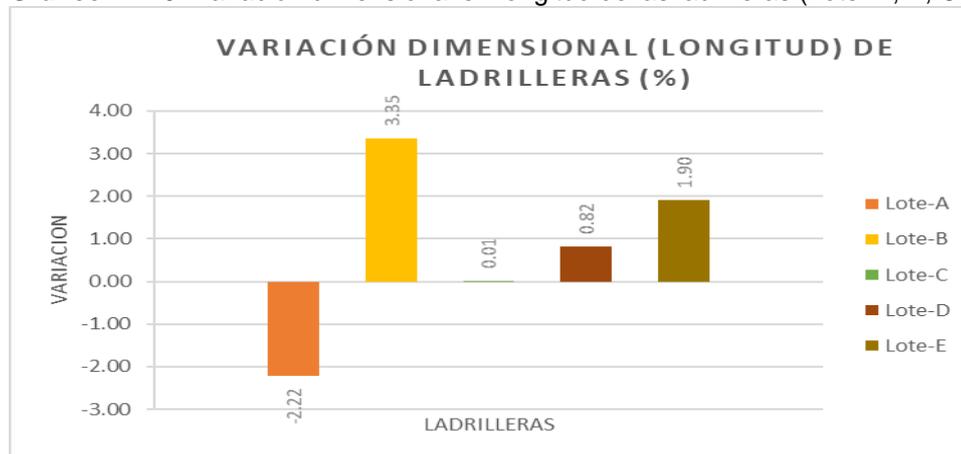
#### 4.3.1. Variación de la Dimensión.

**Tabla N°36.** Clasificación de las unidades de albañilería, según la Norma E – 070, según su variación dimensional; de las 05 ladrilleras artesanales (Lote A, B, C, D, E).

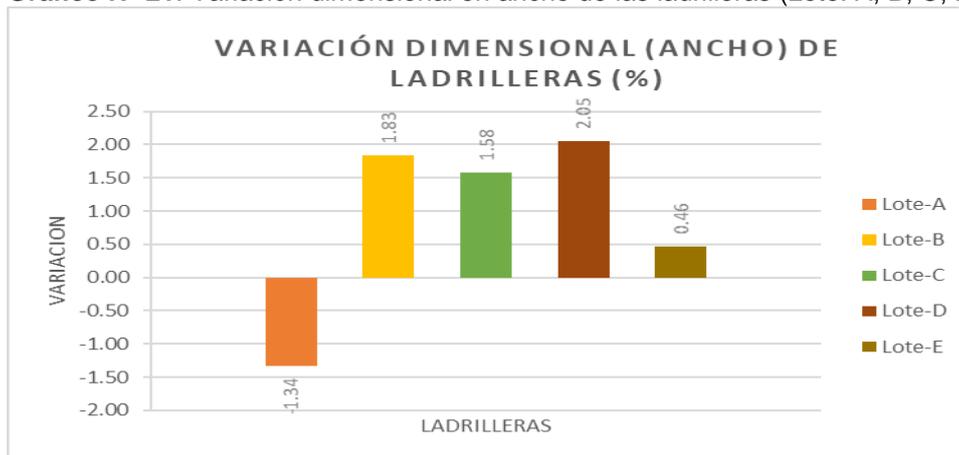
| Lote | VARIACION DIMENSIONAL |       |        |       |        |       | CLASE | Bloque Usado en muros |
|------|-----------------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-----------------------|
|      | Lprom                 | VD L  | Aprom  | VD A  | Hprom  | VD H  |       |                       |
| LA   | 224.88                | -2.22 | 131.74 | -1.34 | 85.435 | -0.51 | III   | Bloque NP(2)          |
| LB   | 212.64                | 3.35  | 117.8  | 1.83  | 76.424 | -1.90 | II    | Bloque NP(2)          |
| LC   | 219.99                | 0.01  | 127.94 | 1.58  | 77.194 | 3.51  | IV    | Bloque P(1)           |
| LD   | 208.29                | 0.82  | 127.33 | 2.05  | 77.64  | 2.95  | IV    | Bloque P(1)           |
| LE   | 215.82                | 1.90  | 129.4  | 0.46  | 77.756 | 2.81  | IV    | Bloque P(1)           |

Elaboración propia.

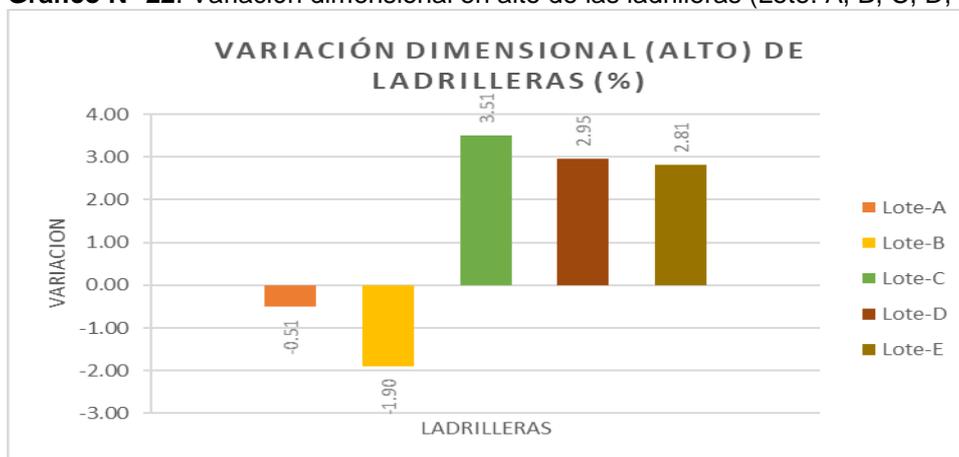
**Gráfico N° 20.** Variación dimensional en longitud de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



**Grafico N° 21.** Variación dimensional en ancho de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



**Grafico N° 22.** Variación dimensional en alto de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



La unidad de albañilería de la ladrillera del lote A, del caserío de San José Las Madres se clasifica en tipo III, y ser usado para bloques en la construcción de muros no portantes.

La unidad de albañilería de la ladrillera del lote B, del caserío de Chupicaloma se clasifica en tipo II, y ser usado para bloques en la construcción de muros no portantes.

La unidad de albañilería de la ladrillera del lote C, D, y E, de los caseríos de Rumipampa Alta, Manzanamayo, y Cashaloma; se clasifica en tipo IV, y ser usado para bloques en la construcción de muros portantes.

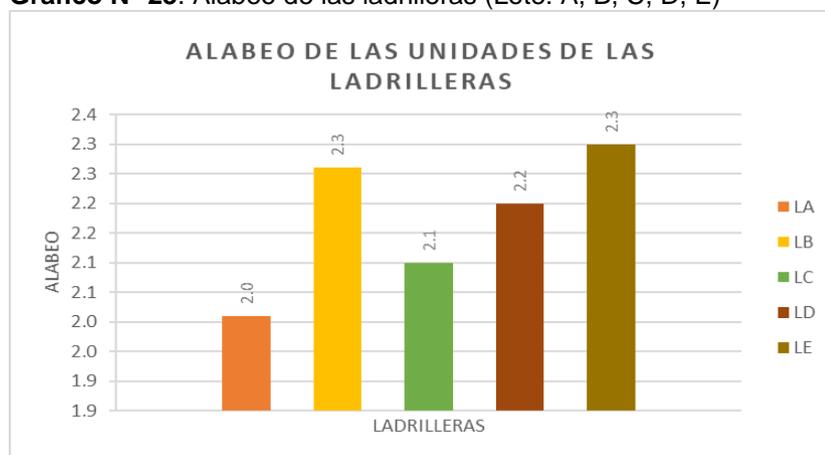
### 4.3.2. Alabeo.

**Tabla N°37.** Clasificación de las unidades de albañilería, según la Norma E – 070, según alabeo; de las 05 ladrilleras artesanales (Lote A, B, C, D, E).

| LOTE | ALABEO | CLASE | Bloque Usado en muros |
|------|--------|-------|-----------------------|
| LA   | 2.0    | IV    | Bloque P(1)           |
| LB   | 2.3    | III   | Bloque P(1)           |
| LC   | 2.1    | III   | Bloque P(1)           |
| LD   | 2.2    | III   | Bloque P(1)           |
| LE   | 2.3    | III   | Bloque P(1)           |

Elaboración propia.

**Grafico N° 23.** Alabeo de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



La unidad de albañilería de la ladrillera del lote A, del caserío de San José Las Madres se clasifica en tipo IV, y ser usado para bloques en la construcción de muros portantes.

La unidad de albañilería de la ladrillera del lote B, C, D, y E, de los caseríos de Chupicaloma, Rumipampa Alta, Manzanamayo, y Cashaloma, se clasifica en tipo III, y ser usado para bloques en la construcción de muros portantes.

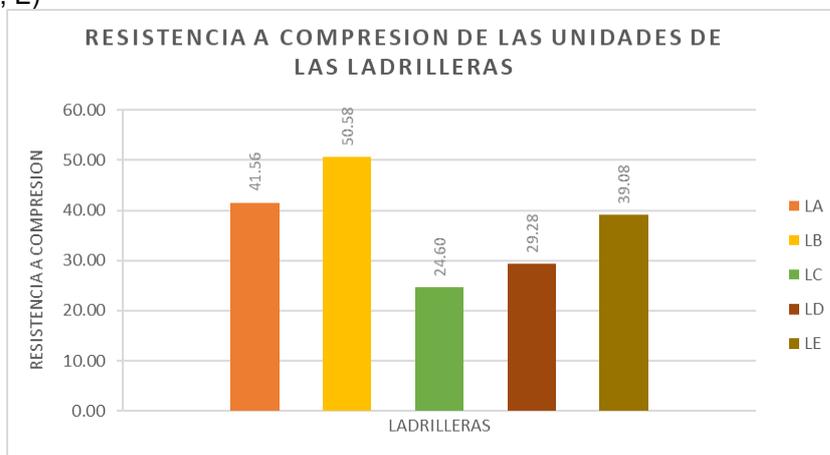
### 4.3.3. Resistencia a compresión

**Tabla N°38.** Clasificación de las unidades de albañilería, según la Norma E – 070, según resistencia a compresión; de las 05 ladrilleras artesanales (Lote A, B, C, D, E).

| LOTE | fb    | $\sigma$ | f'b   | CLASE             | Bloque Usado en muros |
|------|-------|----------|-------|-------------------|-----------------------|
| LA   | 45.49 | 3.93     | 41.56 | Sin Clasificación | Bloque NP(2)          |
| LB   | 52.78 | 2.21     | 50.58 | I                 | Bloque P(1)           |
| LC   | 28.39 | 3.79     | 24.60 | Sin Clasificación | Bloque NP(2)          |
| LD   | 32.63 | 3.35     | 29.28 | Sin Clasificación | Bloque NP(2)          |
| LE   | 42.62 | 3.54     | 39.08 | Sin Clasificación | Bloque NP(2)          |

Elaboración propia.

**Grafico N° 24.** Resistencia a la compresión de las unidades de las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



Como se muestra en el cuadro descrito tan solo la unidad de albañilería de la ladrillera del lote B, del caserío de Chupicaloma se clasifica en el tipo I, y ser usado esta unidad para bloques en la construcción de muros portantes.

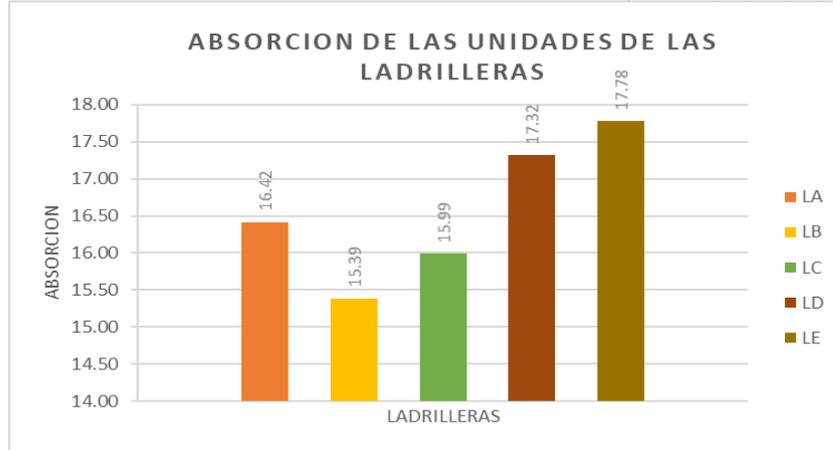
Las unidades de albañilería del lote A, C, D, E, de los caseríos de San José Las Madres, Rumipampa Alta, Manzanamayo, y Cashaloma, no tienen clasificación alguna según la Norma E-070. E indicando que pueden ser usados para bloques en la construcción de muros no portantes.

#### 4.3.4. Absorción

En cuanto a la absorción las unidades de los lotes E es el que tiene mayor cantidad de poder absorber agua con 17.78 %, seguida por el Lote D con el 17.32 % de absorción.

El lote con menor absorción es el B con 15.39%, seguida por el lote C con 15.99 %, y el lote A con 16.42 %.

**Grafico N° 25.** Absorción de las unidades en las ladrilleras (Lote: A, B, C, D, E)



## V. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos de los suelos usados como materia prima de las ladrilleras artesanales de los Lotes A, B, C, D, y E, se clasifican en una clasificación SUCS CL (arcilla inorgánica de mediana plasticidad, arenosa y limosa) con una variación de áreas de 19.2 a 28.1 %, y de limos y arcillas de 71.9 a 80.8 %.
- El proceso de fabricación del ladrillo artesanal en la zona de estudio se da en siete etapas como es la extracción de materia prima, mezcla o batido, moldeado, secado, carga al horno, cocción, descarga del horno y clasificado. Teniendo como material de combustión al aceite quemado y carbón.
- Las variaciones dimensionales de las unidades tienen características aceptables clasificando al Lote A en clase de tipo III, al Lote B en clase de tipo II, y a los Lotes C, D, y E en clase de tipo IV; para ser usados en muros no portantes el Lote A y B, y para muros portantes los Lotes C, D, y E. En el alabeo de las unidades, el Lote A clasifica como tipo IV, y los Lotes B, C, D, y E clasifican como tipo III; asimismo para ser usados para muros portantes. Según la resistencia a compresión ( $f'_{b}$ ), tan solo el Lote B cumple con lo mínimo de 50 kg/cm<sup>2</sup>, clasificando en tipo I; los demás lotes A, C, D, y E, no se tiene clasificación, por no cumplir con la resistencia de compresión requerida. Pueden ser usados la unidad del Lote B en muros portantes, y los demás lotes para muros no portantes. La absorción de menor porcentaje es del lote B con 15.39 %, y la de mayor porcentaje el Lote E con 17.78 %.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda determinar el análisis químico de la materia prima en la elaboración de ladrillos artesanales.
- Se recomienda cumplir con el respectivo proceso de elaboración de las unidades de albañilería para así puedan cumplir sus características de acuerdo a norma E.070.
- Se recomienda cumplir con las características que nos establece la norma E.070, y hacer un proceso de clasificación estricta en cuanto a las variaciones dimensionales, alabeo y resistencia de la unidad de albañilería; a fin de cumplir los estándares de calidad de la norma.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABOU-MATAR, H., & GOBLE, G. (1997). *SPT DNAMIC ANALYSIS AND MEASUREMENTS* . RESTOM .

Aguirre Gaspar, D. R. (2004). *Evaluacion de las Caracteristicas Estructurales de la Albañileria Producida con Unidades Fabricadas en la Region Junin*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Peru.

Averardo Bianucci, M. (2009). *El Ladrillo*. Chaco, Argentina: Tecnologia y la producción.

Besoain, E. (1985). *Minerologia de arcillas de suelos*. Costa Rica: IICA.

Cervera Mego, M. (2014). *Evaluacion de las Propiedades Fisicas - Mecanicas de los Ladrillos King Kong 18 Huecos de Produccion Industrial en la Ciudad de Jaén*. Jaén: Universidad Nacional De Cajamarca.

CRESPO VILLALAZ, C. (2012). *PROBLEMA RESUELTOS DE MECANICA DE SUELOS Y DE CIMENTACIONES*. MEXICO: LIMUSA GRUPO NORIEGA.

Fernández Díaz, E. (2014). *Evaluacion de las Propiedades Físico - Mecanicas de Ladrillos de Arcilla King Kong Fabricados Artesanalmente en la Comunidad el Frutillo - Bambamarca*. Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca.

Fondo MIVIVENDA. (2009). *Estudio de Mercado de la Vivienda Social en la Ciudad de Cajamarca*. Lima: fondo MIVIVIENDA.

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañileria estructural*. Lima: Pontifica Universidad Catolica del Perú.

Garcia Verduch, A., & Del Olmo Guillen, L. (1992). *Algunos Aspectos Tecnologicos de la Fabricacion de Ladrillos*. Madrid -España: Instituto de Cerámica y Vidrio .

Kuroiwa Horiuchi, J., & Salas Peña, J. (2009). *Manual Para La Elavoracion y Reforzamiento De Viviendas De Albañileria Confinada Dañadas Por Sismos*. Lima: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

- Lagares Barreiro, P., & Puerto Albandoz, J. (2001). *Población y Muestra. Técnicas de Muestreo*. Sevilla: Universidad de Sevilla.
- Mego Barboza, A. (2013). *Evaluación De Las Propiedades Físico - Mecánicas De Los Ladrillos King - Kong Producidos en el Sector la Fila Alta - Jaén*. Cajamarca: Universidad Nacional De Cajamarca.
- Ministerio De La Producción. (2008). *Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales*. Lima, Peru: Ministerio De La Producción.
- Norma E.030, N. (2014). *Diseño Sismorresistente de Edificaciones del Perú*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Norma E.070, N. (2006). *Norma Técnica E. 070*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.
- Rhodes, D. (1990). *Arcilla y vidriado para el ceramista*. España: Ediciones CEAC.
- San Bartolomé, A. (1994). *Construcciones de Albañilería - Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Lima: Pontificia Universidad Católica Del Perú.
- San Bartolomé, A. (2008). *Manual de construcción, estructuración y predimensionamiento en albañilería armada hecha con bloques de concreto vibrado*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Soriano Giraldo, C. (s.f.). *Redladrilleras.net*. Obtenido de [http://www.redladrilleras.net/documentos\\_galeria/DIAGNOSTICO%20NACIONAL%20FINAL%2019Dic12.pdf](http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/DIAGNOSTICO%20NACIONAL%20FINAL%2019Dic12.pdf)
- Zafra Rabanal, J. (2014). *Características Físicas y Mecánicas de los Ladrillos de Concreto Fabricados en la Ciudad de San Marcos - Cajamarca*. San Marcos -Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.

## ANEXOS

### TABLAS.

**TablaN° 39.** Clase de unidad de albañilería para fines estructurales

| CLASE        | VARIACION DE LA DIMENSION<br>(máxima en porcentaje) |              |               | ALABEO<br>(máximo en mm) | RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESIÓN<br>$f_b'$ mínimo en MPa<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) 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)  |
| Bloque P(1)  | ± 4   | ± 3          | ± 2           | 4                        | 4,9 (50)  |
| Bloque NP(2) | ± 7   | ± 6          | ± 4           | 8                        | 2,0 (20)  |

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

(Norma E.070, 2006).

**TablaN° 40.** Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales

| TIPO              | ZONA SISMICA 2 Y 3                          |  | ZONA SISMICA 1                               |
|-------------------|---|--|--|
|                   | Muro portante en edificios de 4 pisos a mas | Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos    | Muro portante en todo edificio               |
| Sólido Artesanal* | No  | Si, hasta dos pisos                          | Si   |
| Sólido Industrial | Si  | Si   | Si   |
| Alveolar          | Si<br>Celdas Totalmente rellenas con grout  | Si<br>Celdas parcialmente rellenas con grout | Si<br>Celdas parcialmente rellenas con grout |
| Hueca             | No  | No   | Si   |
| Tubular           | No  | No   | Si, hasta 2 pisos                            |

\* Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

(Norma E.070, 2006).

**Tabla N° 41.** Relación de ladrilleros artesanales del C.P. Otuzco –  
Distrito de Baños Del Inca - Cajamarca

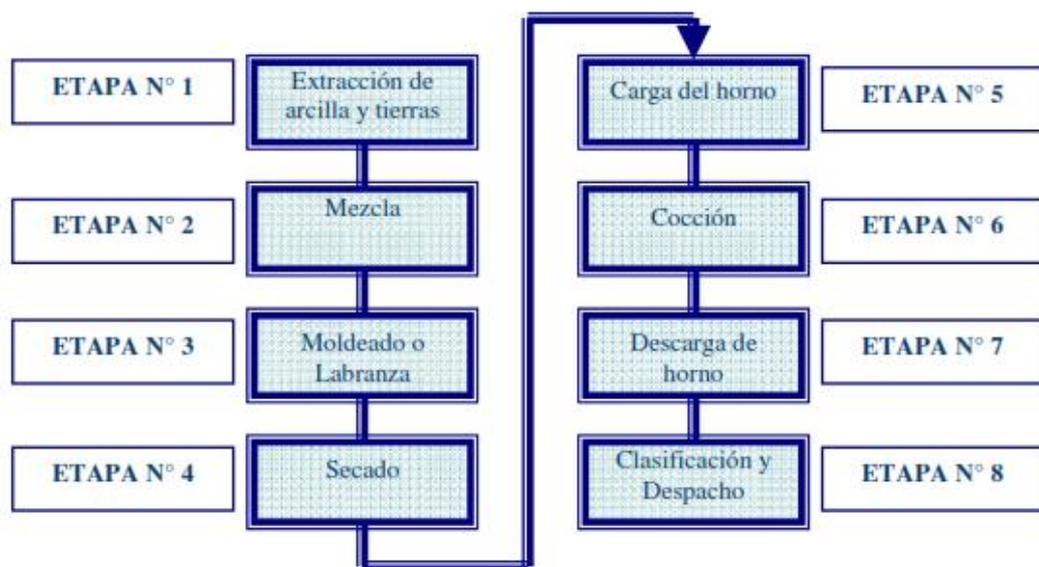
| N° | APELLIDOS Y NOMBRES.       | UTM       |            | Z    | Caserío        |
|----|----------------------------|-----------|------------|------|----------------|
|    |                            | E         | N          |      |                |
| 1  | Calderón Samán Alberto     | 781343.36 | 9213171.77 | 2970 | Shitaloma      |
| 2  | Huaripata Llanos José      | 781262.53 | 9213935.54 | 3144 | Chupicaloma    |
| 3  | Chilon Huatay Santos       | 781273.99 | 9214150.74 | 3157 | Chupicaloma    |
| 4  | Calderón Mosqueira Luis    | 781218.16 | 9214307.72 | 3165 | Chupicaloma    |
| 5  | Chalán Morales Pascual     | 781206.05 | 9214323.98 | 3166 | Chupicaloma    |
| 6  | Calderón Mosqueira José    | 781170.68 | 9214376.23 | 3169 | Chupicaloma    |
| 7  | Calderón Mosqueira Emilio  | 781157.19 | 9214403.7  | 3171 | Chupicaloma    |
| 8  | Banda Sánchez Nicolás      | 781200.57 | 9214544.46 | 3180 | Rumipanpa Alta |
| 9  | Banda Sánchez Eugenio      | 781253.55 | 9214600.31 | 3181 | Rumipanpa Alta |
| 10 | Banda Morales Abraham      | 781223.84 | 9214511.44 | 3175 | Rumipanpa Alta |
| 11 | Calderón Mosqueira Antonio | 781141.2  | 9214507.37 | 3181 | Rumipanpa Alta |
| 12 | Portal Ramírez Manuel      | 781114.03 | 9214510.09 | 3181 | Rumipanpa Alta |
| 13 | Castillo Terrones Santos   | 781022.64 | 9214511.33 | 3185 | Rumipanpa Alta |
| 14 | Calderón Mosqueira Andrés  | 780978.28 | 9214552.28 | 3189 | Rumipanpa Alta |
| 15 | Morales Mosqueira Máximo   | 780888.08 | 9214605.55 | 3190 | Rumipanpa Alta |
| 16 | Mosqueira Morales Nicolás. | 780852.44 | 9214633.45 | 3190 | Rumipanpa Alta |
| 17 | Minchan Teatino Santos     | 780771.95 | 9215014.04 | 3216 | Rumipanpa Alta |
| 18 | Lloverá Silva Florentino   | 780728.16 | 9215020.30 | 3212 | Rumipanpa Alta |
| 19 | Minchan Teatino Segundo    | 780669.65 | 9214867.84 | 3201 | Rumipanpa Alta |
| 20 | Ñontol Heras Pedro         | 780688.26 | 9215163.79 | 3227 | Rumipanpa Alta |
| 21 | Llovera Chalan Segundo     | 780587.31 | 9215199.54 | 3220 | Rumipanpa Alta |
| 22 | Llovera Teatino Casimiro   | 780679.49 | 9215562.30 | 3269 | Rumipanpa Alta |
| 23 | Llovera Minchan Eliseo     | 780758.87 | 9215443.41 | 3266 | Rumipanpa Alta |
| 24 | Silva Calderón Francisco   | 780813.30 | 9215310.62 | 3261 | Rumipanpa Alta |
| 25 | Calderón Llovera Luis      | 780557.95 | 9215727.90 | 3265 | Rumipanpa Alta |
| 26 | Morales Llovera Luciano    | 780682.49 | 9215955.83 | 3273 | Rumipanpa Alta |
| 27 | Silva Peregrino Elías      | 780409.15 | 9215324.70 | 3206 | Rumipanpa Alta |
| 28 | Llovera Minchan Jesús      | 780444.35 | 9215323.72 | 3212 | Rumipanpa Alta |
| 29 | Llovera Silva Florentino   | 780428.96 | 9215465.99 | 3215 | Rumipanpa Alta |
| 30 | Tasilla Saldaña Martin     | 780360.07 | 9214709.97 | 3198 | Rimipampa Baja |
| 31 | Cruzado Silva Casimiro     | 780119.74 | 9214398.32 | 3169 | Rimipampa Baja |
| 32 | Huaripata Cóndor Celso     | 780166.40 | 9213951.16 | 3128 | Rimipampa Baja |
| 33 | Sánchez Morales Luis       | 780215.42 | 9213885.95 | 3126 | Rimipampa Baja |
| 34 | Silva Heras Nicanor        | 780402.43 | 9213725.08 | 3109 | Rimipampa Baja |
| 35 | Cruzado Chilon Hilario     | 780231.95 | 9213787.42 | 3114 | Rimipampa Baja |
| 36 | Rodríguez Chalán Lorenzo   | 780221.31 | 9213750.69 | 3108 | Rimipampa Baja |
| 37 | Ñontol Calderón Hipólito   | 779838.47 | 9213749.94 | 3060 | Rimipampa Baja |
| 38 | Ñontol Calderón Lorenzo    | 779949.79 | 9213861.85 | 3079 | Rimipampa Baja |
| 39 | Chalán Heras Pablo         | 779936.83 | 9213377.34 | 3051 | Rimipampa Baja |
| 40 | Chalán Saldaña Celestino   | 780228.01 | 9213321.67 | 3050 | Rimipampa Baja |
| 41 | Huamán Huaripata Cesar     | 780211.50 | 9212859.30 | 2864 | Cashaloma      |
| 42 | Silva Huamán Cristian      | 780184.21 | 9212876.91 | 2866 | Cashaloma      |
| 43 | Huaripata Huaripata Roger  | 780184.00 | 9212851.32 | 2862 | Cashaloma      |

|    |                               |           |            |      |                     |
|----|-------------------------------|-----------|------------|------|---------------------|
| 44 | Huaripata Aguilar Teodoro     | 780187.14 | 9212900.50 | 2872 | Cashaloma           |
| 45 | Alcántara Sánchez Felipe      | 779907.05 | 9212062.42 | 2742 | Plan Miraflores     |
| 46 | Mosqueira Huaripata Nicolás   | 779906.70 | 9212084.33 | 2744 | Plan Miraflores     |
| 47 | Velásquez Saldaña Enrique     | 779830.35 | 9211715.53 | 2730 | Plan Miraflores     |
| 48 | Llanos Calderón Juan          | 781338.97 | 9214604.41 | 3183 | Chim chin           |
| 49 | Llanos Calderón Víctor        | 781403.58 | 9214609.19 | 3192 | Chim chin           |
| 50 | Banda Sánchez Eugenio         | 781571.68 | 9214633.12 | 3208 | Chim chin           |
| 51 | Chuquiruna Mendoza Candelario | 779304.59 | 9213965.11 | 3099 | Manzanamayo         |
| 52 | Samán Chilon Carlos           | 779423.90 | 9213823.79 | 3087 | Manzanamayo         |
| 53 | Cruzado Chilon Pablo          | 779421.54 | 9213947.67 | 3092 | Manzanamayo         |
| 54 | Calderón Samán María          | 779422.04 | 9214147.18 | 3098 | Manzanamayo         |
| 55 | Tasilla Chalán Daniel         | 779360.00 | 9214329.78 | 3111 | Manzanamayo         |
| 56 | Rodríguez Castillo Rosas      | 779318.10 | 9214732.16 | 3122 | Manzanamayo         |
| 57 | Rodríguez Chuquiruna José     | 779330.22 | 9215120.16 | 3127 | Manzanamayo         |
| 58 | Chávez Chuquiruna Juan        | 779057.87 | 9213726.91 | 3051 | Manzanamayo         |
| 59 | Chávez Chuquiruna Wilmer      | 778989.30 | 9213755.94 | 3053 | Manzanamayo         |
| 60 | Llovera Tasilla Nicanor       | 778973.87 | 9213808.73 | 3062 | Manzanamayo         |
| 61 | Chilon Chalán Juan            | 778527.25 | 9213066.08 | 3007 | San José Las Madres |
| 62 | Cruzado Chilon José           | 778667.40 | 9212591.76 | 2930 | San José Las Madres |
| 63 | Ñontol Barrantes Cesar        | 778447.63 | 9211548.05 | 2719 | San José Las Madres |
| 64 | Novoa Llovera Miguel          | 778938.28 | 9212377.50 | 2876 | San José Las Madres |
| 65 | Novoa Llovera Jesús           | 779007.99 | 9212116.67 | 2863 | San José Las Madres |
| 66 | Herrera Huamán José           | 778686.66 | 9211757.46 | 2757 | San José Las Madres |
| 67 | Sánchez Chunqui Pablo         | 778691.75 | 9211248.53 | 2710 | San José Las Madres |
| 68 | Chuquiruna Samán Jorge        | 778953.70 | 9211215.28 | 2718 | San José Las Madres |

Elaboración propia.

## FIGURAS.

**Figura N°1.** Diagrama de Flujo general para la actividad ladrillera.

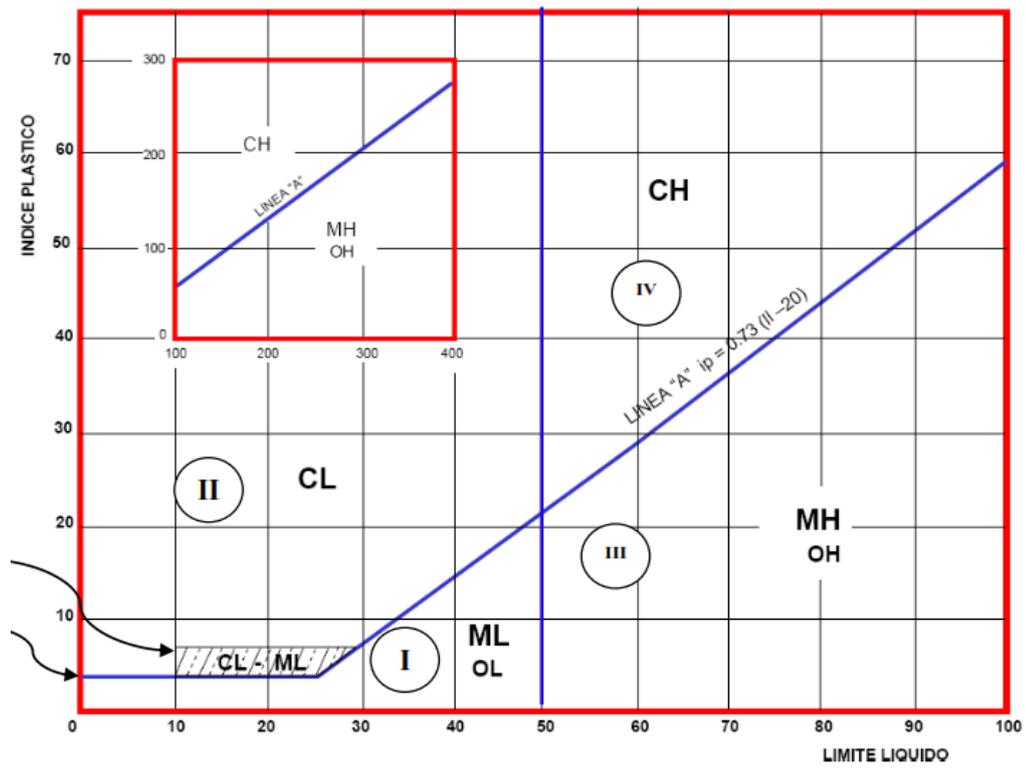


(Ministerio De La Producción, 2008).

**Figura N°02. Sistema Unificado De Clasificación de Suelos (S.U.C.S).**

| DIVISIÓN MAYOR   |   | SÍMBOLO  | NOMBRES TÍPICOS   | CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO   |   |   |  |
|--|---|--|---|---|---|---|--|
| SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS<br>Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 ⊕<br><br>son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista.   | GRAVAS<br>Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4<br><br>PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ½ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4                                       | GRAVAS LIMPIA<br>Poco o nada de partículas finas   | GW  | Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos  | COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD Cu: mayor de 4.<br>COEFICIENTE DE CURVATURA Cc: entre 1 y 3.<br>$Cu = D_{60} / D_{10}$ $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$                |   |  |
|  |   |  | GP  | Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos   |   | NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.                             |  |
|  |   | GRAVA CON FINOS<br>Cantidad apreciable de partículas finas   | * GM  | d   | Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo  | LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.                        | Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles. |
|  |   |  | u   |   |   |   |  |
|  |   | GC   |   | Gravas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla   | LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.   |   |  |
|  |   | ARENAS<br>Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4<br><br>PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE ¼ cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4 | ARENA LIMPIA<br>Poco o nada de partículas finas                                       | SW  | Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.  | Cu = $D_{60} / D_{10}$ mayor de 6 ; Cc = $(D_{30})^2 / (D_{10})(D_{60})$ entre 1 y 3. |  |
|  |   |  | SP  | Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poca o nada de finos.   | No satisfacen todos los requisitos de graduación para SW  |   |  |
|  | ARENA CON FINOS<br>Cantidad apreciable de partículas finas  |  | * SM  | d   | Arenas limosas, mezclas de arena y limo.  | LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4.                        | Arriba de la "línea A" y con I.P. entre 4 y 7 son casos de frontera que requieren el uso de símbolos dobles. |
|  | u   |  |   |   |   |   |  |
|  | SC  |  | Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.  | LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.   |   |   |  |
|  | SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS<br>Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 ⊕<br><br>Las partículas de 0.074 mm de diámetro (la malla N° 200) son, aproximadamente, las más pequeñas visibles a simple vista. | LIMOS Y ARCILLAS<br>Limite Líquido menor de 50   | ML  | Limos inorgánicos, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.  | G – Grava, S – Arena, O – Suelo Orgánico, P – Turba, M – Limo<br>C – Arcilla, W – Bien Graduada, P – Mal Graduada, L – Baja Compresibilidad, H – Alta Compresibilidad |   |  |
|  |   |  | CL  | Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres. |   |   |  |
| OL   |   |  | Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.                     |   |   |   |  |
| LIMOS Y ARCILLAS<br>Limite Líquido Mayor de 50   |   | MH   | Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, más elásticos.                       |   |   |   |  |
|  |   | CH   | Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas                                    |   |   |   |  |
|  |   | OH   | Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad. |   |   |   |  |
| SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS   |   | P  | Turbas y otros suelos altamente orgánicos.  |   |   |   |  |
| <b>CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.)</b>   |   |  |   |   |   |   |  |
| <p>The Plasticity Chart (S.U.C.S.) is a graph with Liquid Limit (L.P.) on the vertical axis (0 to 60) and Plasticity Index (I.P.) on the horizontal axis (0 to 100). A diagonal line labeled 'LÍNEA A' separates the upper and lower regions. The chart is divided into several zones for soil classification: CL (Clay Low Plasticity), CH (Clay High Plasticity), OL (Organic Low Plasticity), OH (Organic High Plasticity), ML (Silt Low Plasticity), MH (Silt High Plasticity), and C (Clay). Symbols for each soil type are plotted on the chart.</p> |   |  |   |   |   |   |  |

Figura N°03. Carta de Plasticidad.



FOTOS.

Foto N° 01. Identificación y entrevista de ladrilleros artesanales.



**Foto N° 02.** Muestreo de materia prima en cantera.



**Foto N° 03.** Prueba de límite líquido, copa Casagrande.



**Foto N° 04.** Medición de longitudes de la



**Foto N° 05.** Unidades para prueba de resistencia compresión.



**Foto N° 06.** Prueba de resistencia a compresión de la unidad.



**ESCANEO VISACIÓN DE LABORATORIO**



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

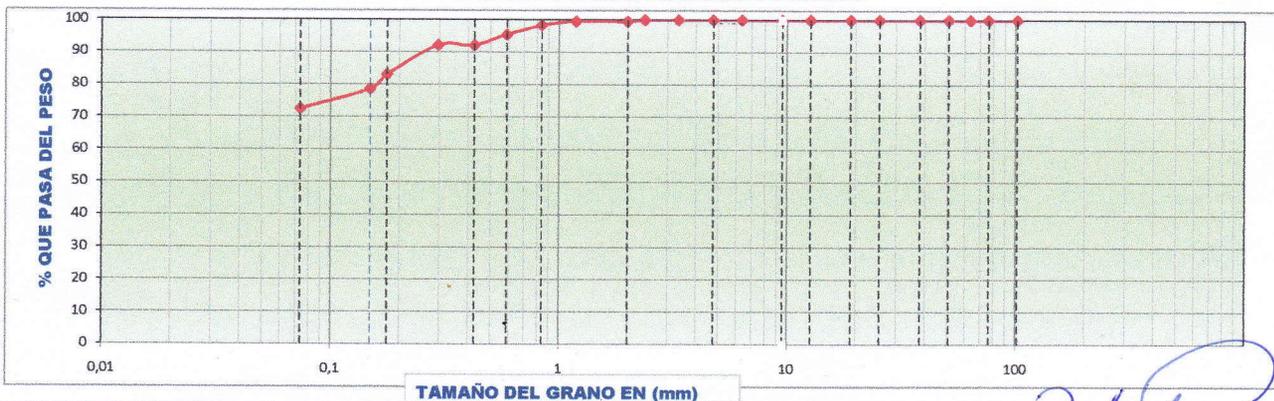
RUC. 10266305856

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| <b>TESIS</b>     | : EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015. |  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : CASERÍO SAN JOSE LAS MADRES, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA   |  |
| <b>CANTERA</b>   | : ÑONTOL BARRANTES CESAR   | COORDENADAS UTM: E. 778514.09 N.9211508,32 |
| <b>TESISTA</b>   | : BACH. CHALAN HUAMAN WILDER   |  |
| <b>FECHA</b>     | : NOVIEMBRE DEL 2015   | MUESTRA LOTE - A                           |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 |                    |                  |                  |          |                  | CONTENIDO DE HUMEDAD         |       |                |
|------------------------|---|--------------------|------------------|------------------|----------|------------------|------------------------------|-------|----------------|
|                        | ABERTURA (mm)                                   | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICACIONES |                              |       |                |
| 4"                     | 101,6   |                    |                  |                  |          |                  | Numero de la Tara            | S/N   |                |
| 3"                     | 76,200  |                    |                  |                  |          |                  | Peso de la Tara              | 25,0  |                |
| 2 1/2"                 | 63,500  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Humedo          | 422,9 |                |
| 2"                     | 50,800  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Seco            | 350,6 |                |
| 1 1/2"                 | 38,100  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del agua                | 72,3  |                |
| 1"                     | 25,400  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del suelo neto          | 325,6 |                |
| 3/4"                   | 19,050  |                    |                  |                  |          |                  | % de Humedad                 | 22,21 |                |
| 1/2"                   | 12,700  |                    |                  |                  |          |                  | <b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> |       |                |
| 3/8"                   | 9,525   |                    |                  |                  | 100,0    |                  | - LÍMITE LÍQUIDO (%)         | :     | 45             |
| 1/4"                   | 6,350   |                    |                  |                  |          |                  | - LÍMITE PLÁSTICO (%)        | :     | 25             |
| N° 4                   | 4,760   |                    |                  |                  | 100,0    |                  | - ÍNDICE PLASTICIDAD (%)     | :     | 21             |
| N° 6                   | 3,360   |                    |                  |                  |          |                  | - CLASIFICACIÓN SUCS         | :     | CL             |
| N° 8                   | 2,380   |                    |                  |                  |          |                  | - CLASIFICACIÓN AASHTO       | :     | A-7-6 ( 15 )   |
| N° 10                  | 2,000   | 7,9                | 0,4              | 0,4              | 99,6     |                  | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>   |       |                |
| N° 16                  | 1,190   |                    |                  |                  |          |                  | - PESO TOTAL (gr)            | :     | 1800,0 100,0 % |
| N° 20                  | 0,840   | 21,8               | 1,2              | 1,7              | 98,4     |                  | - PESO GRAVA (gr)            | :     | 0,0 0,0 %      |
| N° 30                  | 0,590   | 52,6               | 2,9              | 4,6              | 95,4     |                  | - PESO ARENA (gr)            | :     | 1800,0 100,0 % |
| N° 40                  | 0,426   | 59,2               | 3,3              | 7,9              | 92,1     |                  | - PESO FRACCIÓN (gr)         | :     |                |
| N° 50                  | 0,297   |                    |                  |                  |          |                  |                              |       |                |
| N° 80                  | 0,177   | 162,8              | 9,0              | 16,9             | 83,1     |                  |                              |       |                |
| N° 100                 | 0,149   | 80,3               | 4,5              | 21,4             | 78,6     |                  |                              |       |                |
| N° 200                 | 0,074   | 108,7              | 6,0              | 27,4             | 72,6     |                  |                              |       |                |
| -200                   |   | 1.306,7            | 72,6             |                  |          |                  |                              |       |                |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

*Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
**Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA ASTM D 4318)

|                  |  |  |
|------------------|--|--|
| <b>TESIS</b>     | : EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015. |  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : CASERÍO SAN JOSE LAS MADRES, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA   |  |
| <b>CANTERA</b>   | : ÑONTOL BARRANTES CESAR   | COORDENADAS UTM: E. 778514.09 N.9211508,32 |
| <b>TESISTA</b>   | : BACH. CHALAN HUAMAN WILDER   |  |
| <b>FECHA</b>     | : NOVIEMBRE DEL 2015   | MUESTRA: LOTE - A                          |

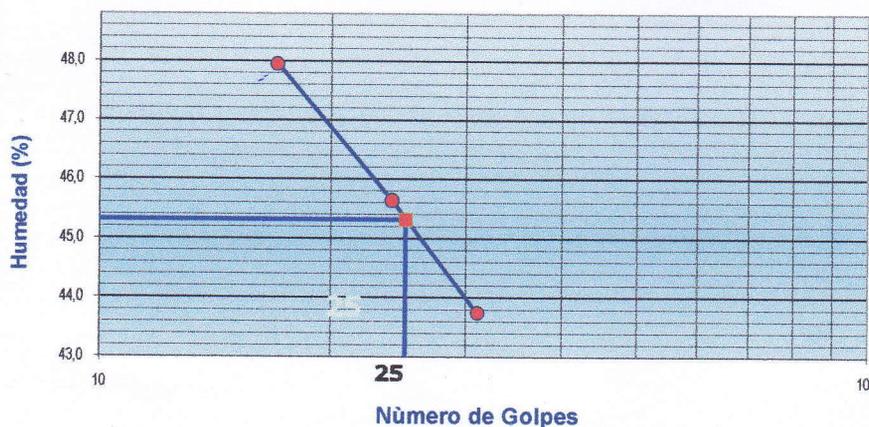
### LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

| TARA N°             | A            | B            | C            |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>N° DE GOLPES</b> | <b>31</b>    | <b>24</b>    | <b>17</b>    |
| TARA+SUELO HUMEDO   | 31,92        | 31,98        | 33,68        |
| TARA+SUELO SECO     | 27,19        | 27,11        | 28,16        |
| PESO DEL AGUA       | 4,73         | 4,87         | 5,52         |
| PESO DE LA TARA     | 16,38        | 16,44        | 16,65        |
| PESO DEL SUELO SECO | 10,81        | 10,67        | 11,51        |
| <b>HUMEDAD (%)</b>  | <b>43,76</b> | <b>45,64</b> | <b>47,96</b> |

### LIMITE PLASTICO ASTM D-424

|                             | I            | II           |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| TARA+SUELO HUMEDO           | 23,20        | 21,00        |
| TARA+SUELO SECO             | 22,13        | 19,78        |
| PESO DEL AGUA               | 1,07         | 1,22         |
| PESO DE LA TARA             | 17,81        | 14,82        |
| PESO DEL SUELO SECO         | 4,32         | 4,96         |
| <b>HUMEDAD (%)</b>          | <b>24,77</b> | <b>24,60</b> |
| <b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b> | <b>24,68</b> |              |

Limite Liquido



### Limites de Consistencia

|                 |    |
|-----------------|----|
| Limite Liquido  | 45 |
| Limite Plastico | 25 |
| Indice Plastico | 21 |

### Observaciones

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

*Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
**Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

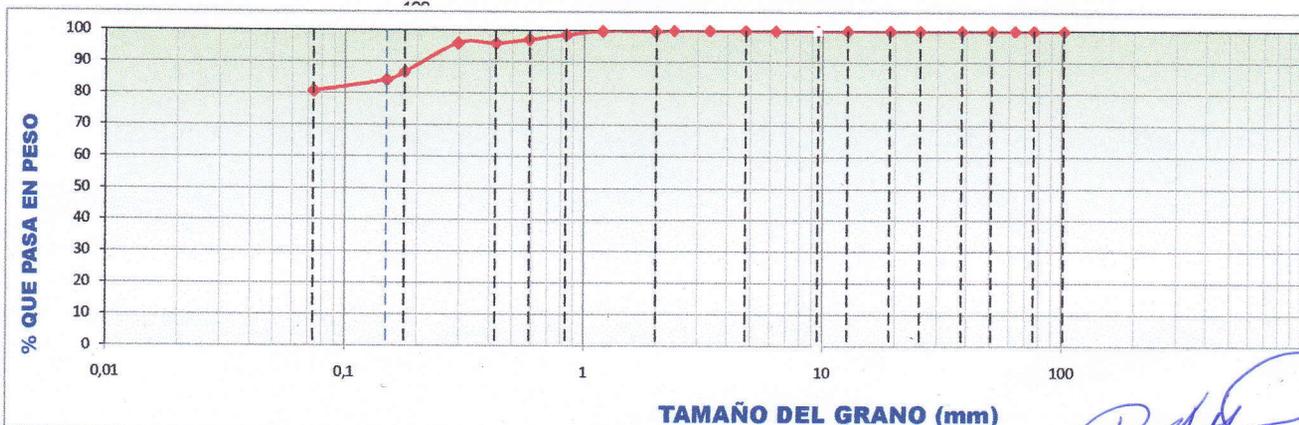
RUC. 10266305856

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| <b>TESIS</b>     | <b>: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015.</b> |   |
| <b>UBICACIÓN</b> | <b>: CASERÍO CHUPICALOMA, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA</b>   |   |
| <b>CANTERA</b>   | <b>: CALDERÓN MOSQUEIRA LUIS</b>  | <b>COORDENADAS UTM: E. 781169.86 N.9214350,31</b> |
| <b>TESISTA</b>   | <b>: BACH. CHALAN HUAMAN WILDER</b>   |   |
| <b>FECHA</b>     | <b>: NOVIEMBRE DEL 2015</b>   | <b>MUESTRA LOTE - B</b>                           |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 |                    |                  |                  |          |                  | CONTENIDO DE HUMEDAD   |       |  |
|------------------------|---|--------------------|------------------|------------------|----------|------------------|--|-------|--|
|                        | ABERTURA (mm)                                   | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICACIONES |  |       |  |
| 4"                     | 101,6   |                    |                  |                  |          |                  | Numero de la Tara  | S/N   |  |
| 3"                     | 76,200  |                    |                  |                  |          |                  | Peso de la Tara  | 13,9  |  |
| 2 1/2"                 | 63,500  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Humedo  | 481,4 |  |
| 2"                     | 50,800  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Seco  | 403,4 |  |
| 1 1/2"                 | 38,100  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del agua  | 78,0  |  |
| 1"                     | 25,400  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del suelo neto  | 389,5 |  |
| 3/4"                   | 19,050  |                    |                  |                  |          |                  | % de Humedad   | 20,03 |  |
| 1/2"                   | 12,700  |                    |                  |                  |          |                  | <b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b><br>- LÍMITE LÍQUIDO (%) : 39<br>- LÍMITE PLÁSTICO (%) : 21<br>- ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : 18<br>- CLASIFICACIÓN SUCS : CL<br>- CLASIFICACIÓN AASHTO : A-6 ( 14 ) |       |  |
| 3/8"                   | 9,525   |                    |                  |                  | 100,0    |                  |  |       |  |
| 1/4"                   | 6,350   |                    |                  |                  | 100,0    |                  |  |       |  |
| N° 4                   | 4,760   |                    |                  |                  | 100,0    |                  |  |       |  |
| N° 6                   | 3,360   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 8                   | 2,380   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 10                  | 2,000   | 4,2                | 0,2              | 0,2              | 99,8     |                  |  |       |  |
| N° 16                  | 1,190   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 20                  | 0,840   | 20,9               | 1,2              | 1,4              | 98,6     |                  |  |       |  |
| N° 30                  | 0,590   | 25,6               | 1,5              | 2,9              | 97,1     |                  |  |       |  |
| N° 40                  | 0,426   | 19,9               | 1,2              | 4,1              | 95,9     |                  |  |       |  |
| N° 50                  | 0,297   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 80                  | 0,177   | 156,8              | 9,2              | 13,3             | 86,7     |                  |  |       |  |
| N° 100                 | 0,149   | 42,0               | 2,5              | 15,8             | 84,2     |                  |  |       |  |
| N° 200                 | 0,074   | 60,3               | 3,5              | 19,3             | 80,7     |                  |  |       |  |
| -200                   |   | 1.370,3            | 80,6             |                  |          |                  |  |       |  |
|                        |   |                    |                  |                  |          |                  | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b><br>- PESO TOTAL (gr) : 1700,0 100,0 %<br>- PESO GRAVA (gr) : 0,0 0,0 %<br>- PESO ARENA (gr) : 1700,0 100,0 %<br>- PESO FRACCION (gr) :                            |       |  |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA ASTM D 4318)

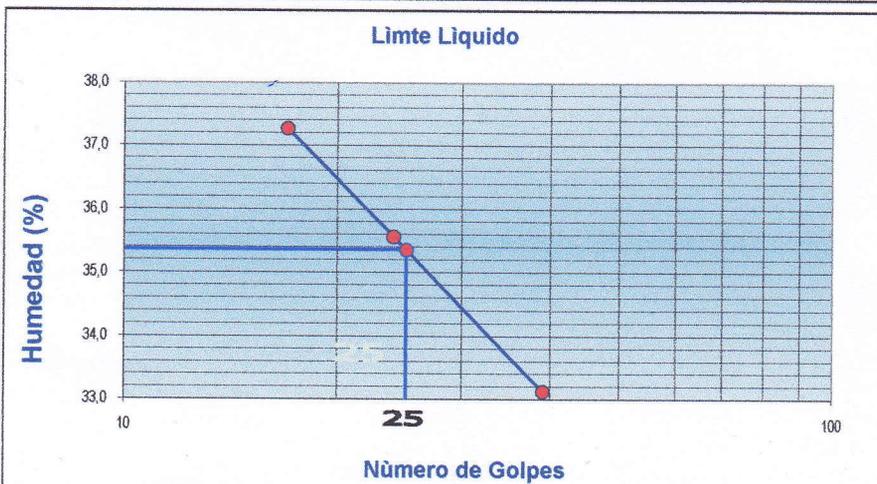
|                  |  |   |  |
|------------------|--|---|--|
| <b>TESIS</b>     | : EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015. |   |  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : CASERÍO CHUPICALOMA, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA   |   |  |
| <b>CANTERA</b>   | : CALDERÓN MOSQUEIRA LUIS  | <b>COORDENADAS UTM:</b> E. 781169.86 N.9214350,31 |  |
| <b>TESISTA</b>   | : BACH. CHALAN HUAMAN WILDER   |   |  |
| <b>FECHA</b>     | : NOVIEMBRE DEL 2015   | <b>MUESTRA:</b> LOTE - B                          |  |

### LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

| TARA N°             | D            | E            | F            |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| N° DE GOLPES        | 17           | 27           | 39           |
| TARA+SUELO HUMEDO   | 45,50        | 48,91        | 50,47        |
| TARA+SUELO SECO     | 36,84        | 40,05        | 41,29        |
| PESO DEL AGUA       | 8,66         | 8,86         | 9,18         |
| PESO DE LA TARA     | 15,24        | 16,87        | 16,27        |
| PESO DEL SUELO SECO | 21,60        | 23,18        | 25,02        |
| <b>HUMEDAD (%)</b>  | <b>40,09</b> | <b>38,22</b> | <b>36,69</b> |

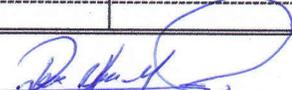
### LIMITE PLASTICO ASTM D-424

| TARA N°                     | IV           | V            |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| TARA+SUELO HUMEDO           | 26,50        | 27,46        |
| TARA+SUELO SECO             | 25,37        | 26,32        |
| PESO DEL AGUA               | 1,13         | 1,14         |
| PESO DE LA TARA             | 19,91        | 20,81        |
| PESO DEL SUELO SECO         | 5,46         | 5,51         |
| <b>HUMEDAD (%)</b>          | <b>20,70</b> | <b>20,69</b> |
| <b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b> | <b>20,69</b> |              |



| Limites de Consistencia |    |
|-------------------------|----|
| Limite Liquido          | 39 |
| Limite Plastico         | 21 |
| Indice Plastico         | 18 |

| Observaciones |  |
|---------------|--|
|               |  |
|               |  |
|               |  |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

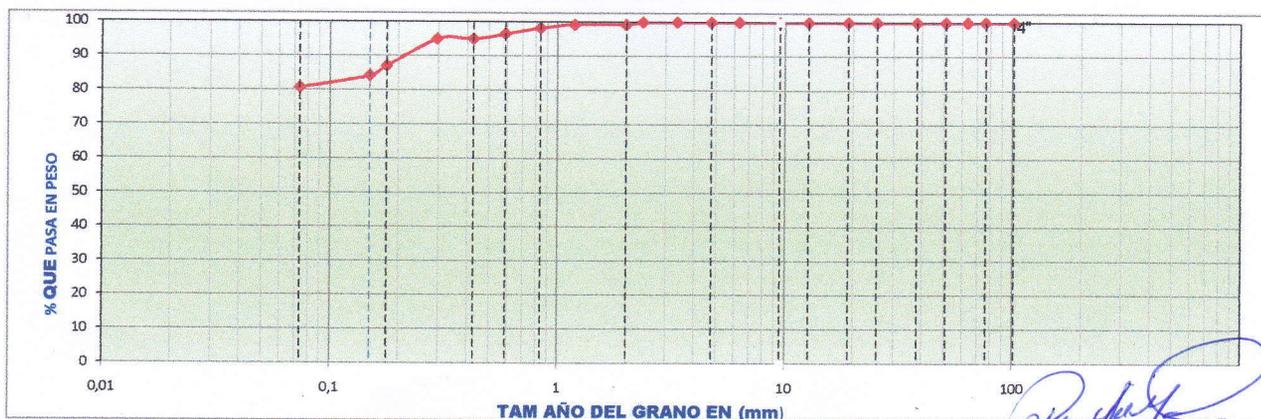
RUC. 10266305856

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

|                  |   |   |  |
|------------------|---|---|--|
| <b>TESIS</b>     | <b>: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015.</b> |   |  |
| <b>UBICACIÓN</b> | <b>: CASERÍO RUMIPAMPA ALTA, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA</b>  |   |  |
| <b>CANTERA</b>   | <b>: SILVA PEREGRINO ELIAS</b>  | <b>COORDENADAS UTM: E. 780450.45 N.9215346.31</b> |  |
| <b>TESISTA</b>   | <b>: BACH. CHALAN HUAMAN WILDER</b>   |   |  |
| <b>FECHA</b>     | <b>: NOVIEMBRE DEL 2015</b>   | <b>MUESTRA LOTE - C</b>                           |  |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 |                    |                  |                  |          |                  | CONTENIDO DE HUMEDAD         |       |                |
|------------------------|---|--------------------|------------------|------------------|----------|------------------|------------------------------|-------|----------------|
|                        | ABERTURA (mm)                                   | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICACIONES |                              |       |                |
| 4"                     | 101,6   |                    |                  |                  |          |                  | Numero de la Tara            | B     |                |
| 3"                     | 76,200  |                    |                  |                  |          |                  | Peso de la Tara              | 33,1  |                |
| 2 1/2"                 | 63,500  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Humedo          | 395,6 |                |
| 2"                     | 50,800  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Seco            | 341,2 |                |
| 1 1/2"                 | 38,100  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del agua                | 54,4  |                |
| 1"                     | 25,400  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del suelo neto          | 308,1 |                |
| 3/4"                   | 19,050  |                    |                  |                  |          |                  | % de Humedad                 | 17,66 |                |
| 1/2"                   | 12,700  |                    |                  |                  |          |                  | <b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> |       |                |
| 3/8"                   | 9,525   |                    |                  |                  |          |                  | - LÍMITE LÍQUIDO (%)         | :     | 32             |
| 1/4"                   | 6,350   |                    |                  |                  |          |                  | - LÍMITE PLÁSTICO (%)        | :     | 17             |
| N° 4                   | 4,760   |                    |                  |                  | 100,0    |                  | - ÍNDICE PLASTICIDAD (%)     | :     | 16             |
| N° 6                   | 3,360   |                    |                  |                  |          |                  | - CLASIFICACIÓN SUCS         | :     | CL             |
| N° 8                   | 2,380   |                    |                  |                  |          |                  | - CLASIFICACIÓN AASHTO       | :     | A-6 ( 11 )     |
| N° 10                  | 2,000   | 11,6               | 0,6              | 0,6              | 99,4     |                  | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>   |       |                |
| N° 16                  | 1,190   |                    |                  |                  |          |                  | - PESO TOTAL (gr)            | :     | 1800,0 100,0 % |
| N° 20                  | 0,840   | 20,5               | 1,1              | 1,7              | 98,3     |                  | - PESO GRAVA (gr)            | :     | 0,0 0,0 %      |
| N° 30                  | 0,590   | 30,6               | 1,7              | 3,4              | 96,6     |                  | - PESO ARENA (gr)            | :     | 1800,0 100,0 % |
| N° 40                  | 0,426   | 28,0               | 1,6              | 5,0              | 95,0     |                  | - PESO FRACCIÓN (gr)         | :     |                |
| N° 50                  | 0,297   |                    |                  |                  |          |                  |                              |       |                |
| N° 80                  | 0,177   | 144,2              | 8,0              | 13,0             | 87,0     |                  |                              |       |                |
| N° 100                 | 0,149   | 50,3               | 2,8              | 15,8             | 84,2     |                  |                              |       |                |
| N° 200                 | 0,074   | 60,8               | 3,4              | 19,2             | 80,8     |                  |                              |       |                |
| -200                   |   | 1.454,0            | 80,8             |                  |          |                  |                              |       |                |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

*Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA ASTM D 4318)

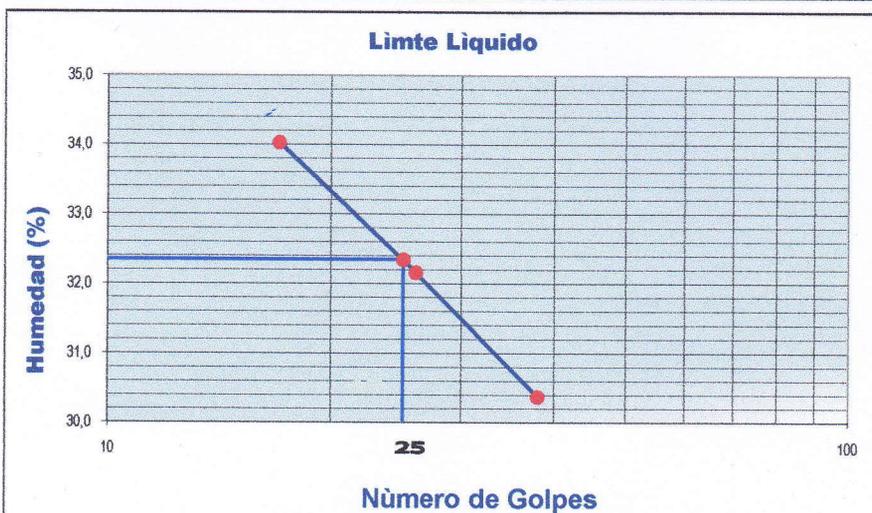
|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| <b>TESIS</b>     | <b>: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015.</b> |   |
| <b>UBICACIÓN</b> | <b>: CASERÍO RUMIPAMPA ALTA, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA</b>  |   |
| <b>CANTERA</b>   | <b>: SILVA PEREGRINO ELIAS</b>  | <b>COORDENADAS UTM: E. 780450.45 N.9215346.31</b> |
| <b>TESISTA</b>   | <b>: BACH. CHALAN HUAMAN WILDER</b>   |   |
| <b>FECHA</b>     | <b>: NOVIEMBRE DEL 2015</b>   | <b>MUESTRA: LOTE - C</b>                          |

### LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

| TARA N°             | G            | H            | I            |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| N° DE GOLPES        | 17           | 26           | 38           |
| TARA+SUELO HUMEDO   | 57,30        | 54,88        | 59,19        |
| TARA+SUELO SECO     | 48,39        | 45,79        | 50,34        |
| PESO DEL AGUA       | 8,91         | 9,09         | 8,85         |
| PESO DE LA TARA     | 22,21        | 17,53        | 21,21        |
| PESO DEL SUELO SECO | 26,18        | 28,26        | 29,13        |
| <b>HUMEDAD (%)</b>  | <b>34,03</b> | <b>32,17</b> | <b>30,38</b> |

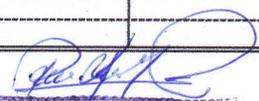
### LIMITE PLASTICO ASTM D-424

| TARA N°                     | VI           | VII          |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| TARA+SUELO HUMEDO           | 22,25        | 22,82        |
| TARA+SUELO SECO             | 21,23        | 21,61        |
| PESO DEL AGUA               | 1,02         | 1,21         |
| PESO DE LA TARA             | 15,10        | 14,35        |
| PESO DEL SUELO SECO         | 6,13         | 7,26         |
| <b>HUMEDAD (%)</b>          | <b>16,64</b> | <b>16,67</b> |
| <b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b> | <b>16,65</b> |              |



| Limites de Consistencia |    |
|-------------------------|----|
| Limite Liquido          | 32 |
| Limite Plastico         | 17 |
| Indice Plastico         | 16 |

| Observaciones |  |
|---------------|--|
|               |  |
|               |  |
|               |  |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

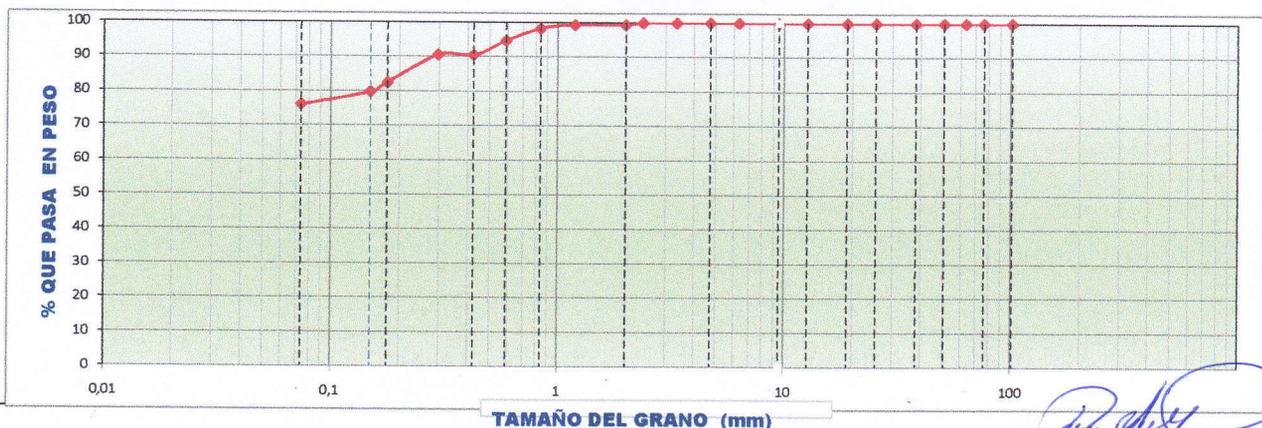
RUC. 10266305856

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| <b>TESIS</b>     | <b>: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015.</b> |   |
| <b>UBICACIÓN</b> | <b>: CASERÍO MANZANAMAYO, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA</b>   |   |
| <b>CANTERA</b>   | <b>: CHUQUIRUNA MENDOZA<br/>CANDELARIO</b>  | <b>COORDENADAS UTM: E. 779103.55 N.9214041.66</b> |
| <b>TESISTA</b>   | <b>: BACH. CHALAN HUAMAN WILDER</b>   |   |
| <b>FECHA</b>     | <b>: NOVIEMBRE DEL 2015</b>   | <b>MUESTRA LOTE - D</b>                           |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 |                    |                  |                  |          |                  | CONTENIDO DE HUMEDAD         |       |                   |
|------------------------|---|--------------------|------------------|------------------|----------|------------------|------------------------------|-------|-------------------|
|                        | ABERTURA (mm)                                   | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICACIONES |                              |       |                   |
| 4"                     | 101,6   |                    |                  |                  |          |                  | Numero de la Tara            | S/N   |                   |
| 3"                     | 76,200  |                    |                  |                  |          |                  | Peso de la Tara              | 8,8   |                   |
| 2 1/2"                 | 63,500  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Humedo          | 433,6 |                   |
| 2"                     | 50,800  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Seco            | 357,4 |                   |
| 1 1/2"                 | 38,100  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del agua                | 76,2  |                   |
| 1"                     | 25,400  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del suelo neto          | 348,6 |                   |
| 3/4"                   | 19,050  |                    |                  |                  |          |                  | % de Humedad                 | 21,86 |                   |
| 1/2"                   | 12,700  |                    |                  |                  |          |                  | <b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b> |       |                   |
| 3/8"                   | 9,525   |                    |                  |                  | 100,0    |                  | - LÍMITE LÍQUIDO (%)         | :     | 41                |
| 1/4"                   | 6,350   |                    |                  |                  |          |                  | - LÍMITE PLÁSTICO (%)        | :     | 22                |
| N° 4                   | 4,760   | -                  | -                | -                | 100,0    |                  | - ÍNDICE PLASTICIDAD (%)     | :     | 19                |
| N° 6                   | 3,360   |                    |                  |                  |          |                  | - CLASIFICACIÓN SUCS         | :     | CL                |
| N° 8                   | 2,380   |                    |                  |                  |          |                  | - CLASIFICACIÓN AASHTO       | :     | A-7-6 ( 14 )      |
| N° 10                  | 2,000   | 9,8                | 0,6              | 0,6              | 99,4     |                  | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b>   |       |                   |
| N° 16                  | 1,190   |                    |                  |                  |          |                  | - PESO TOTAL (gr)            | :     | 1740,0    100,0 % |
| N° 20                  | 0,840   | 19,7               | 1,1              | 1,7              | 98,3     |                  | - PESO GRAVA (gr)            | :     | 0,0    0,0 %      |
| N° 30                  | 0,590   | 61,5               | 3,5              | 5,2              | 94,8     |                  | - PESO ARENA (gr)            | :     | 1740,0    100,0 % |
| N° 40                  | 0,426   | 74,1               | 4,3              | 9,5              | 90,5     |                  | - PESO FRACCIÓN (gr)         | :     |                   |
| N° 50                  | 0,297   |                    |                  |                  |          |                  |                              |       |                   |
| N° 80                  | 0,177   | 140,0              | 8,0              | 17,5             | 82,5     |                  |                              |       |                   |
| N° 100                 | 0,149   | 47,5               | 2,7              | 20,2             | 79,8     |                  |                              |       |                   |
| N° 200                 | 0,074   | 65,0               | 3,7              | 23,9             | 76,1     |                  |                              |       |                   |
| -200                   |   | 1.322,4            | 76,0             |                  |          |                  |                              |       |                   |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO

*Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOP

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA ASTM D 4318)

|                  |  |  |  |
|------------------|--|--|--|
| <b>TESIS</b>     | : EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015. |  |  |
| <b>UBICACIÓN</b> | : CASERÍO MANZANAMAYO, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA   |  |  |
| <b>CANTERA</b>   | : CHUQUIRUNA MENDOZA<br>CANDELARIO   | COORDENADAS UTM: E. 779103.55 N.9214041.66 |  |
| <b>TESISTA</b>   | : BACH. CHALAN HUAMAN WILDER   |  |  |
| <b>FECHA</b>     | : NOVIEMBRE DEL 2015   | MUESTRA: LOTE - D                          |  |

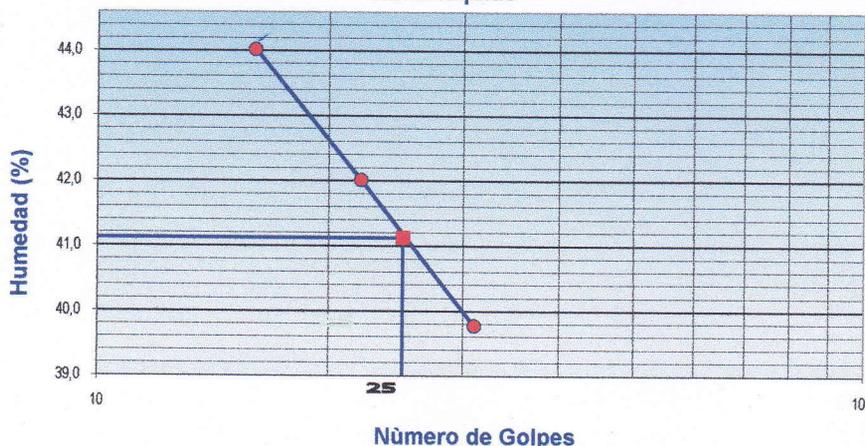
### LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

| TARA N°             | A1           | A2           | A3           |
|---------------------|--------------|--------------|--------------|
| <b>N° DE GOLPES</b> | <b>31</b>    | <b>22</b>    | <b>16</b>    |
| TARA+SUELO HUMEDO   | 32,88        | 35,52        | 39,49        |
| TARA+SUELO SECO     | 28,13        | 30,28        | 33,48        |
| PESO DEL AGUA       | 4,75         | 5,24         | 6,01         |
| PESO DE LA TARA     | 16,19        | 17,81        | 19,83        |
| PESO DEL SUELO SECO | 11,94        | 12,47        | 13,65        |
| <b>HUMEDAD (%)</b>  | <b>39,78</b> | <b>42,02</b> | <b>44,03</b> |

### LIMITE PLASTICO ASTM D-424

|                             | VIII         | IX           |
|-----------------------------|--------------|--------------|
| TARA+SUELO HUMEDO           | 20,56        | 23,58        |
| TARA+SUELO SECO             | 19,43        | 22,46        |
| PESO DEL AGUA               | 1,13         | 1,12         |
| PESO DE LA TARA             | 14,36        | 17,48        |
| PESO DEL SUELO SECO         | 5,07         | 4,98         |
| <b>HUMEDAD (%)</b>          | <b>22,29</b> | <b>22,49</b> |
| <b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b> | <b>22,39</b> |              |

Limite Liquido



### Limites de Consistencia

|                 |    |
|-----------------|----|
| Limite Liquido  | 41 |
| Limite Plastico | 22 |
| Indice Plastico | 19 |

### Observaciones

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |

*Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz*  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECÓPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

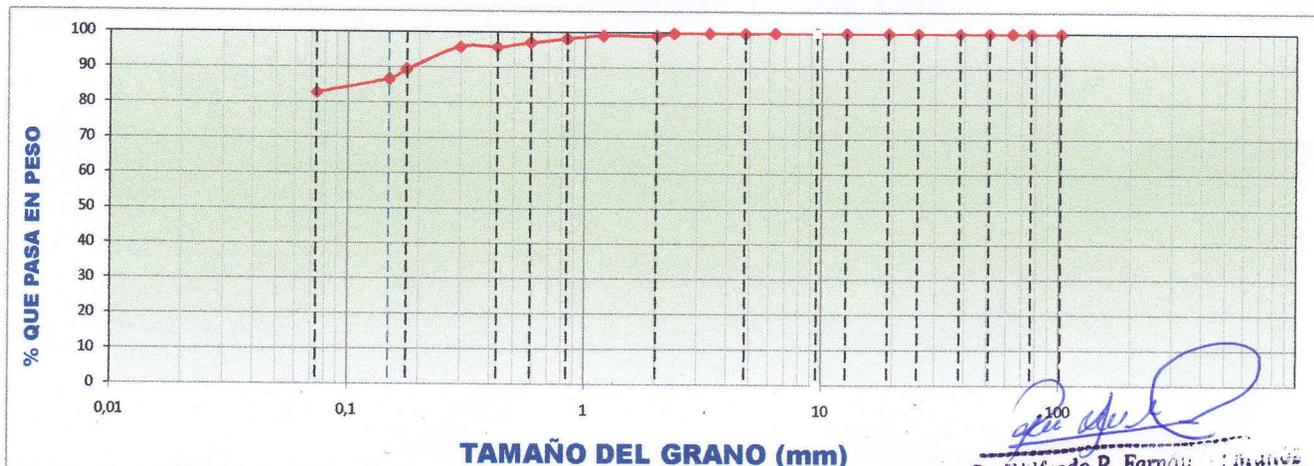
RUC. 10266305856

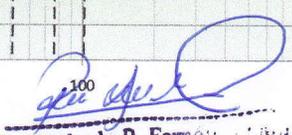
## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D 422)

|                  |   |   |
|------------------|---|---|
| <b>TESIS</b>     | <b>: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015.</b> |   |
| <b>UBICACIÓN</b> | <b>: CASERÍO CASHALOMA, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA</b>   |   |
| <b>CANTERA</b>   | <b>: HUAMÁN HUARIPATA CESAR</b>   | <b>COORDENADAS UTM: E. 780200.20 N.9212901.29</b> |
| <b>TESISTA</b>   | <b>: BACH. CHALAN HUAMAN WILDER</b>   |   |
| <b>FECHA</b>     | <b>: NOVIEMBRE DEL 2015</b>   | <b>MUESTRA LOTE - E</b>                           |

| MALLAS SERIE AMERICANA | ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM 422 |                    |                  |                  |          |                  | CONTENIDO DE HUMEDAD   |       |  |
|------------------------|---|--------------------|------------------|------------------|----------|------------------|--|-------|--|
|                        | ABERTURA (mm)                                   | PESO RETENIDO (gr) | RET. PARCIAL (%) | RET. ACUMUL. (%) | PASA (%) | ESPECIFICACIONES |  |       |  |
| 4"                     | 101,6   |                    |                  |                  |          |                  | Numero de la Tara  | S/N   |  |
| 3"                     | 76,200  |                    |                  |                  |          |                  | Peso de la Tara  | 10,9  |  |
| 2 1/2"                 | 63,500  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Humedo  | 289,9 |  |
| 2"                     | 50,800  |                    |                  |                  |          |                  | Tara + Suelo Seco  | 241,0 |  |
| 1 1/2"                 | 38,100  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del agua  | 48,9  |  |
| 1"                     | 25,400  |                    |                  |                  |          |                  | Peso del suelo neto  | 230,1 |  |
| 3/4"                   | 19,050  |                    |                  |                  |          |                  | % de Humedad   | 21,25 |  |
| 1/2"                   | 12,700  |                    |                  |                  |          |                  | <b>RESULTADOS DE ENSAYOS</b><br>- LÍMITE LÍQUIDO (%) : 43<br>- LÍMITE PLÁSTICO (%) : 23<br>- ÍNDICE PLASTICIDAD (%) : 20<br>- CLASIFICACIÓN SUCS : CL<br>- CLASIFICACIÓN AASHTO : A-7-6 ( 16 ) |       |  |
| 3/8"                   | 9,525   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| 1/4"                   | 6,350   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 4                   | 4,760   |                    |                  |                  | 100,0    |                  |  |       |  |
| N° 6                   | 3,360   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 8                   | 2,380   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 10                  | 2,000   | 3,9                | 0,2              | 0,2              | 99,8     |                  |  |       |  |
| N° 16                  | 1,190   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 20                  | 0,840   | 15,4               | 0,8              | 1,0              | 99,0     |                  |  |       |  |
| N° 30                  | 0,590   | 28,4               | 1,5              | 2,5              | 97,5     |                  |  |       |  |
| N° 40                  | 0,426   | 31,2               | 1,7              | 4,2              | 95,8     |                  |  |       |  |
| N° 50                  | 0,297   |                    |                  |                  |          |                  |  |       |  |
| N° 80                  | 0,177   | 160,9              | 8,7              | 12,9             | 87,1     |                  |  |       |  |
| N° 100                 | 0,149   | 67,8               | 3,7              | 16,6             | 83,4     |                  |  |       |  |
| N° 200                 | 0,074   | 98,1               | 5,3              | 21,9             | 78,1     |                  |  |       |  |
| -200                   |   | 1.444,3            | 78,1             |                  |          |                  |  |       |  |
|                        |   |                    |                  |                  |          |                  | <b>DATOS DE LA MUESTRA</b><br>- PESO TOTAL (gr) : 1850,0 100,0 %<br>- PESO GRAVA (gr) : 0,0 0,0 %<br>- PESO ARENA (gr) : 1850,0 100,0 %<br>- PESO FRACCIÓN (gr) :                              |       |  |

### CURVA GRANULOMÉTRICA



  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682

NOTA: LAS MUESTRAS FUERON ALCANZADAS POR EL INTERESADO



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

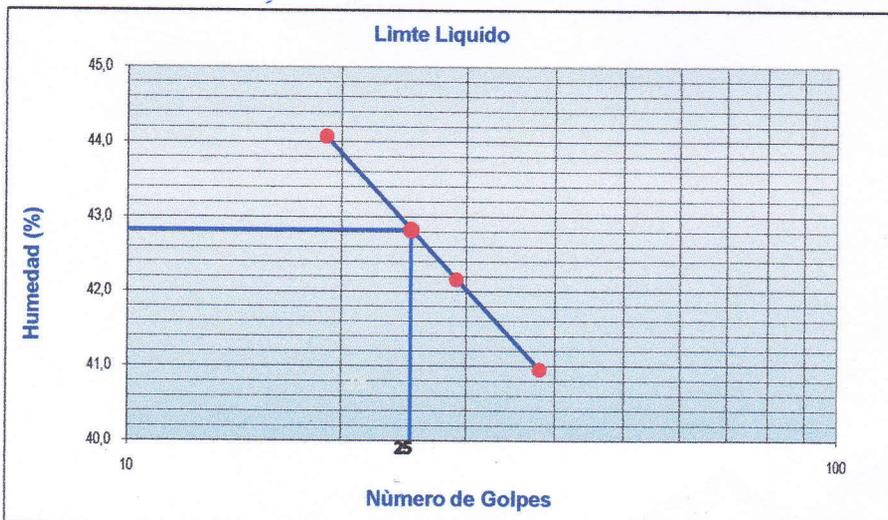
## LIMITES DE CONSISTENCIA (NORMA ASTM D 4318)

|                  |   |   |  |
|------------------|---|---|--|
| <b>TESIS</b>     | <b>: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POBLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA, AÑO 2015.</b> |   |  |
| <b>UBICACIÓN</b> | <b>: CASERÍO CASHALOMA, C.P. OTUZCO, DIST. BAÑOS DEL INCA, PROV. CAJAMARCA, DPTO. CAJAMARCA</b>   |   |  |
| <b>CANTERA</b>   | <b>: HUAMÁN HUARIPATA CESAR</b>   | <b>COORDENADAS UTM: E. 781169.86 N.9212901.29</b> |  |
| <b>TESISTA</b>   | <b>: BACH. CHALAN HUAMAN WILDER</b>   |   |  |
| <b>FECHA</b>     | <b>: NOVIEMBRE DEL 2015</b>   | <b>MUESTRA: LOTE - E</b>                          |  |

| LIMITE LIQUIDO ASTM D-423 |              |              |              |  |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--|
| TARA N°                   | B1           | B2           | B3           |  |
| N° DE GOLPES              | 19           | 29           | 38           |  |
| TARA+SUELO HUMEDO         | 42,70        | 42,44        | 46,71        |  |
| TARA+SUELO SECO           | 34,67        | 34,17        | 37,83        |  |
| PESO DEL AGUA             | 8,03         | 8,27         | 8,88         |  |
| PESO DE LA TARA           | 16,45        | 14,56        | 16,15        |  |
| PESO DEL SUELO SECO       | 18,22        | 19,61        | 21,68        |  |
| <b>HUMEDAD (%)</b>        | <b>44,07</b> | <b>42,17</b> | <b>40,96</b> |  |

| LIMITE PLASTICO ASTM D-424  |              |              |  |  |
|-----------------------------|--------------|--------------|--|--|
| TARA N°                     | X            | XI           |  |  |
| TARA+SUELO HUMEDO           | 25,85        | 23,72        |  |  |
| TARA+SUELO SECO             | 24,26        | 22,00        |  |  |
| PESO DEL AGUA               | 1,59         | 1,72         |  |  |
| PESO DE LA TARA             | 17,45        | 14,59        |  |  |
| PESO DEL SUELO SECO         | 6,81         | 7,41         |  |  |
| <b>HUMEDAD (%)</b>          | <b>23,35</b> | <b>23,21</b> |  |  |
| <b>HUMEDAD PROMEDIO (%)</b> | <b>23,28</b> |              |  |  |



| Limites de Consistencia |    |
|-------------------------|----|
| Limite Liquido          | 43 |
| Limite Plastico         | 23 |
| Indice Plastico         | 20 |

| Observaciones |  |
|---------------|--|
|               |  |
|               |  |
|               |  |

Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADE DE OTUZZO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA ÑONTOL BARRANTES CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote A |                |        |        |        |                   |                |        |        |        |                   |               |       |       |       |                   |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|---------------|-------|-------|-------|-------------------|
| Ladrillo                      | Largo (mm)     |        |        |        |                   | Ancho (mm)     |        |        |        |                   | Altura (mm)   |       |       |       |                   |
|                               | L1             | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1             | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1            | H2    | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |
| LA-1                          | 228,61         | 225,35 | 227,84 | 226,49 | 227,07            | 133,50         | 131,45 | 132,46 | 134,25 | 132,92            | 86,80         | 85,20 | 84,30 | 85,50 | 85,45             |
| LA-2                          | 226,80         | 226,34 | 226,73 | 225,93 | 226,45            | 132,20         | 130,33 | 131,35 | 133,00 | 131,72            | 84,84         | 85,20 | 83,48 | 83,96 | 84,37             |
| LA-3                          | 227,00         | 229,48 | 229,29 | 228,27 | 228,51            | 136,28         | 133,43 | 133,22 | 132,52 | 133,86            | 85,25         | 85,52 | 84,29 | 85,78 | 85,21             |
| LA-4                          | 227,45         | 227,82 | 227,36 | 230,00 | 228,16            | 134,52         | 134,17 | 133,31 | 134,28 | 134,04            | 86,46         | 87,47 | 85,39 | 85,28 | 86,15             |
| LA-5                          | 223,52         | 221,32 | 222,22 | 223,38 | 222,61            | 131,78         | 130,31 | 130,46 | 131,81 | 131,09            | 83,52         | 87,32 | 86,48 | 83,38 | 85,18             |
| LA-6                          | 219,29         | 221,90 | 219,92 | 221,16 | 220,57            | 128,22         | 129,96 | 128,50 | 130,29 | 129,24            | 84,28         | 85,45 | 86,39 | 85,82 | 85,49             |
| LA-7                          | 228,45         | 225,85 | 228,36 | 227,58 | 227,29            | 133,39         | 131,13 | 134,19 | 130,28 | 132,62            | 85,39         | 84,52 | 85,49 | 86,15 | 85,39             |
| LA-8                          | 221,22         | 219,28 | 219,50 | 218,67 | 219,67            | 130,16         | 128,52 | 130,13 | 128,53 | 129,34            | 86,19         | 84,58 | 83,39 | 88,82 | 85,75             |
| LA-9                          | 223,28         | 222,59 | 221,52 | 222,82 | 222,55            | 128,27         | 129,25 | 129,28 | 132,15 | 129,74            | 85,28         | 84,29 | 84,85 | 86,25 | 85,17             |
| LA-10                         | 225,29         | 226,57 | 225,56 | 226,15 | 225,89            | 130,52         | 134,18 | 132,33 | 134,28 | 132,83            | 86,45         | 83,38 | 85,29 | 89,73 | 86,21             |
|                               | $\sigma$       |        |        |        | 3,24              | $\sigma$       |        |        |        | 1,81              | $\sigma$      |       |       |       | 0,5313315         |
|                               | Largo promedio |        |        |        | 224,88            | Ancho promedio |        |        |        | 131,74            | Alto promedio |       |       |       | 85,44             |

|                             | Largo   | Ancho  | Altura |
|-----------------------------|---------|--------|--------|
| Dimensión Promedio          | 224,877 | 131,74 | 85,435 |
| Dimensión Especificada      | 220     | 130    | 85     |
| Variación Dimensional (V %) | -2,22   | -1,34  | -0,51  |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZZO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CALDERON MOSQUEIRA LUIS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote B |                |        |        |        |                   |            |                |        |        |                   |             |             |               |       |                   |  |  |           |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|----------------|--------|--------|-------------------|-------------|-------------|---------------|-------|-------------------|--|--|-----------|
| Ladrillo                      | Largo (mm)     |        |        |        |                   | Ancho (mm) |                |        |        |                   | Altura (mm) |             |               |       |                   |  |  |           |
|                               | L1             | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2             | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1          | H2          | H3            | H4    | H <sub>prom</sub> |  |  |           |
| LB-1                          | 209,63         | 208,50 | 209,45 | 204,23 | 207,95            | 117,41     | 118,00         | 122,50 | 121,50 | 119,85            | 75,43       | 76,36       | 75,00         | 76,45 | 75,81             |  |  |           |
| LB-2                          | 209,34         | 216,13 | 210,87 | 212,79 | 212,28            | 118,66     | 120,17         | 114,56 | 118,23 | 117,91            | 76,34       | 73,92       | 73,28         | 74,87 | 74,60             |  |  |           |
| LB-3                          | 213,52         | 212,24 | 215,45 | 216,87 | 214,52            | 116,76     | 117,12         | 118,93 | 115,34 | 117,04            | 77,91       | 75,67       | 76,46         | 75,52 | 76,39             |  |  |           |
| LB-4                          | 213,56         | 204,52 | 210,56 | 211,68 | 210,08            | 114,87     | 115,93         | 117,76 | 118,23 | 116,70            | 76,26       | 77,85       | 76,92         | 77,37 | 77,10             |  |  |           |
| LB-5                          | 216,35         | 218,23 | 215,87 | 218,34 | 217,20            | 115,23     | 117,81         | 116,56 | 119,27 | 117,22            | 76,25       | 74,57       | 76,67         | 75,47 | 75,74             |  |  |           |
| LB-6                          | 214,45         | 219,26 | 218,32 | 219,00 | 217,76            | 116,75     | 115,91         | 118,38 | 117,89 | 117,23            | 74,48       | 76,82       | 77,38         | 77,39 | 76,52             |  |  |           |
| LB-7                          | 213,25         | 210,27 | 207,97 | 210,12 | 210,40            | 117,19     | 119,82         | 118,67 | 121,23 | 119,23            | 77,82       | 76,59       | 77,48         | 76,89 | 77,20             |  |  |           |
| LB-8                          | 216,75         | 214,58 | 215,43 | 212,67 | 214,86            | 114,15     | 115,72         | 116,28 | 119,34 | 116,37            | 77,35       | 75,48       | 77,98         | 78,29 | 77,28             |  |  |           |
| LB-9                          | 213,21         | 210,24 | 207,89 | 208,68 | 210,01            | 116,27     | 115,19         | 118,28 | 119,67 | 117,35            | 76,47       | 74,29       | 76,28         | 77,49 | 76,13             |  |  |           |
| LB-10                         | 214,24         | 207,67 | 211,23 | 212,20 | 211,34            | 118,29     | 120,14         | 118,83 | 119,23 | 119,12            | 77,92       | 78,53       | 75,87         | 77,59 | 77,48             |  |  |           |
|                               | $\sigma$       |        |        |        |                   | 3,29508    | $\sigma$       |        |        |                   |             | 1,188219986 | $\sigma$      |       |                   |  |  | 0,8908838 |
|                               | Largo promedio |        |        |        |                   | 212,64     | Ancho promedio |        |        |                   |             | 117,80      | Alto promedio |       |                   |  |  | 76,42     |

|                             | Largo   | Ancho | Altura |
|-----------------------------|---------|-------|--------|
| Dimensión Promedio          | 212,639 | 117,8 | 76,424 |
| Dimensión Especificada      | 220     | 120   | 75     |
| Variación Dimensional (V %) | 3,35    | 1,83  | -1,90  |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA SILVA PEREGRINO ELIAS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| Probeta | Largo (mm)     |        |        |        |                   | Ancho (mm)     |        |        |        |                   | Altura (mm)   |       |       |       |                   |
|---------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|---------------|-------|-------|-------|-------------------|
|         | L1             | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1             | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1            | H2    | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |
| LC-1    | 221,29         | 222,05 | 224,52 | 224,55 | 223,10            | 130,62         | 127,56 | 128,86 | 131,68 | 129,68            | 76,92         | 76,98 | 76,65 | 78,58 | 77,28             |
| LC-2    | 222,80         | 222,53 | 225,35 | 224,45 | 223,78            | 130,51         | 128,58 | 131,65 | 129,75 | 130,12            | 76,92         | 77,45 | 77,55 | 80,78 | 78,18             |
| LC-3    | 218,45         | 216,52 | 218,52 | 215,52 | 217,25            | 126,30         | 124,52 | 125,30 | 124,78 | 125,23            | 76,52         | 79,23 | 78,13 | 77,52 | 77,85             |
| LC-4    | 220,65         | 220,00 | 221,20 | 221,45 | 220,83            | 129,53         | 130,90 | 128,00 | 127,54 | 128,99            | 77,13         | 75,45 | 74,45 | 77,13 | 76,04             |
| LC-5    | 217,55         | 219,65 | 216,90 | 218,50 | 218,15            | 126,50         | 125,30 | 127,23 | 125,12 | 126,04            | 77,65         | 75,67 | 77,23 | 75,35 | 76,48             |
| LC-6    | 219,98         | 220,50 | 220,20 | 220,27 | 220,24            | 130,25         | 128,25 | 129,57 | 128,34 | 129,10            | 79,35         | 79,34 | 77,50 | 76,82 | 78,25             |
| LC-7    | 220,55         | 218,00 | 220,55 | 221,35 | 220,11            | 130,55         | 128,50 | 128,40 | 128,75 | 129,05            | 76,24         | 70,52 | 76,34 | 78,56 | 75,42             |
| LC-8    | 220,25         | 219,35 | 220,52 | 221,34 | 220,37            | 126,23         | 129,52 | 129,80 | 130,89 | 129,11            | 77,56         | 72,13 | 76,13 | 76,24 | 75,52             |
| LC-9    | 218,50         | 216,26 | 218,65 | 217,52 | 217,73            | 128,59         | 127,30 | 123,52 | 126,52 | 126,48            | 78,78         | 79,23 | 79,45 | 78,52 | 79,00             |
| LC-10   | 217,50         | 217,67 | 218,53 | 219,53 | 218,31            | 123,40         | 128,52 | 122,51 | 128,15 | 125,65            | 77,51         | 79,34 | 76,24 | 78,65 | 77,94             |
|         | σ              |        |        |        |                   | σ              |        |        |        |                   | σ             |       |       |       |                   |
|         | 2,20583        |        |        |        |                   | 1,862880256    |        |        |        |                   | 1,253714      |       |       |       |                   |
|         | Largo promedio |        |        |        |                   | Ancho promedio |        |        |        |                   | Alto promedio |       |       |       |                   |
|         | 219,99         |        |        |        |                   | 127,94         |        |        |        |                   | 77,19         |       |       |       |                   |

|                             | Largo   | Ancho  | Altura |
|-----------------------------|---------|--------|--------|
| Dimensión Promedio          | 219,987 | 127,94 | 77,194 |
| Dimensión Especificada      | 220     | 130    | 80     |
| Variación Dimensional (V %) | 0,01    | 1,58   | 3,51   |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CHUQUIRUNA MENDOZA CANDELARIO

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote D |                |        |        |        |                   |            |                |        |        |                   |             |       |               |       |                   |  |  |      |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|----------------|--------|--------|-------------------|-------------|-------|---------------|-------|-------------------|--|--|------|
| Ladrillo                      | Largo (mm)     |        |        |        |                   | Ancho (mm) |                |        |        |                   | Altura (mm) |       |               |       |                   |  |  |      |
|                               | L1             | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2             | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1          | H2    | H3            | H4    | H <sub>prom</sub> |  |  |      |
| LD-1                          | 208,52         | 209,45 | 208,34 | 205,34 | 207,91            | 128,50     | 127,63         | 126,13 | 127,82 | 127,52            | 78,35       | 77,50 | 75,85         | 78,20 | 77,48             |  |  |      |
| LD-2                          | 209,50         | 209,35 | 208,50 | 208,50 | 208,96            | 126,34     | 126,13         | 128,40 | 127,19 | 127,02            | 77,35       | 78,25 | 79,56         | 79,20 | 78,59             |  |  |      |
| LD-3                          | 208,45         | 207,43 | 207,64 | 206,45 | 207,49            | 126,38     | 128,50         | 127,92 | 127,50 | 127,58            | 78,53       | 78,26 | 77,68         | 78,49 | 78,24             |  |  |      |
| LD-4                          | 209,50         | 208,34 | 207,80 | 206,50 | 208,04            | 126,70     | 127,50         | 128,20 | 129,20 | 127,90            | 78,35       | 75,89 | 77,15         | 78,24 | 77,41             |  |  |      |
| LD-5                          | 209,20         | 208,15 | 209,35 | 209,00 | 208,93            | 125,45     | 124,70         | 125,34 | 126,74 | 125,59            | 77,25       | 75,35 | 77,35         | 76,57 | 76,63             |  |  |      |
| LD-6                          | 208,30         | 209,10 | 208,40 | 206,10 | 207,98            | 128,40     | 128,50         | 127,50 | 127,80 | 128,05            | 78,14       | 78,35 | 77,90         | 78,62 | 78,25             |  |  |      |
| LD-7                          | 208,98         | 209,26 | 210,10 | 209,35 | 209,42            | 127,50     | 127,45         | 126,57 | 129,50 | 127,76            | 77,58       | 78,15 | 77,98         | 77,80 | 77,88             |  |  |      |
| LD-8                          | 209,30         | 208,53 | 206,34 | 208,92 | 208,27            | 128,45     | 126,90         | 127,45 | 128,35 | 127,79            | 79,40       | 78,56 | 77,82         | 76,36 | 78,04             |  |  |      |
| LD-9                          | 208,30         | 206,89 | 206,87 | 207,90 | 207,49            | 125,70     | 126,20         | 125,80 | 126,10 | 125,95            | 77,87       | 76,93 | 76,50         | 76,89 | 77,05             |  |  |      |
| LD-10                         | 207,40         | 208,50 | 209,56 | 208,13 | 208,40            | 126,90     | 128,30         | 129,10 | 128,30 | 128,15            | 78,01       | 77,02 | 76,38         | 75,98 | 76,85             |  |  |      |
|                               | $\sigma$       |        |        |        | 0,644             | $\sigma$   |                |        |        | 0,883263559       | $\sigma$    |       |               |       | 0,6608564         |  |  |      |
|                               | Largo promedio |        |        |        |                   | 208,3      | Ancho promedio |        |        |                   |             | 127,3 | Alto promedio |       |                   |  |  | 77,6 |

|                             | Largo   | Ancho  | Altura |
|-----------------------------|---------|--------|--------|
| Dimensión Promedio          | 208,289 | 127,33 | 77,64  |
| Dimensión Especificada      | 210     | 130    | 80     |
| Variación Dimensional (V %) | 0,82    | 2,05   | 2,95   |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLAO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA HUAMAN HUARIPATA CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| VARIACIÓN DIMENSIONAL: Lote E |                |        |        |        |                   |                |        |        |        |                   |               |       |       |       |                   |
|-------------------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------|--------|--------|--------|-------------------|---------------|-------|-------|-------|-------------------|
| Ladrillo                      | Largo (mm)     |        |        |        |                   | Ancho (mm)     |        |        |        |                   | Altura (mm)   |       |       |       |                   |
|                               | L1             | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1             | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | H1            | H2    | H3    | H4    | H <sub>prom</sub> |
| LE-1                          | 216,43         | 216,52 | 215,85 | 215,73 | 216,13            | 129,29         | 128,78 | 129,13 | 130,12 | 129,33            | 79,72         | 77,92 | 78,83 | 79,13 | 78,90             |
| LE-2                          | 217,42         | 215,89 | 216,23 | 217,10 | 216,66            | 130,00         | 128,79 | 130,23 | 129,92 | 129,74            | 74,57         | 75,78 | 76,38 | 75,50 | 75,56             |
| LE-3                          | 215,36         | 215,52 | 213,34 | 217,30 | 215,38            | 127,52         | 128,52 | 129,29 | 130,24 | 128,89            | 78,45         | 79,56 | 79,25 | 78,73 | 79,00             |
| LE-4                          | 216,83         | 215,45 | 215,85 | 215,45 | 215,90            | 130,35         | 127,47 | 130,23 | 129,64 | 129,42            | 75,52         | 75,37 | 73,58 | 75,56 | 75,01             |
| LE-5                          | 217,37         | 215,57 | 215,30 | 216,52 | 216,19            | 128,75         | 131,76 | 127,73 | 130,83 | 129,77            | 75,53         | 78,85 | 78,83 | 78,27 | 77,87             |
| LE-6                          | 216,45         | 216,53 | 216,40 | 215,35 | 216,18            | 129,84         | 129,25 | 130,39 | 128,48 | 129,49            | 75,82         | 78,47 | 76,28 | 80,73 | 77,83             |
| LE-7                          | 216,49         | 217,52 | 215,52 | 216,48 | 216,50            | 129,34         | 128,38 | 129,73 | 128,59 | 129,01            | 76,34         | 76,31 | 77,38 | 80,12 | 77,54             |
| LE-8                          | 215,52         | 215,51 | 214,65 | 213,50 | 214,80            | 130,56         | 132,57 | 127,51 | 130,35 | 130,25            | 77,28         | 78,14 | 78,59 | 79,45 | 78,37             |
| LE-9                          | 213,48         | 216,59 | 214,52 | 215,49 | 215,02            | 128,39         | 129,35 | 129,84 | 127,29 | 128,72            | 75,37         | 77,20 | 77,39 | 76,39 | 76,59             |
| LE-10                         | 218,45         | 213,35 | 214,49 | 215,34 | 215,41            | 129,13         | 128,25 | 130,52 | 129,53 | 129,36            | 80,56         | 84,50 | 79,12 | 79,45 | 80,91             |
|                               | $\sigma$       |        |        |        | 0,63221           | $\sigma$       |        |        |        | 0,454144189       | $\sigma$      |       |       |       | 1,7311343         |
|                               | Largo promedio |        |        |        | 215,82            | Ancho promedio |        |        |        | 129,40            | Alto promedio |       |       |       | 77,76             |

|                             | Largo   | Ancho | Altura |
|-----------------------------|---------|-------|--------|
| Dimensión Promedio          | 215,817 | 129,4 | 77,756 |
| Dimensión Especificada      | 220     | 130   | 80     |
| Variación Dimensional (V %) | 1,90    | 0,46  | 2,81   |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| LOTE                        | A      |        |        | B      |        |        | C      |        |        | D      |        |        | E      |        |        |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                             | Largo  | Ancho  | Altura |
| Dimensión Promedio          | 224,88 | 131,74 | 85,44  | 212,64 | 117,80 | 76,42  | 219,99 | 127,94 | 77,19  | 208,29 | 127,33 | 77,64  | 215,82 | 129,40 | 77,76  |
| Dimensión Especificada      | 220    | 130    | 85     | 220    | 120    | 75     | 220    | 130    | 80     | 210    | 130    | 80     | 220    | 130    | 80     |
| Variación Dimensional (V %) | -2,22  | -1,34  | -0,51  | 3,35   | 1,83   | -1,90  | 0,01   | 1,58   | 3,51   | 0,82   | 2,05   | 2,95   | 1,90   | 0,46   | 2,81   |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA NONTOL BARRANTES CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| ALABEO: Lote A       |                 |                 |                 |                 |             |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Ladrillo             | Cara A          |                 | Cara B          |                 | Alabeo (mm) |
|                      | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) |             |
| LA-1                 | 1,4             | 0,0             | 1,3             | 0,0             | 1,4         |
| LA-2                 | 0,0             | 1,3             | 1,1             | 0,0             | 1,3         |
| LA-3                 | 1,2             | 0,0             | 0,0             | 1,7             | 1,7         |
| LA-4                 | 0,9             | 0,0             | 0,0             | 1,7             | 1,7         |
| LA-5                 | 0,0             | 1,7             | 0,0             | 1,8             | 1,8         |
| LA-6                 | 0,0             | 1,2             | 0,0             | 1,7             | 1,7         |
| LA-7                 | 0,0             | 2,2             | 1,7             | 0,0             | 2,2         |
| LA-8                 | 0,0             | 1,2             | 0,0             | 3,4             | 3,4         |
| LA-9                 | 0,0             | 2,6             | 1,7             | 0,0             | 2,6         |
| LA-10                | 0,0             | 2,1             | 0,0             | 2,3             | 2,3         |
| Alabeo promedio (mm) |                 |                 |                 |                 | 2,0         |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CALDERON MOSQUEIRA LUIS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| ALABEO: Lote B       |            |            |            |            |             |
|----------------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Ladrillo             | Cara A     |            | Cara B     |            | Alabeo (mm) |
|                      | Concavidad | Convexidad | Concavidad | Convexidad |             |
|                      | (mm)       | (mm)       | (mm)       | (mm)       |             |
| LB-1                 | 0,0        | 1,4        | 0,0        | 1,9        | 1,9         |
| LB-2                 | 0,0        | 2,1        | 2,5        | 0,0        | 2,5         |
| LB-3                 | 0,0        | 2,6        | 0,0        | 3,1        | 3,1         |
| LB-4                 | 0,0        | 2,1        | 2,1        | 0,0        | 2,1         |
| LB-5                 | 0,0        | 2,6        | 2,0        | 0,0        | 2,6         |
| LB-6                 | 0,0        | 2,0        | 2,1        | 0,0        | 2,1         |
| LB-7                 | 0,0        | 1,8        | 1,7        | 0,0        | 1,8         |
| LB-8                 | 0,0        | 2,0        | 0,0        | 2,3        | 2,3         |
| LB-9                 | 0,0        | 2,0        | 1,0        | 0,0        | 2,0         |
| LB-10                | 0,0        | 2,2        | 0,0        | 2,1        | 2,2         |
| Alabeo promedio (mm) |            |            |            |            | 2,3         |

Dr Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADEO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA SILVA PEREGRINO ELIAS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| ALABEO: Lote C       |                 |                 |                 |                 |             |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Ladrillo             | Cara A          |                 | Cara B          |                 | Alabeo (mm) |
|                      | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) |             |
| LC-1                 | 0,0             | 1,3             | 1,6             | 0,0             | 1,6         |
| LC-2                 | 0,0             | 1,2             | 0,0             | 2,1             | 2,1         |
| LC-3                 | 0,7             | 0,0             | 0,0             | 2,5             | 2,5         |
| LC-4                 | 0,0             | 1,5             | 0,0             | 2,9             | 2,9         |
| LC-5                 | 0,0             | 2,3             | 1,7             | 0,0             | 2,3         |
| LC-6                 | 1,0             | 0,0             | 1,5             | 0,0             | 1,5         |
| LC-7                 | 0,0             | 1,2             | 1,6             | 0,0             | 1,6         |
| LC-8                 | 0,0             | 1,3             | 2,2             | 0,0             | 2,2         |
| LC-9                 | 1,3             | 0,0             | 0,0             | 2,5             | 2,5         |
| LC-10                | 1,4             | 0,0             | 1,8             | 0,0             | 1,8         |
| Alabeo promedio (mm) |                 |                 |                 |                 | 2,1         |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADEO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CHUQUIRUNA MENDOZA CANDELARIO

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| ALABEO: Lote D       |                 |                 |                 |                 |             |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Ladrillo             | Cara A          |                 | Cara B          |                 | Alabeo (mm) |
|                      | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) |             |
| LD-1                 | 1,5             | 0,0             | 1,5             | 0,0             | 1,5         |
| LD-2                 | 1,0             | 0,0             | 2,0             | 0,0             | 2,0         |
| LD-3                 | 1,5             | 0,0             | 0,0             | 2,0             | 2,0         |
| LD-4                 | 1,5             | 0,0             | 0,0             | 2,5             | 2,5         |
| LD-5                 | 0,0             | 2,5             | 0,0             | 2,5             | 2,5         |
| LD-6                 | 0,0             | 2,0             | 0,0             | 2,5             | 2,5         |
| LD-7                 | 2,0             | 0,0             | 0,0             | 1,5             | 2,0         |
| LD-8                 | 0,0             | 2,5             | 2,5             | 0,0             | 2,5         |
| LD-9                 | 2,0             | 0,0             | 3,0             | 0,0             | 3,0         |
| LD-10                | 1,5             | 0,0             | 0,0             | 1,5             | 1,5         |
| Alabeo promedio (mm) |                 |                 |                 |                 | 2,2         |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

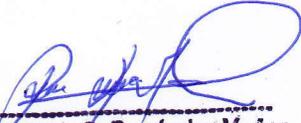
RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LACRILLERA HUAMAN HUARIPATA CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| ALABEO: Lote E       |                 |                 |                 |                 |             |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------|
| Ladrillo             | Cara A          |                 | Cara B          |                 | Alabeo (mm) |
|                      | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) | Concavidad (mm) | Convexidad (mm) |             |
| LE-1                 | 0,0             | 1,8             | 2,1             | 0,0             | 2,1         |
| LE-2                 | 1,2             | 0,0             | 0,0             | 1,2             | 1,2         |
| LE-3                 | 0,0             | 2,8             | 2,2             | 0,0             | 2,8         |
| LE-4                 | 1,6             | 0,0             | 0,0             | 1,2             | 1,6         |
| LE-5                 | 2,3             | 0,0             | 0,0             | 2,8             | 2,8         |
| LE-6                 | 1,7             | 0,0             | 0,0             | 2,1             | 2,1         |
| LE-7                 | 1,3             | 0,0             | 0,0             | 2,2             | 2,2         |
| LE-8                 | 1,7             | 0,0             | 0,0             | 2,5             | 2,5         |
| LE-9                 | 2,1             | 0,0             | 0,0             | 3,2             | 3,2         |
| LE-10                | 2,5             | 0,0             | 0,0             | 2,1             | 2,5         |
| Alabeo promedio (mm) |                 |                 |                 |                 | 2,3         |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA ÑONTOÑ BARRANTES CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| Ladrillo  | RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote A |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | f <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|---|--------------------------------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------------|------------|--------------------------------------|
|   | Largo (mm)                           |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   |                         |            |                                      |
|   | L1                                   | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                         |            |                                      |
| LA-1  | 228,61                               | 225,35 | 227,84 | 226,49 | 227,07            | 133,50     | 131,45 | 132,46 | 134,25 | 132,92            | 301,81                  | 13351,19   | 44,24                                |
| LA-2  | 226,80                               | 226,34 | 226,73 | 225,93 | 226,45            | 132,20     | 130,33 | 131,35 | 133,00 | 131,72            | 298,28                  | 10782,52   | 36,15                                |
| LA-3  | 227,00                               | 229,48 | 229,29 | 228,27 | 228,51            | 136,28     | 133,43 | 133,22 | 132,52 | 133,66            | 305,89                  | 13792,73   | 45,09                                |
| LA-4  | 227,45                               | 227,82 | 227,36 | 230,00 | 228,16            | 134,52     | 134,17 | 133,31 | 134,28 | 134,04            | 305,81                  | 14097,63   | 46,10                                |
| LA-5  | 223,52                               | 221,32 | 222,22 | 223,38 | 222,61            | 131,78     | 130,31 | 130,46 | 131,81 | 131,09            | 291,82                  | 13133,99   | 45,01                                |
| LA-6  | 219,29                               | 221,90 | 219,92 | 221,16 | 220,57            | 128,22     | 129,96 | 128,50 | 130,29 | 129,24            | 285,07                  | 12838,27   | 45,04                                |
| LA-7  | 228,45                               | 225,85 | 228,36 | 227,58 | 227,29            | 133,39     | 131,13 | 134,19 | 130,28 | 132,62            | 301,44                  | 14072,14   | 46,68                                |
| LA-8  | 221,22                               | 219,28 | 219,50 | 218,67 | 219,67            | 130,16     | 128,52 | 130,13 | 128,53 | 129,34            | 284,11                  | 13208,43   | 46,49                                |
| LA-9  | 223,28                               | 222,59 | 221,52 | 222,82 | 222,55            | 128,27     | 129,25 | 129,28 | 132,15 | 129,74            | 288,73                  | 14913,41   | 51,65                                |
| LA-10   | 225,29                               | 226,57 | 225,56 | 226,15 | 225,89            | 130,52     | 134,18 | 132,33 | 134,28 | 132,83            | 300,05                  | 14537,13   | 48,45                                |
| fb promedio (kg/cm <sup>2</sup> )                   |                                      |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 45,49      |                                      |
| Desviación estándar σ                               |                                      |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 3,93       |                                      |
| f <sub>b</sub> característica (kg/cm <sup>2</sup> ) |                                      |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 41,56      |                                      |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI  
**Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**  
 Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755  
 RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CALDERON MOSQUEIRA LUIS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote B |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    |            |   |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|--------------------|------------|---|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área               | Carga (Kg) | f <sub>b</sub><br>(ka/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | (cm <sup>2</sup> ) |            |   |
| LB-1                                 | 209,63     | 208,50 | 209,45 | 204,23 | 207,95            | 117,41     | 118,00 | 122,50 | 121,50 | 119,85            | 249,24             | 12422,23   | 49,84                                   |
| LB-2                                 | 209,34     | 216,13 | 210,87 | 212,79 | 212,28            | 118,66     | 120,17 | 114,56 | 118,23 | 117,91            | 250,29             | 12739,36   | 50,90                                   |
| LB-3                                 | 213,52     | 212,24 | 215,45 | 216,87 | 214,52            | 116,76     | 117,12 | 118,93 | 115,34 | 117,04            | 251,07             | 13868,19   | 55,24                                   |
| LB-4                                 | 213,56     | 204,52 | 210,56 | 211,68 | 210,08            | 114,87     | 115,93 | 117,76 | 118,23 | 116,70            | 245,16             | 12600,68   | 51,40                                   |
| LB-5                                 | 216,35     | 218,23 | 215,87 | 218,34 | 217,20            | 115,23     | 117,81 | 116,56 | 119,27 | 117,22            | 254,59             | 14072,14   | 55,27                                   |
| LB-6                                 | 214,45     | 219,26 | 218,32 | 219,00 | 217,76            | 116,75     | 115,91 | 118,38 | 117,89 | 117,23            | 255,28             | 13103,40   | 51,33                                   |
| LB-7                                 | 213,25     | 210,27 | 207,97 | 210,12 | 210,40            | 117,19     | 119,82 | 118,67 | 121,23 | 119,23            | 250,86             | 13791,71   | 54,98                                   |
| LB-8                                 | 216,75     | 214,58 | 215,43 | 212,67 | 214,86            | 114,15     | 115,72 | 116,28 | 119,34 | 116,37            | 250,04             | 12695,51   | 50,77                                   |
| LB-9                                 | 213,21     | 210,24 | 207,89 | 208,68 | 210,01            | 116,27     | 115,19 | 118,28 | 119,67 | 117,35            | 246,45             | 13641,81   | 55,35                                   |
| LB-10                                | 214,24     | 207,67 | 211,23 | 212,20 | 211,34            | 118,29     | 120,14 | 118,83 | 119,23 | 119,12            | 251,75             | 13281,85   | 52,76                                   |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    | 52,78      |   |
| Desviación estándar σ                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    | 2,21       |   |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    | 50,58      |   |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADE DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA SILVA PEREGRINO ELIAS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote C |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         |            |   |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|-------------------------|------------|---|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área (cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | f <sub>b</sub><br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                         |            |   |
| LC-1                                 | 221,29     | 222,05 | 224,52 | 224,55 | 223,10            | 130,62     | 127,56 | 128,86 | 131,68 | 129,68            | 289,32                  | 8647,2256  | 29,89                                   |
| LC-2                                 | 222,80     | 222,53 | 225,35 | 224,45 | 223,78            | 130,51     | 128,58 | 131,65 | 129,75 | 130,12            | 291,19                  | 6231,50892 | 21,40                                   |
| LC-3                                 | 218,45     | 216,52 | 218,52 | 215,52 | 217,25            | 126,30     | 124,52 | 125,30 | 124,78 | 125,23            | 272,05                  | 7676,45216 | 28,22                                   |
| LC-4                                 | 220,65     | 220,00 | 221,20 | 221,45 | 220,83            | 129,53     | 130,90 | 126,00 | 127,54 | 128,99            | 284,85                  | 8521,80004 | 29,92                                   |
| LC-5                                 | 217,55     | 219,65 | 216,90 | 218,50 | 218,15            | 126,50     | 125,30 | 127,23 | 125,12 | 126,04            | 274,95                  | 7673,393   | 27,91                                   |
| LC-6                                 | 219,98     | 220,50 | 220,20 | 220,27 | 220,24            | 130,25     | 128,25 | 129,57 | 128,34 | 129,10            | 284,33                  | 7993,58508 | 28,11                                   |
| LC-7                                 | 220,55     | 218,00 | 220,55 | 221,35 | 220,11            | 130,55     | 128,50 | 128,40 | 128,75 | 129,05            | 284,06                  | 8897,057   | 31,32                                   |
| LC-8                                 | 220,25     | 219,35 | 220,52 | 221,34 | 220,37            | 126,23     | 129,52 | 129,80 | 130,89 | 129,11            | 284,51                  | 7928,323   | 27,87                                   |
| LC-9                                 | 218,50     | 216,26 | 218,65 | 217,52 | 217,73            | 128,59     | 127,30 | 123,52 | 126,52 | 126,48            | 275,39                  | 9712,833   | 35,27                                   |
| LC-10                                | 217,50     | 217,67 | 218,53 | 219,53 | 218,31            | 123,40     | 128,52 | 122,51 | 128,15 | 125,65            | 274,29                  | 6582,2926  | 24,00                                   |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 28,39      |   |
| Desviación estándar σ                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 3,79       |   |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                         | 24,60      |   |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CHUQUIRUNA MENDOZA CANDELARIO

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote D |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            |            |   |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|----------------------------|------------|---|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Área<br>(cm <sup>2</sup> ) | Carga (Kg) | f <sub>b</sub><br>(ka/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> |                            |            |   |
| LD-1                                 | 208,52     | 209,45 | 208,34 | 205,34 | 207,91            | 128,50     | 127,63 | 126,13 | 127,82 | 127,52            | 265,13                     | 8617,65372 | 32,50                                   |
| LD-2                                 | 209,50     | 209,35 | 208,50 | 208,50 | 208,96            | 126,34     | 126,13 | 128,40 | 127,19 | 127,02            | 265,41                     | 9813,78528 | 36,98                                   |
| LD-3                                 | 208,45     | 207,43 | 207,64 | 206,45 | 207,49            | 126,38     | 128,50 | 127,92 | 127,50 | 127,58            | 264,71                     | 7767,20724 | 29,34                                   |
| LD-4                                 | 209,50     | 208,34 | 207,80 | 206,50 | 208,04            | 126,70     | 127,50 | 128,20 | 129,20 | 127,90            | 266,08                     | 9264,1562  | 34,82                                   |
| LD-5                                 | 209,20     | 208,15 | 209,35 | 209,00 | 208,93            | 125,45     | 124,70 | 125,34 | 126,74 | 125,59            | 262,40                     | 7929,34272 | 30,22                                   |
| LD-6                                 | 208,30     | 209,10 | 208,40 | 206,10 | 207,98            | 128,40     | 128,50 | 127,50 | 127,80 | 128,05            | 266,31                     | 7420,50244 | 27,86                                   |
| LD-7                                 | 208,98     | 209,26 | 210,10 | 209,35 | 209,42            | 127,50     | 127,45 | 126,57 | 129,50 | 127,76            | 267,55                     | 8663,54112 | 32,38                                   |
| LD-8                                 | 209,30     | 208,53 | 206,34 | 208,92 | 208,27            | 128,45     | 126,90 | 127,45 | 128,35 | 127,79            | 266,15                     | 10028,9462 | 37,68                                   |
| LD-9                                 | 208,30     | 206,89 | 206,87 | 207,90 | 207,49            | 125,70     | 126,20 | 125,80 | 126,10 | 125,95            | 261,33                     | 7785,5622  | 29,79                                   |
| LD-10                                | 207,40     | 208,50 | 209,56 | 208,13 | 208,40            | 126,90     | 128,30 | 129,10 | 128,30 | 128,15            | 267,06                     | 9264,1562  | 34,69                                   |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            | 32,63      |   |
| Desviación estándar σ                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            | 3,35       |   |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                            | 29,28      |   |

  
 Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLABO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA HUAMAN HUARIPATA CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| RESISTENCIA A LA COMPRESION : Lote E |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    |            |   |
|--------------------------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|------------|--------|--------|--------|-------------------|--------------------|------------|---|
| Ladrillo                             | Largo (mm) |        |        |        |                   | Ancho (mm) |        |        |        |                   | Area               | Carga (Kg) | f <sub>b</sub><br>(ka/cm <sup>2</sup> ) |
|                                      | L1         | L2     | L3     | L4     | L <sub>prom</sub> | A1         | A2     | A3     | A4     | A <sub>prom</sub> | (cm <sup>2</sup> ) |            |   |
| LE-1                                 | 216,43     | 216,52 | 215,85 | 215,73 | 216,13            | 129,29     | 128,78 | 129,13 | 130,12 | 129,33            | 279,52             | 11327,05   | 40,52                                   |
| LE-2                                 | 217,42     | 215,89 | 216,23 | 217,10 | 216,66            | 130,00     | 128,79 | 130,23 | 129,92 | 129,74            | 281,08             | 10672,39   | 37,97                                   |
| LE-3                                 | 215,36     | 215,52 | 213,34 | 217,30 | 215,38            | 127,52     | 128,52 | 129,29 | 130,24 | 128,89            | 277,61             | 11267,91   | 40,59                                   |
| LE-4                                 | 216,83     | 215,45 | 215,85 | 215,45 | 215,90            | 130,35     | 127,47 | 130,23 | 129,64 | 129,42            | 279,42             | 13144,19   | 47,04                                   |
| LE-5                                 | 217,37     | 215,57 | 215,30 | 216,52 | 216,19            | 128,75     | 131,76 | 127,73 | 130,83 | 129,77            | 280,54             | 13794,77   | 49,17                                   |
| LE-6                                 | 216,45     | 216,53 | 216,40 | 215,35 | 216,18            | 129,84     | 129,25 | 130,39 | 128,48 | 129,49            | 279,93             | 12491,57   | 44,62                                   |
| LE-7                                 | 216,49     | 217,52 | 215,52 | 216,48 | 216,50            | 129,34     | 128,38 | 129,73 | 128,59 | 129,01            | 279,31             | 12282,53   | 43,97                                   |
| LE-8                                 | 215,52     | 215,51 | 214,65 | 213,50 | 214,80            | 130,56     | 132,57 | 127,51 | 130,35 | 130,25            | 279,77             | 11038,47   | 39,46                                   |
| LE-9                                 | 213,48     | 216,59 | 214,52 | 215,49 | 215,02            | 128,39     | 129,35 | 129,84 | 127,29 | 128,72            | 276,77             | 11244,45   | 40,63                                   |
| LE-10                                | 218,45     | 213,35 | 214,49 | 215,34 | 215,41            | 129,13     | 128,25 | 130,52 | 129,53 | 129,36            | 278,65             | 11753,29   | 42,18                                   |
| f <sub>b</sub> promedio              |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    | 42,62      |   |
| Desviación estándar σ                |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    | 3,54       |   |
| f <sub>b</sub> característica        |            |        |        |        |                   |            |        |        |        |                   |                    | 39,08      |   |

  
 Dr Wilfredo R. Fernández Muñoz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA ÑONTOL BARRANTES CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| Ladrillo               | ABSORCIÓN : Lote A |                      |                |
|------------------------|--------------------|----------------------|----------------|
|                        | Peso seco<br>gr.   | Peso saturado<br>gr. | Absorción<br>% |
| LA-1                   | 3747,13            | 4354,17              | 16,20          |
| LA-2                   | 3695,34            | 4338,32              | 17,40          |
| LA-3                   | 4155,52            | 4795,47              | 15,40          |
| LA-4                   | 4140,34            | 4898,02              | 18,30          |
| LA-5                   | 3865,64            | 4464,81              | 15,50          |
| LA-6                   | 3785,45            | 4436,54              | 17,20          |
| LA-7                   | 4035,13            | 4646,04              | 15,14          |
| LA-8                   | 3760,34            | 4393,95              | 16,85          |
| LA-9                   | 3790,82            | 4391,62              | 15,85          |
| LA-10                  | 3490,23            | 4060,88              | 16,35          |
| Absorción promedio (%) |                    |                      | 16,42          |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZZO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CALDERON MOSQUEIRA LUIS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| ABSORCIÓN : Lote B     |           |               |           |
|------------------------|-----------|---------------|-----------|
| Ladrillo               | Peso seco | Peso saturado | Absorción |
|                        | gr.       | gr.           | %         |
| LB-1                   | 2735,34   | 3152,2        | 15,24     |
| LB-2                   | 2785,23   | 3237,27       | 16,23     |
| LB-3                   | 2685,13   | 3152,34       | 17,40     |
| LB-4                   | 2725,45   | 3133,72       | 14,98     |
| LB-5                   | 2735,53   | 3206,86       | 17,23     |
| LB-6                   | 2760,24   | 3177,58       | 15,12     |
| LB-7                   | 2740,32   | 3134,92       | 14,40     |
| LB-8                   | 2830,24   | 3229,3        | 14,10     |
| LB-9                   | 2710,24   | 3095,9        | 14,23     |
| LB-10                  | 2800,23   | 3218,58       | 14,94     |
| Absorción promedio (%) |           |               | 15,39     |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADE DE OTUZZO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA SILVA PEREGRINO ELIAS

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| Ladrillo               | ABSORCIÓN : Lote C |                      |                |
|------------------------|--------------------|----------------------|----------------|
|                        | Peso seco<br>gr.   | Peso saturado<br>gr. | Absorción<br>% |
| LC-1                   | 3695,86            | 3791,84              | 2,60           |
| LC-2                   | 3570,27            | 4168,29              | 16,75          |
| LC-3                   | 3164,84            | 3870,98              | 22,31          |
| LC-4                   | 3187,32            | 4193,62              | 31,57          |
| LC-5                   | 3690,7             | 3813,66              | 3,33           |
| LC-6                   | 3233,75            | 4275,79              | 32,22          |
| LC-7                   | 3572,58            | 3878,56              | 8,56           |
| LC-8                   | 3101,58            | 3871,94              | 24,84          |
| LC-9                   | 3571,17            | 3897,91              | 9,15           |
| LC-10                  | 3098,06            | 3363,94              | 8,58           |
| Absorción promedio (%) |                    |                      | 15,99          |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

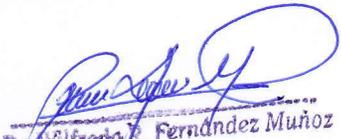
RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA CHUQUIRUNA MENDOZA CANDELARIO

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| ABSORCIÓN : Lote D     |           |               |           |
|------------------------|-----------|---------------|-----------|
| Ladrillo               | Peso seco | Peso saturado | Absorción |
|                        | gr.       | gr.           | %         |
| LD-1                   | 2984,47   | 3473,02       | 16,37     |
| LD-2                   | 3062,9    | 3587,26       | 17,12     |
| LD-3                   | 3301,92   | 3781,68       | 14,53     |
| LD-4                   | 3236,77   | 3823,27       | 18,12     |
| LD-5                   | 3127,16   | 3684,41       | 17,82     |
| LD-6                   | 3237,2    | 3752,56       | 15,92     |
| LD-7                   | 3266,48   | 3894,62       | 19,23     |
| LD-8                   | 3205,87   | 3781,32       | 17,95     |
| LD-9                   | 3103,95   | 3668,55       | 18,19     |
| LD-10                  | 2769,07   | 3265,28       | 17,92     |
| Absorción promedio (%) |           |               | 17,32     |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

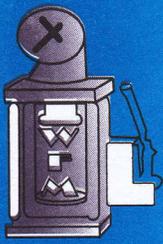
## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADE DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

LUGAR: LADRILLERA HUAMAN HUARIPATA CESAR

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| Ladrillo               | ABSORCIÓN : Lote E |                      |                |
|------------------------|--------------------|----------------------|----------------|
|                        | Peso seco<br>gr.   | Peso saturado<br>gr. | Absorción<br>% |
| LE-1                   | 3192,78            | 3774,82              | 18,23          |
| LE-2                   | 3167,92            | 3653,87              | 15,34          |
| LE-3                   | 3070,31            | 3568,62              | 16,23          |
| LE-4                   | 3022,06            | 3573,58              | 18,25          |
| LE-5                   | 3099,13            | 3707,48              | 19,63          |
| LE-6                   | 3078,51            | 3642,49              | 18,32          |
| LE-7                   | 3064,66            | 3656,75              | 19,32          |
| LE-8                   | 3211,43            | 3797,51              | 18,25          |
| LE-9                   | 3061,89            | 3589,45              | 17,23          |
| LE-10                  | 3236,63            | 3785,56              | 16,96          |
| Absorción promedio (%) |                    |                      | 17,78          |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

FECHA:

NOVIEMBRE DE 2015

| LOTE | ABSORCION % |
|------|-------------|
| LA   | 16,42       |
| LB   | 15,39       |
| LC   | 15,99       |
| LD   | 17,32       |
| LE   | 17,78       |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| Lote | VARIACION DIMENSIONAL |       |           |       |        |       | CLASE | Bloque Usado en muros |
|------|-----------------------|-------|-----------|-------|--------|-------|-------|-----------------------|
|      | Lprom                 | VD L  | Aprom     | VD A  | Hprom  | VD H  |       |                       |
| LA   | 224,877               | -2,22 | 131,73867 | -1,34 | 85,435 | -0,51 | III   | Bloque NP(2)          |
| LB   | 212,639               | 3,35  | 117,8     | 1,83  | 76,424 | -1,90 | II    | Bloque NP(2)          |
| LC   | 219,987               | 0,01  | 127,94475 | 1,58  | 77,194 | 3,51  | IV    | Bloque P(1)           |
| LD   | 208,289               | 0,82  | 127,32958 | 2,05  | 77,64  | 2,95  | IV    | Bloque P(1)           |
| LE   | 215,817               | 1,90  | 129,397   | 0,46  | 77,756 | 2,81  | IV    | Bloque P(1)           |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

FECHA: **NOVIEMBRE DE 2015**

| LOTE | ALABEO | CLASE | Bloque Usado en muros |
|------|--------|-------|-----------------------|
| LA   | 2,0    | IV    | Bloque P(1)           |
| LB   | 2,3    | III   | Bloque P(1)           |
| LC   | 2,1    | III   | Bloque P(1)           |
| LD   | 2,2    | III   | Bloque P(1)           |
| LE   | 2,3    | III   | Bloque P(1)           |

  
Dr. Wilfredo R. Fernández Muñoz  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682



# Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

Estudios Geológicos, Hidrológicos, Hidrogeológicos, Geotécnicos, Impacto Ambiental y Análisis Químicos

Resolución N° 014751-2005/OSD-INDECOPI

**Dr. WILFREDO R. FERNÁNDEZ MUÑOZ**

Ing. Civil C.I.P. 26682 - Reg. de Consultor N° C2755

RUC. 10266305856

## EVALUACION DE LAS CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA FABRICADAS ARTESANALMENTE EN EL CENTRO POLABLABADO DE OTUZCO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA, AÑO 2015

FECHA: NOVIEMBRE DE 2015

| LOTE | f <sub>b</sub> | $\sigma$ | f' <sub>b</sub> | CLASE            | Bloque Usado en muros |
|------|----------------|----------|-----------------|------------------|-----------------------|
| LA   | 45,49          | 3,93     | 41,56           | sin Clasificacio | Bloque NP(2)          |
| LB   | 52,78          | 2,21     | 50,58           | I                | Bloque P(1)           |
| LC   | 28,39          | 3,79     | 24,60           | sin Clasificacio | Bloque NP(2)          |
| LD   | 32,63          | 3,35     | 29,28           | sin Clasificacio | Bloque NP(2)          |
| LE   | 42,62          | 3,54     | 39,08           | sin Clasificacio | Bloque NP(2)          |

**Dr Wilfredo R. Fernández Muñoz**  
INGENIERO CIVIL  
CIP 26682