



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto
Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo
– 2021”**

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

AUTOR:

Br. Lope Sosa, Christian (ORCID: 0000-0003-2870-4301)

ASESOR:

Dr. Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico esta tesis de Investigación a mis Padres, por el apoyo incondicional durante todo este tiempo, quienes constituyen una fuente de inspiración, por el cariño y el sacrificio durante tantos años para poder llegar a cumplir mis metas.

A mis hermanos por su apoyo moral durante todo el proceso de elaboración de mi proyecto de investigación.

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo por permitirme ser parte de esta gran familia y darme la oportunidad tan anhelada de lograr mi titulación como Ingeniero Civil.

A mi Asesor de tesis, por tener esta ardua tarea de guiarnos en el largo camino que es el curso de investigación para poder llegar a nuestra meta que es la tan anhelada Titulación y así obtener el grado de Ingeniero Civil.

A mi familia por brindarme todo el apoyo necesario para la ejecución de este proyecto de investigación.

A todos los amigos y personas que me brindaron el apoyo emocional y moral para realizar esta tarea que es mi proyecto de investigación.

Índice de Contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	55
3.1. Tipo y diseño de investigación	55
3.2. Variables y operacionalización	55
3.3. Población, muestra y muestreo	56
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	56
3.5. Procedimientos	57
3.6. Método de análisis de datos	58
3.7. Aspectos éticos	59
IV. RESULTADOS	60
V. DISCUSIÓN	98
VI. CONCLUSIONES	107
VII. RECOMENDACIONES	108
REFERENCIAS	109
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de agregados o áridos pétreos según tamaño	15
Tabla 2. Porcentaje de granulometría	16
Tabla 3. Porcentaje que pasa por los tamices normalizados	17
Tabla 4. Abreviaturas de los óxidos de cemento	21
Tabla 5. Compuestos del cemento	21
Tabla 6. Tabla de valores máximos permisibles del agua	22
Tabla 7. Concentración de impurezas de agua en mezclas de concreto	23
Tabla 8. Resistencia a la compresión promedio ACI	25
Tabla 9. Consistencia y asentamientos	25
Tabla 10. Consistencia y asentamientos	25
Tabla 11. Relación Agua/cemento	26
Tabla 12. Requisitos para condiciones especiales de exposición	26
Tabla 13. Módulo de fineza del agregado fino	27
Tabla 14. Clasificación de Unidades de Albañilería con fines estructurales...	29
Tabla 15. Limitaciones para el uso de unidades de albañilería.....	30
Tabla 16. Clases de aditivos para concreto.....	40
Tabla 17: Principales Tipos de carbón.....	43
Tabla 18: Análisis químico mineral de la ceniza	43
Tabla 19: Determinación de las características de la ceniza	43
Tabla 20: Dosificaciones para unidades de albañilería de concreto.....	65
Tabla 21: R. Variación dimensional en unidades sin adición de ceniza.	66
Tabla 22: R. Variación dimensional en unidades con 4% de ceniza	66
Tabla 23: R. Variación dimensional en unidades con 8% de ceniza	67
Tabla 24: R. Variación dimensional en unidades con 12% de ceniza	67
Tabla 25: R. Variación dimensional en unidades con 16% de ceniza	68
Tabla 26: Resumen de resultados de ensayos de variación dimensional en unidades de albañilería	69
Tabla 27: Resultados de Alabeo en unidades sin adición de ceniza	70
Tabla 28: Resultados de Alabeo en unidades con 4% de ceniza	70
Tabla 29: Resultados de Alabeo en unidades con 8% de ceniza	71

Tabla 30: Resultados de Alabeo en unidades con 12% de ceniza	71
Tabla 31: Resultados de Alabeo en unidades con 16% de ceniza	72
Tabla 32: Resumen de resultados de ensayos de Alabeo en unidades de albañilería	72
Tabla 33: R. Succión a los 28 días en unidades sin adición de ceniza	74
Tabla 34: R. Succión a los 28 días en unidades con 4% de ceniza.....	74
Tabla 35: R. Succión a los 28 días en unidades con 8% de ceniza.....	75
Tabla 36: R. Succión a los 28 días en unidades con 12% de ceniza.....	75
Tabla 37: R. Succión a los 28 días en unidades con 16% de ceniza.....	76
Tabla 38: Resumen de resultados de ensayos en unidades de albañilería a succión.....	76
Tabla 39: R. Absorción a los 28 días en unidades sin adición de ceniza.....	78
Tabla 40: R. Absorción a los 28 días en unidades con 4% de ceniza.....	78
Tabla 41: R. Absorción a los 28 días en unidades con 8% de ceniza	79
Tabla 42: R. Absorción a los 28 días en unidades con 12% de ceniza.....	79
Tabla 43: R. Absorción a los 28 días en unidades con 16% de ceniza.....	80
Tabla 44: Resumen de resultados de ensayos de Absorción en unidades de albañilería.....	80
Tabla 45: R. Densidades en unidades de albañilería a los 28 días.....	82
Tabla 46: Resumen de resultados de ensayos de densidad en unidades de albañilería.....	82
Tabla 47: R. Compresión a los 7 días en unidades sin adición de ceniza...	84
Tabla 48: R. Compresión a los 14 días en unidades sin adición de ceniza...	84
Tabla 49: R. Compresión a los 28 días en unidades sin adición de ceniza...	85
Tabla 50: R. Compresión a los 7 días en unidades con 4% de ceniza.....	85
Tabla 51: R. Compresión a los 14 días en unidades con 4% de ceniza.....	86
Tabla 52: R. Compresión a los 28 días en unidades con 4% de ceniza.....	86
Tabla 53: R. Compresión a los 7 días en unidades con 8% de ceniza.....	87
Tabla 54: R. Compresión a los 14 días en unidades con 8% de ceniza.....	87
Tabla 55: R. Compresión a los 28 días en unidades con 8% de ceniza.....	88
Tabla 56: R. Compresión a los 7 días en unidades con 12% de ceniza.....	88
Tabla 57: R. Compresión a los 14 días en unidades con 12% de ceniza.....	89
Tabla 58: R. Compresión a los 28 días en unidades con 12% de ceniza.....	89

Tabla 59: R. Compresión a los 07 días en unidades con 16% de ceniza.....	90
Tabla 60: R. Compresión a los 14 días en unidades con 16% de ceniza.....	90
Tabla 61: R. Compresión a los 28 días en unidades con 16% de ceniza.....	91
Tabla 62: Resumen de resultados de ensayos de resistencia a la compresión en unidades de albañilería.....	91
Tabla 63: Modulo de rotura a los 28 días en unidades sin adición de ceniza.	93
Tabla 64: Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 4% de ceniza.....	93
Tabla 65: Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 8% ceniza	94
Tabla 66: Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 12% de ceniza...	94
Tabla 67: Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 16% de ceniza...	95
Tabla 68: Resumen de resultados de ensayos de módulo de rotura en unidades de albañilería.....	95

Índice de figuras

Figura 1. Componentes del Concreto.....	13
Figura 2. Estructura del Concreto.....	14
Figura 3. Agregado Fino	15
Figura 4. Agregado Grueso	16
Figura 5. Etapas de fabricación del cemento	19
Figura 6. Medida de convexidad y concavidad de unidad de albañilería.....	33
Figura 7. Esquema de ensayo de flexo tracción en unidad de albañilería.....	36
Figura 8. Ceniza volante.....	41
Figura 9. Relación entre resistencia y edad en concretos con y sin Ceniza Volante.....	42
Figura 10. Proceso de obtención de ceniza volante.....	45
Figura 11. Esquema de la planta termoeléctrica en Ilo.....	49
Figura 12. Planta termoeléctrica de Ilo.....	50
Figura 13. Barco trasportador de carbón.....	52
Figura 14. Faja transportadora de carbón mineral.....	52
Figura 15. Silos almacenadores de carbón.....	53
Figura 16. Pulverizador	53
Figura 17. Esquema de Procedimiento de investigación.....	58
Figura 18. Ubicación de la provincia de Ilo.....	61
Figura 19. Ubicación satelital de la ciudad de Ilo.....	61
Figura 20. Vista satelital de la planta termoeléctrica – ENGIE.....	62
Figura 21. Planta termoeléctrica de ENGIE.....	62
Figura 22. Granulometría de los agregados	63
Figura 23. Recolección de datos de Unidades de albañilería de concreto.....	63
Figura 24. Composición química de ceniza volante.....	64
Figura 25. Grafica de resultados de ensayos de Variación dimensional en unidades de albañilería.....	69
Figura 26: Grafica de resultados de ensayos de Alabeo en unidades de albañilería.....	73
Figura 27: Grafica de resultados de ensayos a succión en unidades de albañilería.	77

Figura 28: Grafica de resultados de ensayos de Absorción en unidades de albañilería	81
Figura 29: Grafica de resultados de ensayos de densidad en unidades de albañilería	83
Figura 30: Grafica de resultados de ensayos de Resistencia a la Compresión en unidades de albañilería.....	92
Figura 31: Grafica de resultados de ensayos de módulo de rotura en unidades de albañilería.....	96
Figura 32: Grafica de resultados de Variación Dimensional	99
Figura 33: Grafica de resultados de Alabeo	99
Figura 34: Grafica de resultados de Variación Dimensional.....	100
Figura 35: Grafica de resultados de Alabeo.....	100
Figura 36: Grafica de resultados de Absorción	101
Figura 37: Grafica de resultados de Absorción	102
Figura 38: Grafica de resultados de Resistencia a la Compresión	103
Figura 39: Grafica de resultados de Resistencia a la Compresión	103
Figura 40: Grafica de resultados de Análisis Químico.....	105
Figura 41 Grafica de resultados de Análisis Químico	106

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo determinar cómo influye los residuos de cenizas volantes en las propiedades de unidades de albañilería en la ciudad de Ilo-Ilo-2021. Para lo cual se evaluaron y determinaron los componentes químicos de las cenizas volantes mediante una prueba de análisis químico, posteriormente se realizaron dosificaciones experimentales en base a un diseño de mezcla patrón. Después se determinó como influye los residuos de cenizas volantes en las Propiedades físicas de unidades de albañilería, así como también se determinó como influye los residuos de cenizas volantes en las Propiedades Mecánicas mediante los ensayos realizados en laboratorio. La investigación fue de tipo Aplicada puesto que parte de antecedentes de otras investigaciones su diseño fue cuasi-experimental puesto que, se manipula una de las variables, con un nivel explicativo y un enfoque cuantitativo ya que parte de una hipótesis y los resultados serán representados numéricamente; en cuanto a la población del proyecto de investigación está conformada por las unidades de albañilería patrón y experimentales con dosificaciones de adición de ceniza volante, los cuales tuvieron la proporción de 4%, 8%, 12%, 16% de cenizas como sustituto parcial del cemento para los ensayos correspondientes al 7, 14, 28 días de edad. Las pruebas se realizaron de acuerdo a la NTP E.070 Albañilería, cuyos resultados según los ensayos varían cuantitativamente en función a las muestras patrón, llegando a la conclusión de que la adición de ceniza volante a 4% y 8% ayuda a la optimización de algunas de las propiedades de las unidades de albañilería y un índice de adición superior a este no es favorable en estas.

Palabras Claves: Cenizas Volantes, Unidades de albañilería, Dosificación, Propiedades físicas, Propiedades mecánicas.

Abstract

The objective of this research was to determine how fly ash residues influence the properties of masonry units in the city of Ilo -2021. For which the chemical components of the fly ash were evaluated and determined by means of a chemical analysis test, later experimental dosages were carried out based on a standard mixture design. Afterwards, it was determined how the fly ash residues influence the physical properties of masonry units, as well as how the fly ash residues influence the Mechanical Properties by means of the tests carried out in the laboratory. The research was of the Applied type since part of the antecedents of other investigations, its design was quasi-experimental since, one of the variables is manipulated, with an explanatory level and a quantitative approach since it starts from a hypothesis and the results will be represented numerically ; Regarding the population of the research project, it is made up of the standard and experimental masonry units with addition dosages of fly ash, which had the proportion of 4%, 8%, 12%, 16% of ashes as a partial substitute for the cement for the tests corresponding to 7, 14, 28 days of age. The tests were carried out according to the NTP E.070 Masonry, whose results according to the tests vary quantitatively depending on the standard samples, reaching the conclusion that the addition of fly ash at 4% and 8% helps to optimize the some of the properties of masonry units and an addition rate higher than this is not favorable in them

Key words: Fly ash, Masonry units, Dosage, Physical properties, Mechanical properties.

I. INTRODUCCION

A nivel Internacional, las cenizas volantes son consideradas como un residuo ecológicamente perjudicial para el medio ambiente que son eliminadas por centrales termoeléctricas las cuales son almacenadas o hasta a veces ubicadas en zonas de acopio al aire libre, esta práctica se convierte en un posible peligro para el medio ambiente, ya que el contacto de dicha sustancia con el aire, agua o suelo puede conllevar a grandes índices de contaminación ambiental, en tal sentido es necesario poder tratar o reciclar dicho material para su uso en diferentes actividades que minimicen el impacto ambiental que podrían generar en su estado residual, dicho uso podría generar una optimización en el campo de la industria de la construcción debido a los compuestos físicos químicos que estos podrían sumar como aditivos o sustitutos de algunos materiales en construcción.

En los Estados Unidos de América, la ceniza volante se caracteriza por ser uno de los suplementos cementantes más utilizados en la industria de la construcción provenientes de plantas generadoras de electricidad.

Australia es uno de los Países pioneros en la reutilización de cenizas volantes provenientes de la combustión en centrales termoeléctricas, de esta manera podemos afirmar que la ceniza volante es uno de los productos q más reutilización tiene en todo el país, la ceniza volante obtenida por procesos de combustión son utilizados como aditivos y sustituyente del cemento, logrando de esta manera la reutilización optima y positiva en la fabricación de unidades de albañilería de muy buena calidad y de esta manera mejorando las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

A nivel nacional, el desarrollo del Perú como País, está enfocado primordialmente en el creciente campo de la industria de la construcción, para lo cual es necesario implementar nuevos mecanismos que generen menor costo de producción a gran escala, y de esta manera optimizar la materia prima, minimizar costos y contribuir con el medio ambiente.

Actualmente se elaboran distintos tipos de unidades de albañilería en el Perú teniendo estos como material primordial a la arcilla, concreto y sílice – cal, así como

también de concreto y pueden ser fabricadas industrial o artesanalmente (E.070, 2016).

En la Provincia de Ilo situado en la región de Moquegua se ve una gran demanda de ladrillos de concreto, siendo este el material primordial en su mayoría en la construcción de viviendas a lo ancho y largo de la provincia y a medida que va creciendo el plano urbano, hay una mayor demanda de dichas unidades de albañilería que son fabricadas artesanalmente utilizando una dosificación típica de agua, cemento (IP), agregado.

La central térmica de la provincia de Ilo genera energía eléctrica utilizando como materia prima el carbón y cuyo residuo es la ceniza volante, dicho material es perjudicial para el medio ambiente y una manera de mitigar la contaminación con dicho material es el uso adecuado y reciclaje del mismo como aditivo o sustituto del cemento para mejorar la calidad de las unidades de albañilería de concreto y mejorar los costos de producción.

Es por esta razón por la que se realiza esta tesis de investigación para contar con un material proveniente de los residuos de centrales de termo fusión como son las cenizas volantes y de esta manera economizar costos y aumentar la permeabilidad y resistencia de los ladrillos elaborados artesanalmente para que cumplan los estándares mínimos requeridos.

Es por ello en la actual investigación se ha planteado el siguiente **Problema general:** ¿Cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo - 2021? **Problemas específicos:** ¿Cómo influye la adición de residuos de ceniza volante en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?, ¿Cómo influye la adición de residuos de ceniza volante en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?, ¿Cómo influye la dosificación optima de adición de residuos de ceniza volante en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?, ¿Cómo influye la composición química de residuos de ceniza volante en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?

Justificación de la Investigación:

Justificación Teórica: A través de la presente investigación se busca ampliar los conocimientos acerca del comportamiento físico – mecánico de las unidades de albañilería incorporando como material los residuos de cenizas volante obtenidas de la planta térmica de la provincia de Ilo del departamento de Moquegua, los cuales tienen compuestos que benefician y optimizan las propiedades mecánicas y físicas de las unidades de albañilería de concreto.

Justificación Metodológica: Es de vital importancia seguir los procedimientos metodológicos y estándares en ingeniería para realizar una investigación técnica y científica óptima. Es necesario tener una formación adecuada y experiencia en el campo, puesto que el soporte fundamental metodológico radica en el diseño de investigación.

Justificación técnica: La presente investigación emplea los residuos de cenizas volantes como sustituto parcial del cemento para mejorar las propiedades del concreto en unidades de albañilería artesanales, con tal fin se busca optimizar las propiedades físicas y mecánicas, aplicando ensayos acordes a la norma técnica peruana especificado en el RNE E.070.

Justificación social: Es de suma importancia que tanto los elementos estructurales y unidades de albañilería brinden una resistencia adecuada puesto que un gran porcentaje de viviendas de la provincia de Ilo son construidas con estas unidades de albañilería cuyo material es el concreto, esto requiere una optimización del material a usar, de esta manera mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en unidades de albañilería y el comportamiento de este en cuanto a factores físicos, químicos y climáticos. La sociedad lleña requiere unidades de albañilería con más tiempo de vida útil a menor costos de producción y sean resistentes a factores físicos, químicos, climáticos de esta manera contribuir al impacto ambiental generada por estos residuos de cenizas volantes.

Hipótesis:

Hipótesis general: La adición de residuos de cenizas volantes influyen de manera positiva en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.

Hipótesis específicas:

La adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021. La adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021. La dosificación óptima de adición de residuos de cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo - 2021. La composición química de los residuos de cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.

Objetivos:

Objetivo general: Determinar cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.

Objetivos específicos: Determinar cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021. Determinar cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021. Determinar la dosificación óptima de adición de residuos de ceniza volante en unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021. Determinar la composición química de los residuos de cenizas volantes mediante la prueba de análisis químico, para unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes internacionales tenemos a Aguilar Jessica (2019), de la universidad Santo Tomas Sede Tunja, cuyo **objetivo** fue analizar la ceniza, analizar su comportamiento en la elaboración de unidades de albañilería donde se utilizó el carbón de industria ladrillera de bellavista, La **metodología** utilizada por la investigadora fue de tipo aplicada con un diseño experimental, en el cual se utiliza la norma técnica colombiana NTC 4017, y de ahí se tomó en cuenta, que se debe realizar 5 unidades para cada ensayo que se realizara, que son los ensayos a la resistencia de compresión, absorción y tasa inicial de absorción y los porcentajes utilizados son de 0%, 5%, 10% y 15%, por lo que los **resultados** se verifico que la sustitución al 5% por ceniza volante dio un resultado de 14 Mpa a los 28 días de edad, para el 10% de sustitución fue de 16 Mpa y finalmente para el 15% de sustitución fue de 10.28 Mpa en comparación con la muestra patrón que fue de 13 Mpa vemos que la adición parcial supera a la dosificación patrón. En cuanto a la absorción verificamos que la muestra patrón obtuvo una absorción de 17.13% y las dosificaciones por sustitución parcial fueron de 16.10%, 18%, 18.61% respectivamente a los 28 días de edad. Se observó que la absorción aumento con la incorporación de ceniza y aumento la resistencia de las mismas. **conclusión** La incorporación de ceniza de carbón en la elaboración en ladrillos, tuvo efectos positivos, cabe recalcar que la adición a más del 10% de ceniza de carbón, disminuye la resistencia de los ladrillos o unidades de cerámica, lo que se resume en que al superar este porcentaje no es beneficioso para dichas unidades de albañilería.

Maza Olivia (2017), tuvo por **objetivo** Evaluar los efectos de la sustitución parcial de arcilla por residuos industriales (ceniza de bagazo de caña, ceniza volante y humo de sílice) en las propiedades de resistencia y durabilidad de ladrillos cocidos, La **metodología** utilizada por la investigadora fue de tipo aplicada con un diseño experimental, ya que se aplican técnicas en la caracterización de la arcilla y de los residuos industriales evaluados, y los **resultados** nos indica las dosificaciones que son de 20% y 40%, por lo que la resistencia a la compresión según el 20% es de 15.50 Mpa y según el 40% es de 10 Mpa, durante el plazo de 28 días, Así mismo

el resultado de Resistencia a la Flexo-tracción en un 20% es de 6.20 Mpa y en 40% es 3.50 Mpa, se tiene una densidad de 1.71 gr/cm³ en 20% y de 1.31 gr/cm³ en 40% de dosificación, al igual que en el ensayo de absorción es de un 25% y 38%, de tal forma se llega a la **Conclusión** que al emplear las mezclas es posible obtener ladrillos 19.44% y 19.22% más resistentes a esfuerzos de compresión, así como una mayor densidad y absorción respectivamente.

Rojas Leonardo (2015), tuvo por **objetivo** la fabricación y evaluación de 15 ladrillos refractarios, cuya elaboración fue a base de ceniza volante, acarreado de la central termoeléctrica de termozipa, con el fin de identificar y evaluar las propiedades mecánicas y térmicas que pueden sumar los componentes de dichas cenizas en la elaboración y fabricación de estas unidades refractarias prefabricadas. La **metodología** utilizada por el investigador fue aplicada con un diseño experimental, donde se dosifico de la siguiente manera: 85% de ceniza volante, 10% de cal y 5% de melaza. Los **resultados** nos indica que las dosificaciones en ceniza volante en porcentaje de 85%, cal es de 10 % y melaza de 5%, completando así el 100%; en ensayos realizados sobre la resistencia a la compresión a los 28 días de edad, donde se obtuvieron resultados de 46.29 Mpa y en el ensayo de Resistencia a la Flexo-tracción el resultado fue de 7.85 Mpa, también cabe recalcar la densidad obtenida en los ensayos realizados fue de 1.66 gr/cm³ con una absorción del 37.47% por lo que según los resultados finales se da por **conclusión** que los ladrillos fabricados con sustituto de ceniza volante poseen una rango considerable debido a las pruebas ensayada a compresión y flexo-tracción y que pueden ser utilizados para los fines correspondientes.

Como antecedentes nacionales tenemos a Gonzales y Mariños (2019), tuvo como **objetivo** principal evaluar la resistencia de ladrillos de concreto de tipo V, con ensayos de resistencia a la compresión, sustituyendo de manera parcial el cemento por cenizas de cascara de arroz y polvo DONAX sp, a porcentajes del 6%, 12%, y 18% la **metodología** utilizada es Cuasi-experimental, debido a que evaluará el muestrario por medio de ensayos, logrando de esta manera los productos de cuatro grupos de investigación, los **resultados** sobre la incorporación de ceniza de cascara de arroz y polvo donax , la muestra patrón durante los 7 días tuvo una resistencia a la compresión de 122.46 kg/cm², posteriormente a los 14 días de edad

obtuvo una resistencia de 155.66 kg/cm² y a los 28 días fue de 180.10 kg/cm², así mismo la incorporación de 6% de ceniza durante los 7 días de edad tuvo una resistencia a la compresión de 117.22 kg/cm², posteriormente a los 14 días de edad una resistencia de 156.06 kg/cm² y a los 28 días fue de 181.82 kg/cm², para 12% de ceniza tuvo una resistencia a la compresión a los 7 días de edad de 113.44 kg/cm², a los 14 días de edad una resistencia de 154.66 kg/cm² y a los 28 días fue de 181.80 kg/cm², finalmente para el 18% de ceniza durante los 7 días se obtuvo una resistencia a la compresión de 109.68 kg/cm², a los 14 días de edad una resistencia de 152.90 kg/cm² y a los 28 días fue de 179.06 kg/cm². En **conclusión**, podemos afirmar que el porcentaje óptimo de sustitución por cenizas de cascarilla de arroz y polvo de Donax sp en la porción 1:2, es el de 6%, ya que fue el que adquirió más resistencia, la absorción fue menor que la muestra patrón y es el porcentaje que requirió menos cenizas, por lo que se podría producir más unidades de albañilería de este tipo.

Ibáñez y Rodríguez (2018), tuvo por **objetivo** determinar la influencia de las cenizas de aserrín en las propiedades mecánicas y físicas de ladrillos de concreto. La **metodología** utilizada por los investigadores fue un Diseño cuasi-experimental, en la cual se utilizaron dosificaciones de 10%, 15%, 20% para ensayos a 7, 14, y 28 días de edad respectivamente. Los **resultados** obtenidos al agregar la ceniza de aserrín en porcentajes de 10% durante los primeros 7 días de edad fue de 133.95 kg/cm², posteriormente a los 14 días fue de 170.94 kg/cm² y a los 28 días fue de 181.82 kg/cm², para el 15% durante los 7 días de edad fue de 122.43 kg/cm², a los 14 días fue de 171 kg/cm² y a los 28 días fue de 183.97 kg/cm², y finalmente par un porcentaje de 20% a los 7 días de edad fue de 112.38 kg/cm², a los 14 días fue de 173.50 kg/cm² y a los 28 días fue de 185.34 kg/cm², para contrarrestar con los dosificaciones de la muestra patrón que fueron a los 7 días de 133.35 kg/cm², a los 14 días fue 173.32 kg/cm² y finalmente a los 28 días de 184.25 kg/cm² respectivamente. En **Conclusión**, es necesario precisar que al adicionar ceniza de aserrín en la fabricación de unidades de albañilería produce una mejora para la resistencia y demás propiedades físicas y mecánicas del ladrillo según la normativa del Reglamento Nacional de Edificaciones E.070.

Quispe y Vegas (2019), tuvo por **objetivo** la evaluación química y física de la ceniza de biomasa, en el cual se realizaron el aporte de este en ensayos a compresión, densidad que aporta este en la estructuración del ladrillo King Kong 14 de tipo estructural para muros portantes, cuya unidad se comparó con una unidad patrón la cual fue sometida a diferentes ensayos como el de la compresión y absorción. La **metodología** fue con un diseño experimental descriptiva y con un enfoque cuantitativo, debido a que se realizó el diseño y elaboración del ladrillo o unidad de albañilería. Como **resultados** obtenidos en el proceso de investigación tenemos la incorporación de ceniza en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% los que fueron evaluados a base de una muestra patrón, de esta manera podemos decir que para el 5% de incorporación de ceniza se obtuvo un 94.94 kg/cm² de resistencia a la compresión, 1710.25 kg/m³ de densidad de muestra cuya absorción fue del 11.61%, de esta manera también para el 10% de incorporación de ceniza se obtuvo un 70.72 kg/cm² de resistencia a la compresión a los 28 días, 1706.86 kg/m³ de densidad de muestra cuya absorción fue del 12.07%, para el 15% de incorporación de ceniza se obtuvo un 63.47 kg/cm² de resistencia a la compresión, 1673.89 kg/m³ de densidad de muestra cuya absorción fue del 12.26%, finalmente con el 20% de incorporación de ceniza se obtuvo un 34.40 kg/cm² de resistencia a la compresión, 1665.41 kg/m³ de densidad de muestra cuya absorción fue del 13.02%, lo cual fue contrarrestado con la muestra patrón de resistencia 131.21 con densidad de 1605.05 kg/cm³ con una absorción de 12.39%, llegando a la **Conclusión** de que el uso de ceniza de biomasa no es un aditivo beneficioso en la elaboración de unidades de albañilería, puesto que los resultados obtenidos y en contrastación de las hipótesis del investigador no tuvo un aporte significativo en ensayos a la resistencia y absorción del ladrillo tipo King Kong 14.

Criollo y Fraga (2021), the objective of this research is to be able to determine the dosage of concrete blocks when replacing the cement in various percentages (5%, 10%, 20% and 30%) with a fine fraction of volcanic ash. The **methodology** of this research is of an experimental type since tests of the blocks will be carried out with the addition of ash, which are tests of resistance to compression, absorption and density, where the comparison of a standard block without any type of additive and the other samples with the addition of the ash in different percentages that are 5%, 10%, 20% and 30%, so the **results** that have been obtained, through a comparison

that was made between physical-mechanical characteristics of the block pattern and the other blocks that are different due to the percentages of addition of the ash; Regarding the compressive strength at 28 days, they are: standard block - 5.74 MPa; 5% - 4.86 MPa; 10% - 3.84 MPa; 20% - 2.90 MPa and 30% - 2.31 MPa; the block density test the results are: the standard block - 1605.19 Kg / m³; 5% - 1575.86 Kg / m³; 10% - 1550.51 Kg / m³; 20% - 1535.29 Kg / m³; 30% - 1528.35 Kg / m³; and the results in the absorption test in the blocks are: Standard block - 243.08 Kg / m³; 5% - 248.11 Kg / m³; 10% - 249.69 Kg / m³; 20% - 250.35 Kg / m³; 30% - 252.85 Kg / m³, so we can draw the **conclusion** through an analysis of all the results obtained is that the increase in the amount of volcanic ash will lead to an increase in the absorption of the block and also say that there will be a slight decrease in density and in terms of resistance, a percentage between 5 and 10% is recommended since the resistance is greater and complies with the regulations.

Francisco Linhares (2018), Its **objective** optimize and elaborate ecological bricks with high concentrations of high quality fly ash and optimal durability. The **methodology** used by the researcher was applied with a quasi-experimental design, because it manipulates one of the variables, in this case the percentages of fly ash would vary from 50%, 60%, 70% in the elaboration of concrete bricks. respectively. The **results** obtained at the age of 28 days in percentage of 50% addition of fly ash was 10.89 Mpa, for a percentage of addition of 60% of fly ash in the manufacture of bricks was 10.17 Mpa, and finally with a percentage The addition of 70% was 11.31 MPa, thus reaching the **conclusion** that the higher the concentration of fly ash in the dosage, a better response to compression was obtained, since this happens because hydrated lime and cement additions were used. , This is beneficial in the elaboration of ecological bricks since the cost is lower than the cost of elaboration of a standard unit.

Hugo Garcia (2018), Its **objective** was to use the fly ash as a partial substitute or as an additive in the concrete mix for the elaboration and manufacture of concrete blocks and in this way evaluate its structural efficiency. The **methodology** used by the researcher was experimental, since the result sought by the researcher was to find a specimen of low density and high resistance to compression, different dosages were used, among which those used as a substitute stand out partial to fly

ash in percentages of 10%, 15%, 30%, 50%. The **results** obtained by the researcher were in compression tests at 10% replacement at 7 days old, 74.90 kg / cm² was obtained and an absorption coefficient of 22.50 gr / cm² * min, at 14 days of age it was 88.80 kg / cm² and an absorption coefficient of 10.40 gr / cm² * min, and finally at 28 days of age a resistance of 90.90 kg / cm² and an absorption coefficient of 9.60 gr / cm were obtained with a 10% substitution percentage. cm² * min. At 15% replacement at 7 days old, 44.48 kg / cm² and an absorption coefficient of 20.66 gr / cm² * min were obtained, at 14 days of age it was 56.83 kg / cm² and an absorption coefficient of 18.58 gr / cm² * min, and finally at 28 days of age, a resistance of 70.61 kg / cm² and an absorption coefficient of 17.04 g / cm² * min were obtained with a 15% substitution percentage. At 30% replacement at 7 days old, 43.94 kg / cm² and an absorption coefficient of 22.70 gr / cm² * min were obtained, at 14 days of age it was 53.17 kg / cm² and an absorption coefficient of 25.30 gr / cm² * min, and finally at 28 days of age, a resistance of 65.29 kg / cm² and an absorption coefficient of 19.47 gr / cm² * min were obtained with a 30% substitution percentage. At 50% substitution at 7 days old, 29.77 kg / cm² and an absorption coefficient of 27.08 gr / cm² * min were obtained, at 14 days of age it was 34.83 kg / cm² and an absorption coefficient of 25.03 gr / cm² * min, and finally at 28 days of age, a resistance of 51.67 kg / cm² and an absorption coefficient of 22.64 gr / cm² * min were obtained with a 50% substitution percentage, respectively. **Conclusion** The use of fly ash in a percentage of 10% considerably reduces the absorption coefficient, which is why it is concluded that the use of said ash in the elaboration of masonry units is feasible. It is also necessary to specify that the fly ash improves the resistance of the concrete in the units and this is maintained in the face of Mexican regulations, on the other hand that the composition and structure of the ash contributes to sealing the pores of the arid stone materials obtaining and thus generating less absorption, concluded that the use of fly ash as a partial substitute for cement yields better results regarding absorption and resistance tests.

Como **artículos Científicos de investigación** Huaquisto y Belizario (2018), tuvo como **objetivo** la dosificación de mezclas de concreto adicionando diversos porcentajes de ceniza volante de tal modo que no disminuya la resistencia y ayude a mitigar el medio ambiente. La **metodología** utilizada fue no experimental,

cuantitativa y comparativo en el cual se tienen las variantes de porcentajes de ceniza volante y resistencia del concreto. Los **resultados** que se obtuvieron fueron para un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con un asentamiento de 3 y 4.5, con una relación de agua cemento de 0.56, la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14, 28, 90 días fueron a los 7 días: 2.5% - 147 kg/cm^2 ; 5% - 150 kg/cm^2 ; 10 - 139 kg/cm^2 ; 15% - 125 kg/cm^2 , a los 14 días: 2.5% - 180 kg/cm^2 ; 5% - 185 kg/cm^2 ; 10 - 170 kg/cm^2 ; 15% - 159 kg/cm^2 , a los 28 días: 2.5% - 223 kg/cm^2 ; 5% - 231 kg/cm^2 ; 10 - 200 kg/cm^2 ; 15% - 192 kg/cm^2 , a los 90 días: 2.5% - 231 kg/cm^2 ; 5% - 235 kg/cm^2 ; 10 - 211 kg/cm^2 ; 15% - 204 kg/cm^2 , respectivamente. En **Conclusión**, los investigadores indican que las roturas de las muestras tomadas a los 28 días, el mejor resultado obtuvo una resistencia de 231 kg/cm^2 para un 10% de adición de ceniza volante. Y **concluye** que porcentajes de adición mayores al 10% disminuye la resistencia del concreto. Por lo que al sustituir el cemento por la ceniza volante y de esta manera poder lograr mejorar la resistencia del concreto es necesario utilizar porcentajes de un 3% a 6% sin adición de otras sustancias y de tal modo darle una óptima trabajabilidad y durabilidad a un menor costo.

Roa, Paredes y Lara (2017), tuvo por **objetivo** la determinación del mejoramiento de unidades cerámicas macizas aplicando $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y cenizas volantes como refuerzo de dichas unidades. La **metodología** utilizada por los investigadores fue de tipo experimental, cuasi experimental ya que se alterando una de las variables en este caso los porcentajes de sulfato de magnesio en porcentajes de 5% y ceniza volante en porcentajes de 15% y 20%. Los **resultados** obtenidos fueron para la dosificación de 80% de arcilla y 20% de ceniza volante en las unidades de albañilería para la compresión de 158.85 kg/cm^2 a los 28 días de edad, con un porcentaje de absorción de 14.47% y para la dosificación de 80% de arcilla con 15% de ceniza volante y 5% de sulfato de magnesio en compresión de unidad de albañilería fue de 153.83 kg/cm^2 , con un porcentaje de absorción de 15.03%. En conclusión, observamos que la incorporación de sulfato de magnesio a la dosificación de ceniza volante y arcilla no afectó significativamente, y concluimos que el uso de ceniza volante en un porcentaje de 20% sin adición de sulfato de magnesio fue la mejor en cuanto a ensayos de resistencia a la compresión y absorción a los 28 días de edad.

Fuentes, Fragoso y Vizcaíno (2015) tuvo como **objetivo** la determinación de la viabilidad del uso de materiales como cenizas de centrales termoeléctricas y cenizas de cascarilla de arroz como aglomerante puzolanico desde un punto de vista mecánico, con la finalidad de sustituir de manera parcial el cemento en la elaboración de unidades de albañilería. La **metodología** utilizada por los investigadores fue de tipo aplicada con un diseño cuasi experimental puesto q los investigadores alteran una de las variables, en la cual se sustituye parcialmente el cemento por porcentajes de ceniza volante y ceniza de arroz en porcentajes de 10%, 15% y 20% en referencia a una muestra patrón. Los **resultados** obtenidos por la investigación son plasmados en los siguientes datos: ensayos a compresión para muestra patrón a los 7 días fue de 0.815 Mpa y de 1.046 Mpa para los 28 días de edad, para un 10% a los 7 días de edad para la ceniza volante fue de 1.340 Mpa y para la ceniza de cascara de arroz fue 1.022 Mpa y para los 28 días de edad fue C.V. 1.147 Mpa y CCA 1.439 Mpa respectivamente, para un 15% a los 7 días de edad para la ceniza volante fue de 0.889 Mpa y para la ceniza de cascara de arroz fue 0.822 Mpa y para los 28 días de edad fue C.V. 1.235 Mpa y CCA 0.943 Mpa respectivamente. Para un 20% a los 7 días de edad para la ceniza volante fue de 0.688 Mpa y para la ceniza de cascara de arroz fue 0.611 Mpa y para los 28 días de edad fue C.V. 1.162 Mpa y CCA 0.502 Mpa respectivamente. En **conclusión**, podemos decir que es viable el uso de este tipo de cenizas tanto la ceniza volante como la ceniza de cascara de arroz, se puede rescatar que la resistencia a la compresión a porcentajes de 10% y 15% fueron las más optimas en ensayos a la compresión a los 28 días de edad.

Como **Bases Teóricas** relacionadas a las variables tenemos:

El concreto

Se denomina al concreto a la adición de cemento con agregado fino o grueso y aire, adicionando agua en proporción adecuada para obtener una mezcla de propiedades prefijadas como la resistencia (Abanto, 2009).

El concreto es producto de un diseño de mezcla que parte de la selección de materiales disponibles tales como son el cemento, agua, agregados más aditivos, los cuales son dosificados en cantidades relativas (Niño, 2010)

Se define al concreto como una pasta cuya mezcla es de cemento, agua y vacíos, en los cuales se agregan eventualmente aditivos, el cemento envuelve a los agregados llenando los espacios y vacíos entre ellos, actuando primeramente como lubricante y posteriormente como adhesivo (Salamanca, 2001).

Tipos de concreto

Concreto Simple:

Se define al concreto simple como una mezcla de cemento portland más agregado grueso o fino de canto rodado o chancado y agua (Abanto, 2009).

Concreto Armado:

Se define como concreto armado al concreto simple que lleva como refuerzo acero, de otra manera se denomina concreto armado al concreto simple que es parte de armaduras de acero como refuerzo (Abanto, 2009).

Concreto Estructural:

Se considera como concreto que tiene como fin en su diseño cumplir todos los requisitos más estrictos de seguridad. Denominado de otra manera al concreto simple que cumple con todas las especificaciones técnicas requeridas tanto en su dosificación, mezclado y transporte hasta su colocado (Abanto, 2009).

Componentes del concreto

Los componentes de concreto son cuatro, de esta manera la tecnología del concreto los define como cuatro materiales o elementos esenciales que son el cemento, agregado, agua y aditivos como el aire (Pasquel, 1998).

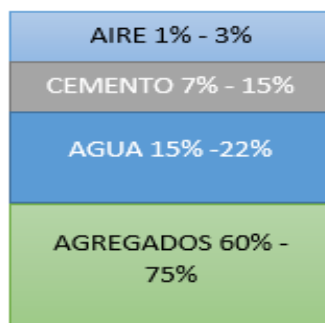


Figura 1: Componentes del Concreto. Elaboración propia.

Agregados

Los agregados son llamados también áridos y son materiales inertes que al momento de combinarse con el cemento el cual funciona como un aglomerante y más agua forman concretos, la importancia de estos está en el volumen que generan en la mezcla ya que constituyen hasta el 75%. (Abanto, 2009).

De otra manera definimos a los agregados como elementos inertes que se aglomeran con la pasta de cemento con el fin de formar una estructura resistente de esta manera proporcionando así una resistencia mecánica (Pasquel, 1998)

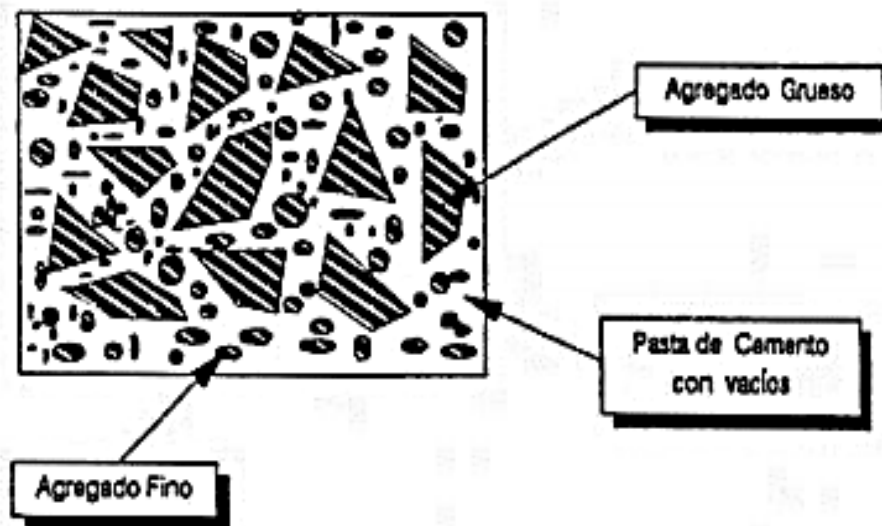


Figura 2: Estructura del Concreto. Adaptado de Navarro, 2011.

Clasificación de los agregados

Los agregados se clasifican de diversas maneras ya sea por su naturaleza, por su densidad y tamaño y generalmente se realiza partiendo desde su procedencia, densidad y tamaño (Niño, 2010).

Tabla 1: Clasificación de agregados o áridos pétreos según tamaño

TAMAÑO DE LAS PARTICULAS EN mm (Tamiz)	DENOMINACION CORRIENTE	CLASIFICACION COMO AGREGADO PARA CONCRETO
<0.002	Arcilla	FRACCION MUY FINA
0.002 - 0.0074 (No 4)	Limo	
0.0075 - 4.76 (No. 200) - (No 4)	Arena	AGREGADO FINO
4.76 - 19.1 (No 4) - (No 3/4")	Gravilla	AGREGADO GRUESO
19.1 - 50.8 (No 3/4") - (No 2")	Grava	
50.8 - 152.4 (No 2") - (No 6")	Piedra	
> 152.4 (6")	Rajon Piedra Bola	

Fuente: Adaptado de Niño, 2010

Clasificación:

Agregado fino

Se considera al agregado fino como un producto que se encuentra de manera natural, que se da mediante la disgregación y desintegración de rocas y piedras que son trituradas por la mano del hombre como también de forma natural, cuyas dimensiones reducidas pasan por los tamices 3/8" y que cumplen con los parámetros de las normas establecidas (ITINTEC, 2006).



Figura 3: Agregado Fino. Elaboración Propia.

Granulometría:

La granulometría es considerada un estudio que se encarga de determinar la distribución del agregado según el tamaño del material que compone una muestra. Se denomina a la distribución de las partículas por tamaños según tamizado. Dicho esto es necesario que la granulometría de la mezcla de arena y piedra proporcione una masa unitaria máxima, de esta manera se busca que los espacios entre las partículas sea lo mínimo posible (Niño, 2010).

Tabla 2: Porcentaje de Granulometría

TAMIZ		% que pasa
3/8"	9.5 mm	100
Nro. 4	4.75 mm	95 a 100
Nro. 8	2.36 mm	80 a 100
Nro. 16	1.18 mm	50 a 85
Nro. 30	600 um	25 a 60
Nro. 50	300 um	10 a 30
Nro. 100	150 um	2 a 10

Fuente: Adaptado de ASTM C33

Agregado grueso

Definimos al agregado grueso como al árido retenido en el tamiz n°4, los cuales pueden proceder de la desintegración natural de rocas y que deben cumplir con la normativa de las normas ITINTEC 400.037, se considera agregado grueso a la piedra chancada, a la grava, etc. (Abanto, 2009).



Figura 4: Agregado Grueso. Elaboración propia.

Gravas

La grava es considerada el conjunto de piedras que son un tamaño pequeño, generalmente es llamado canto rodado, estos provienen de la disgregación que se origina de forma natural en las rocas lisas mediante una acción producida por agentes atmosféricos, este material es utilizado para la construcción y para realizar la mezcla de concreto.

Tamaño máximo

Se define el tamaño máximo del agregado grueso mediante la exigencia que se predomina en los trabajos de encofrados para que estos puedan entrar con facilidad al encofrado y también entre las barras de armaduras.

Se debe emplear agregados que cumplan con la normatividad y que mantengan una constante curva granulométrica, para evitar de tal manera cambios sorpresivos en el comportamiento de las mezclas de concreto (Niño, 2010).

Tabla 3: Porcentaje que pasa por los tamices normalizados

TAMAÑO NOMINAL	% que pasa por las siguientes mallas							
	2"	1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8
2"	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	-	0.5	-
1 1/2"	100	95 - 100	-	35 - 70	-	10 - 30	0.5	-
1"	-	100	95 - 100	-	25 - 60	-	0.1	0.5
3/4"	-	-	100	90 - 100	-	20 - 55	0.1	0.5
1/2"	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0.15	0.5
3/8"	-	-	-	-	100	85 - 100	10 - 30	0.1

Fuente: Adaptado de ASTM C33

Características físicas de los agregados

El agregado grueso y fino está compuesto por granos duros y compactos, estos agregados por su origen natural pueden contener diversas partículas de limo, arcillas u otras materias. Ente estas tenemos:

Peso específico:

El peso específico se denomina como la relación que existe entre el peso y volumen de una sustancia. Las expresiones de la normatividad son adimensionales, ya que el valor de agregados esta valorizada entre 2500 a 2750 kg/m³ (Pasquel, 1998)

Peso Unitario:

Es el resultado de fraccionar el peso de las partículas de agregado entre el volumen total de los agregados, incluyendo los vacíos. Dicho proceso se encuentra normalizado en la NTP 400.017.

Absorción y contenido de Humedad:

Es la influencia que tienen los áridos o agregados para rellenar con agua todos los espacios vacíos al interior de dichas partículas, de tal forma este fenómeno se produce por medio de la capilaridad y no se llegan a llenar con totalidad los poros ya que siempre queda aire atrapado. La importancia radica en que se usara menor cantidad de agua en la mezcla, mejorando de esta manera la resistencia y la trabajabilidad en su estado fresco (Pasquel, 1998).

Módulo de Finura:

Se considera que el módulo de finura es calculado mediante la sumatoria de diversos porcentajes retenidos acumulados de material usado en los diversos tamices que son de tamaño estándar. Rivva (1992) afirma:

Módulo de finura o de fineza es el índice del grosor de los agregados. Es la suma acumulativa de porcentaje de agregados retenidos en las mallas de 3"; 1 1/2"; 3/4"; 3/8"; N° 4; N° 8; N° 16; N° 30; N° 50; y N° 100, estos en porcentaje. (p.167).

Cemento

Se define al cemento como un material aglutinante el cual presenta propiedades como la cohesión y adherencia de materiales áridos minerales entre sí, los cuales forman un todo resistente y compacto (Niño, 2010).

También se le define como un aglomerante hidrófilo, ósea que requiere del agua y que es resultado de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, cuyo producto es la obtención de un polvo muy fino (Pasquel, 1998).

El cemento tiene como propiedad endurecerse y de fraguar en presencia del agua, lo cual conlleva a un proceso de reacción química el cual se conoce como hidratación (Abanto, 2009)

Etapas de la fabricación del cemento.

La elaboración del cemento se da a partir de minerales de consistencia calcárea, así como la caliza, como también materiales de consistencia arcillosa con altos contenidos en sílice y alúmina, de tal manera es siempre necesario adicionar otros productos así como el óxido de hierro con el objetivo de mejorar la consistencia y composición de los materiales primarios (Niño, 2010).

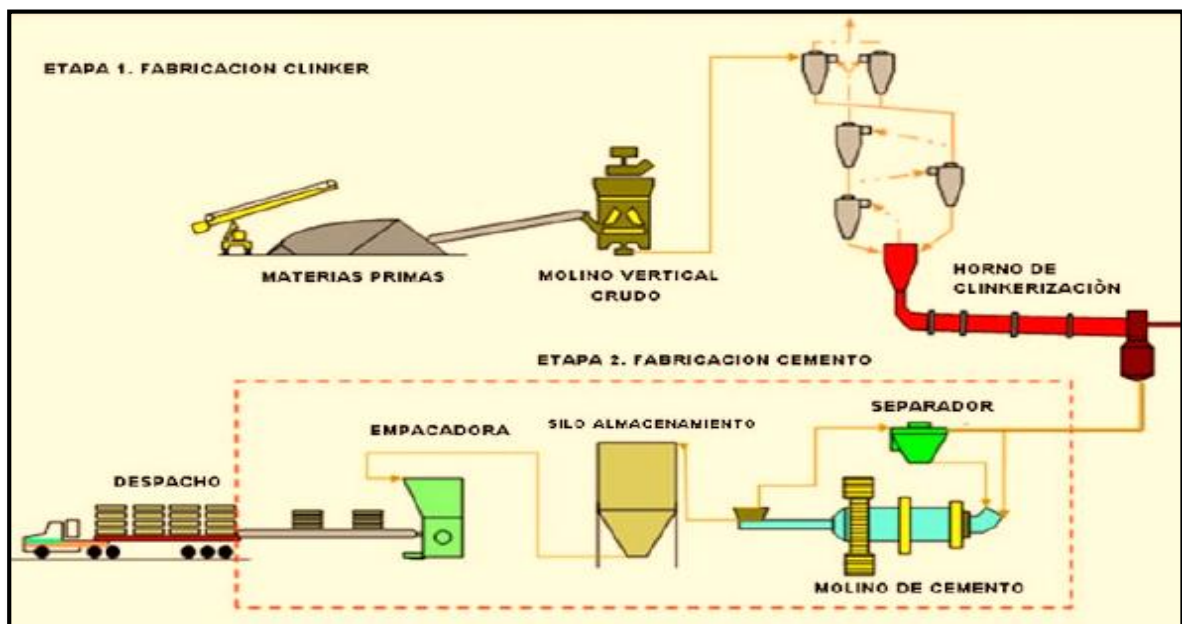


Figura 5: Etapas de fabricación del cemento. Elaboración propia.

Tipos de cemento

Tenemos 5 tipos de cementos q son fabricados cuyas propiedades están normalizadas de acuerdo a la normativa y especificaciones de las normas para cementos portland de la ASTM (Abanto, 2009).

Tipo I: Este tipo de Cemento es utilizado en la elaboración de diversas obras. El uso que se da a este tipo de cemento es para obras de concreto q no tengan contacto o estén inducidas a factores agresivos, se puede utilizar en pavimentación rígida, edificios de concreto armado, pisos, así como puentes y otros (Niño, 2010).

Tipo II: Este cemento generalmente es usado en construcciones que necesite un moderado calor de hidratación, como también un moderada resistencia a la sulfatación por sales, es recomendado para ambientes agresivos , como también en vaciados a gran escala (Pasquel, 1998).

Tipo III: Este tipo se considera como un cemento que logra adquirir una resistencia elevada a una edad temprana, que son entre los 3 y 7 días. Este es un cemento que desarrolla la misma resistencia a los 3 días de edad que los cementos de tipo I y II puesto que estos últimos lo hacen a los 28 días de edad de esta manera desarrolla una alta resistencia en un menor plazo de tiempo (Abanto, 2009).

Tipo IV: Este cemento es utilizada cuando se requiere un bajo calor de hidratación, sin que propicie dilataciones en los elementos de concreto en la fase de fraguado (Abanto, 2009).

Este cemento es muy utilizado en obras de gran envergadura como diques y presas.

Tipo V: Este tipo de cemento es muy utilizado en obras donde se requiere alta resistencia al ataque de sulfatos, y se recomienda para su uso a estructuras expuestas a acciones severas mas no resiste al ataque de ácidos o soluciones acidas como tampoco a soluciones corrosivas (Niño, 2010).

Se aplica a estructuras hidráulicas en contacto con el agua con altas concentraciones de alcalisis y estructuras que están en exposición al agua del mar (Abanto, 2009).

Propiedades del cemento

Las características químicas y físicas del cemento influyen de manera puntual en las propiedades de un concreto en estado sólido y endurecido, pero cabe recalcar que la única propiedad que es utilizada en la proporción de un diseño de mezcla es el peso específico de este (Abanto, 2009).

Propiedades químicas:

Las propiedades químicas se dan con la clinkerización, que es la transformación de la materia prima a productos con mucha más complejidad, esto se da por reacciones en estado sólido. De esta manera la química del cemento emplea abreviaturas de fórmulas químicas de los óxidos que influyen constantemente (Niño, 2010).

Tabla 4: Abreviaturas de los óxidos de cemento

FORMULA	NOMBRE	ABREVIATURA
CaO	Oxido de Calcio "Cal"	A
SiO ₂	Dióxido de Sílice "Silicato"	S
Al ₂ O ₃	Oxido de Aluminio "Aluminato"	A
Fe ₂ O ₃	Óxido de Hierro "Hierro"	F

Fuente: Adaptado de Niño, 2010

Cabe recalcar que los 4 componentes del cemento son formados a partir de estos 4 óxidos (Niño, 2010).

Tabla 5: Compuestos del cemento

NOMBRE DEL COMPUESTO	FORMULA QUIMICA	ABREVIATURA
Silicato tricalcico	3CaO . SiO ₂	C ₃ S
Silicato dicalcico	2CaO . SiO ₂	C ₂ S
Aluminato tricalcico	3CaO . Al ₂ O ₃	C ₃ A
Ferro aluminio tetracalcico	3CaO . Al ₂ O ₃ . Fe ₂ O ₃ . CaSO ₄ . 2H ₂ O	C ₄ AF

Fuente: Adaptado de Niño, 2010

Propiedades físicas

Dentro de las propiedades más importantes del cemento tenemos la finura, densidad, fraguado, consistencia, resistencia a la compresión y resistencia a la flexo-tracción (Niño, 2010)

Agua

El agua es un líquido que resulta esencial para preparar una mezcla de concreto como también en la etapa de curado, por lo que es importante recalcar que no solo su cantidad de uso es importante si no también la calidad del agua tanto físicamente como químicamente. El agua es un líquido esencial en la etapa de preparación de mezcla de concreto, puesto que se relaciona directamente con la trabajabilidad y resistencia en la etapa de solidificación del concreto (Abanto, 2009).

El agua es un ingrediente primordial en la preparación de la mezcla de concreto, puesto que tiene q desempeñar una función muy importante en este, ya sea en su estado fresco o endurecido (Niño, 2010).

Requisitos que debe cumplir

El agua que se emplea en la mezcla de concreto debe ser limpia, libre de impurezas, así como libre de aceites, sales o algún material orgánico e inorgánico q sea perjudicial para este o cualquier tipo de sustancia o partícula q no sea beneficioso para el concreto o el acero (Abanto, 2009).

Tabla 6: Tabla de valores máximos permisibles del agua

SUSTANCIAS DISUELTAS	VALOR MAXIMO ADMISIBLE
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de Magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H	Mayor de 7
Solidos en suspension	1500 ppm
Materia organica	10 ppm

Fuente: Adaptado de Abanto, 2009

El agua de Mezcla

El agua que se utiliza en la mezcla de concreto cumple 3 funciones muy importantes y principales: debe trabajar como lubricante en estado fresco del concreto para que este tenga una mejor trabajabilidad, debe de reaccionar con el cemento para que este tenga la hidratación adecuada, generar vacíos adecuados para que estos se puedan hidratar de la mejor manera posible y así poder tener un mejor desarrollo (Pasquel, 1998)

Es importante saber que el agua encontramos impurezas, las cuales pueden ocasionar alteraciones químicas y de esta manera perjudican al comportamiento de la mezcla de concreto.

Tabla 7: Concentración de impurezas de agua en mezclas de concreto.

TIPO DE IMPUREZA	VALOR MAXIMO RECOMENDADO
Acido inorganico	1000 ppm
Aceite mineral	2%
Agua de mar	
Para concreto no reforzado	35.000 ppm
Para concreto reforzado	NO RECOMENDABLE
Agua sanitaria	20 ppm
Azucars	500 ppm ³
Carbonato de calcio y magnesio	400 ppm
TIPO DE IMPUREZA	VALOR MAXIMO RECOMENDADO
Carbonatas y bicarbonato de sodio y potasio	1.00 ppm ³
Cloruro de calcio	30000 ppm
Cloruro de magnesio	40000 ppm
Cloruros	
Estructuras con bajo potencial de corrosion	20000 ppm
Concreto reforzado	500 ppm
Estructuras con elementos galvanizados	1.000 ppm
Hidroxido de potasio	1.20%
Hidroxido de sodio	0.50%
Particulas en suspension	2000 ppm
Ph	6-Ago
Sales de hierro	40000 ppm
Sales de magnesio, estaño, zinc, cobre y plomo	500 ppm
Sulfato de magnesio	25000 ppm
Sulfato de sodio	10000 ppm
Sulfato de sodio	100 ppm

Fuente: Adaptado de Niño, 2010

El agua para curado

Es necesario tomar en cuenta que los requisitos establecidos para el agua de un diseño de mezclas deben ser cumplidos de igual manera en el uso de agua para el curado, como también se puede apreciar el uso de agua en las obras que son utilizadas tanto para la preparación de la mezcla y de la misma fuente para el curado del concreto (Pasquel, 1998).

Diseño de Mezclas

Podríamos decir que en el diseño de mezclas, teóricamente, se da mediante la aplicación técnica y también de manera práctica, mediante saberes científicos en sus componentes, esto conlleva a que se tenga que satisfacer de una manera óptima los requerimientos técnicos dentro de un proyecto constructivo (Pasquel, 1998).

El objetivo que se busca con un diseño de mezclas de concreto es la viabilidad de encontrar una composición más práctica y por ende más económica de materiales para que estos puedan satisfacer los requerimientos técnicos óptimos para su uso (Niño, 2010)

Métodos de Diseño de Mezclas

- Método del ACI (American Concrete Institute)
- Método de WALKER
- Método del módulo de fineza
- Método del agregado global
- Método de fuller
- Otros.

PASOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS (Método del comité 211 del ACI)

1. Selección de la resistencia promedio a partir de la resistencia en compresión especificada.

Tabla 8: Resistencia a la compresión promedio ACI.

f'c	f'cr
Menos de 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Sobre 350	f'c + 98

Fuente: Adaptado de Comité 211 del ACI

2. Se procede con la elección del tamaño máximo nominal (TMN) del agregado grueso.
3. Selección del asentamiento.

Tabla 9: Consistencia y asentamientos.

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Fuente: Adaptado de Comité 211 del ACI.

4. Selección del volumen de agua de diseño.

Tabla 10: Consistencia y asentamientos

Asentamiento	Agua en lt/m³ Para Los Tamaños Máximos Nominales de Agregado y Consistencia Indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	--
% aire atrapado	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5	0,3	0,2
Concreto Con Aire Incorporado								
1 a 2	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7	216	205	197	184	174	166	154	--
% Aire Atrapado en función del grado de exposición								
Normal	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Moderada	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Extrema	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

Fuente: Adaptado de Comité 211 del ACI

5. Elección del contenido de aire atrapado
6. Selección de la relación agua – cemento (a/c) por resistencia o por durabilidad.

Tabla11: Relación Agua/cemento

F'cr (28 días)	Relación Agua-Cemento Diseño en Peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
450	0,38	--
400	0,43	--
350	0,48	0,40
300	0,55	0,46
250	0,62	0,53
200	0,7	0,61
150	0,8	0,71

Fuente: Adaptado de Comité 211 del ACI

Tabla 12: Requisitos para condiciones especiales de exposición.

Condición de la exposición	Relación máxima a/c para concretos de peso normal	f'c mínimo para concretos de peso normal
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0,50	280
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0,45	310
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0,40	350

Fuente: Adaptado de RNE – Norma E-060

7. Determinación del factor cemento (F'c)

$$\text{factor cemento} = \frac{\text{Volumen Unitario}}{a/c}$$

8. "Determinación del contenido de agregado grueso".

Tabla 13: Modulo de fineza del agregado fino

agregado grueso	Módulo de Fineza del Agregado Fino			
	2,4	2,6	2,8	3
3/8"	0,5	0,48	0,46	0,44
1/2"	0,59	0,57	0,55	0,53
3/4"	0,66	0,64	0,62	0,6
1"	0,71	0,69	0,67	0,65
1 1/2"	0,76	0,74	0,72	0,7
2"	0,75	0,76	0,74	0,72
3"	0,81	0,79	0,77	0,75
6"	0,87	0,85	0,83	0,81

Fuente: Adaptado de Comité 211 del ACI

9. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos de cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso
10. Determinación del volumen absoluto de agregado fino y determinación del peso seco del agregado fino
11. Calcular los estándares de diseño de los componentes del concreto
12. Corrección por humedad y absorción del agregado fino y grueso
13. Determinación de las proporciones en peso

Unidad de albañilería

El reglamento nacional de Edificaciones define a las unidades de albañilería como bloques y ladrillos de arcilla o de concreto como también de sílice y cal, estas unidades o elementos pueden ser a su vez sólidas, tubulares, huecas o alveolares y depende al tipo de trabajo que se realizara (E.070, 2016).

Debemos definir que el ladrillo es una unidad cuyas dimensiones y peso nos permite manipularlos con una sola mano, así mismo también denominamos que el bloque es aquella unidad de albañilería que requiere para su manipuleo las dos manos (E.070, 2016).

Dichas unidades de construcción pueden ser de consistencia sólida, como también hay huecas, alveolares y también tubulares y estas pueden ser fabricadas de manera industrial como también artesanal (E.070, 2016).

Debemos de tener en cuenta que aquellas unidades de albañilería de concreto deberán ser utilizadas posterior a su resistencia especificada y así mismo utilizar su estabilidad volumétrica, sin embargo para el caso de unidades que son fabricadas con concreto el plazo mínimo a ser utilizadas es a los 28 días de edad de acuerdo a la Norma técnica Peruana (E.070, 2016).

Las unidades de albañilería de concreto tienen una gran ventaja sobre otras unidades de material diferente, puesto que estas dependiendo de su dosificación que se use, se puede llegar a una resistencia optima según al uso q sean destinadas las unidades (San Bartolome, 1994).

Clasificación para fines estructurales

Según el RNE las unidades de albañilería deben tener las siguientes características para que sean utilizados con fines estructurales:

Tabla 14: Clasificación de Unidades de Albañilería con fines estructurales.

CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (max en mm)	RESISTENCIA CARACTERISTICA A COMPRESION f'b mínimo en Mpa (kg/cm2) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Mas 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 (50)

Fuente: Adaptado de RNE, E.070, 2006.

Para San Bartolomé (1994) considera: “La clasificación de los ladrillos según la Norma ITINTEC 331.017 se da de la siguiente manera” (p.112).

Tipo I.- Este tipo de ladrillos se caracterizan por tener una durabilidad y resistencia característicamente baja y son empleados en actividades donde se requiere mínimas condiciones de exigencia, evitando de esta manera el contacto con la intemperie suelo o lluvia (San Bartolome, 1994).

Tipo II.- Son utilizadas en actividades de construcción moderadas, puesto que estos ladrillos se caracterizan por tener una baja resistencia, al igual que el tipo I no deben estar en contacto con directo con el agua o suelo (San Bartolome, 1994).

Tipo III.- Esta clase de ladrillos son considerados de mediana resistencia por su composición estas pueden emplearse en condiciones regulares de intemperismo (San Bartolome, 1994).

Tipo IV.- Estos ladrillos son aptos para ser utilizados bajo condiciones de intemperismo moderado y se caracterizan por tener una alta resistencia y durabilidad (San Bartolome, 1994).

Tipo V.- Esta clase de unidades de albañilería son utilizadas bajo condiciones de intemperismo similares a las de tipo IV, y se caracterizan por ser unidades con una alta durabilidad y resistencia (San Bartolome, 1994).

Limitaciones en su aplicación

Según el RNE la aplicación y el uso de las unidades de albañilería está regida según las zonas sísmicas del territorio peruano las cuales están indicadas en la NTE E.030.

Por lo tanto, el Reglamento Nacional de Edificaciones establece que las condiciones mínimas para el uso de unidades de albañilería, los cuales pueden ser exceptuadas con sustento técnico apropiado por un ingeniero civil.

Tabla 15: Limitaciones para el uso de unidades de albañilería

LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERIA 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
Solido Artesanal*	No	Si, hasta 2 pisos	Si
Solido Industrial	Si	Si	Si
Alveolar	Si Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout.
Hueca	No	No	Si
Tubular	No	No	Si, hasta dos pisos

Fuente: Adaptado de RNE, E.070, 2006.

Propiedades Físicas y mecánicas de unidades de albañilería en relación a su utilización en albañilería:

Para el conocimiento de unidades de albañilería es preciso conocer sobre la resistencia de la albañilería, así como también la durabilidad frente al intemperismo, sin embargo, cabe recalcar que no siempre la mejor unidad proporcione en si la mejor albañilería.

Las propiedades que están vinculadas a la resistencia de la albañilería son: Resistencia a la compresión y tracción, Variabilidad dimensional, Succión.

Las propiedades vinculadas a la durabilidad de estas son: Resistencia a la compresión y densidad, absorción y coeficiente de saturación.

Es necesario presar y clasificar dichas propiedades en 2 grupos:

A. Propiedades Físicas

- Variación dimensional
- Alabeo
- Succión
- Absorción
- Densidad
- Coeficiente de saturación

B. Propiedades mecánicas

- Resistencia a la compresión
- Resistencia a la flexo-tracción

Pruebas

Según la normatividad del RNE E.070, las unidades de ladrillos son sometidos a las siguientes pruebas:

Muestreo:

El muestreo es una prueba que se realiza a las unidades de albañilería a pie de obra, que consiste que por cada conjunto de ladrillos de hasta 50 millares debe seleccionarse 10 al azar, en las cuales se realiza pruebas de variación dimensional y alabeo, de las cuales 05 unidades serán ensayadas a compresión y las restantes 05 a absorción (E.070, 2016).

Variación Dimensional:

Según el RNE (Reglamento nacional de Edificaciones), para poder hallar la variación de las unidades de albañilería se deberá seguir el procedimiento establecido en las Normas NTP 399.613 - NTP 399.604 (E.070, 2016).

Según la normatividad ITINTEC 331.017 las dimensiones de una unidad de albañilería se definen como: largo, ancho y alto en unidades de centímetros.

Es necesario determinar la prueba de variación dimensional para la determinación del espesor de juntas de albañilería, es necesario precisar que por cada 3 mm de incremento en las juntas horizontales la resistencia decae y disminuye hasta en un 15%, de igual manera disminuirá la resistencia al corte (San Bartolome, 1994)

Se calcula la variabilidad dimensional en porcentaje dividiendo la desviación estándar por el promedio para cada dimensión con la siguiente formula:

$$V\% = \frac{\delta}{Promedio}$$

Donde:

V% = Variabilidad Dimensional en %

δ = Desviación estándar

Alabeo:

Para la prueba de alabeo deberá seguirse los procedimientos estipulados en la normativa de la Norma Técnica Peruana. Cabe recalcar que a mayor alabeo en las unidades de albañilería se conducirá a un mayor espesor en las juntas horizontales, debido a esto es posible que puedan surgir fallas de tracción por flexión en los ladrillos (E.070, 2016).

Se denomina alabeo a la forma cóncava o convexa de la unidad de albañilería el cual produce un mayor espesor de la junta que puede con llevar a la disminución en la adherencia del mortero entre unidades de albañilería, formándose vacíos entre las zonas alabeadas, hasta puede ocasionar fallas en cuanto a flexión en los ladrillos.

El procedimiento para esta prueba se realiza colocando la unidad de albañilería sobre una plataforma o superficie plana, posteriormente se procede a colocar una cuña graduada milimétricamente en la zona con mayor alabeo, así mismo se debe colocar una regla con la finalidad que conecte los extremos en diagonal de la unidad a muestrear y de esta manera colocar la cuña en el punto que tenga una mayor deflexión, el resultado que se obtenga será expresado en milímetros (San Bartolome, 1994).

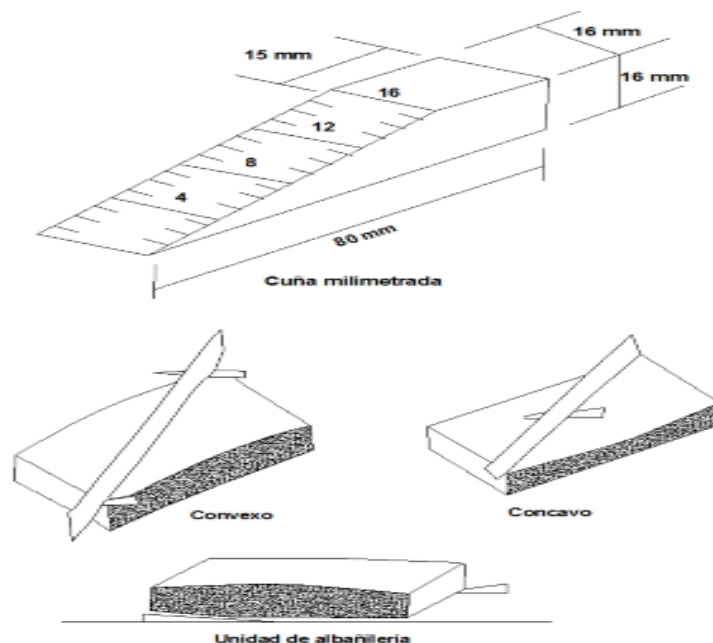


Figura 6: Medida de convexidad y concavidad de unidad de albañilería. Adaptado de NTP, 2015.

Resistencia a la Compresión: Para los ensayos a compresión, las muestras deben estar secas, por la cual se colocará un camping de yeso o de cemento si esta está muy alabeada, luego se aplica una carga de forma vertical a velocidad constante de desplazamiento entre los cabezales del equipo de compresión, la velocidad no debe exceder los 1.25 mm/min o de otra forma controlar la velocidad para que la rotura sea efectuada entre los 3 a 5 minutos.

Por lo tanto es necesario recalcar que la resistencia unitaria esta expresada como un resultado de la carga de rotura la cual esta es dividida por su área bruta, realizada en unidades solidas o como también se divide entre el área neta y esto se realiza en unidades huecas. Según la normatividad de la Norma ITINTEC 331.019 nos dice como poder clasificar a las unidades por su resistencia, por lo que su resultado promedio realizado en los ensayos menos, la desviación estándar , debe obtener un valor superior al límite inferior estipulado en la presente norma (San Bartolome, 1994).

Es importante mencionar que el ensayo a la resistencia de compresión solo expresa calidad de la muestra empleada y ensayada bajo condiciones iguales, lo cual se traduce a que mayor sea la resistencia, mayor será la durabilidad de este.

Las unidades debes ser colocadas en un horno a 110°C por lo menos 24 horas para q estas estén completamente secas.

Refrenar las caras que se encuentran opuestas por medio de una capa delgada de yeso menor a 3 mm para que la carga aplicada sea distribuida uniformemente en toda el área de contacto de la unidad, posteriormente dejar que el yeso tenga un secado de 24 horas para que finalmente se realice los ensayos.

Para realizar el ensayo con la maquina a compresión, debe aplicarse una carga que tendrá una velocidad constante y esta deberá ser controlada de tal modo que el tiempo de rotura oscile entre los 3 a 5 minutos respectivamente por cada ejemplar.

Finalmente se calcula la resistencia a la compresión con la siguiente formula:

$$f'_{cb} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{P_u}{Area}$$

Donde:

- f'_{cb} = Resistencia a la compresión de la unidad
- P_u = Carga ultima aplicada al espécimen
- Área = Área de las caras de apoyo de la unidad

Tracción por flexión

La técnica empleada para realizar el ensayo a flexo-tracción, es el empleo de una carga que se encuentra concentrada en el punto medio de la unidad de albañilería a una velocidad constante sobre el desplazamiento de los cabezales de la máquina de ensayos cuya velocidad debe ser de 1.25 mm/min aproximadamente, luego del proceso, se calcula la resistencia aplicando la fórmula de flexión (San Bartolome, 1994).

En este ensayo se apoya la unidad sobre 2 barras de acero solido liso de 3/8", dichas barras deberán estar separadas 18 cm en la cara inferior de la unidad. Se aplica una carga vertical en el centro de la unidad de albañilería de manera concentrada, dicho ensayo se realiza con la misma máquina de ensayo a la compresión.

La resistencia a la tracción por flexión se calcula con la formula siguiente:

$$f_{tb} \left(\frac{kg}{cm^2} \right) = \frac{3PL}{2 * b * h^2}$$

Donde:

P = Carga máxima aplicada al espécimen

L= Longitud de apoyos

b = Ancho de unidad

h = Altura de Unidad

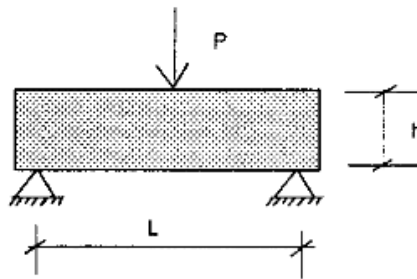


Figura 7: Esquema de ensayo de flexo tracción en unidad de albañilería. Adaptado de San Bartolomé, 1994.

Succión (S), Absorción (A), Absorción Máxima (Am), Coeficiente de saturación (CS) y Densidad (D)

Cabe recalcar que la normativa para los ensayos de absorción nos dicen que se realizaran según la Norma NTP 399.604: 2002 y 399.1613 (E.070, 2016).

Es necesario especificar que la densidad (D) está vinculada con la resistencia a la compresión y de tal modo para realizar la ejecución de esta prueba se debe de utilizar el principio de Arquímedes. Por otro lado, debemos saber que el coeficiente de saturación (CS) es una mediada de la durabilidad de la unidad. De tal manera es necesario saber que la prueba para hallar la densidad (D) y el coeficiente de saturación (CS) nos debe permitir también hallar el área neta (A_n) así como la succión (S) y la absorción (A,AM) en unidades de albañilería (San Bartolome, 1994).

Para calcular la D, A, Am, S, se utilizan unidades de albañilería provenientes de los ensayos de variación dimensional y alabeo, para lo cual se debe calcular en el siguiente orden las muestras a ensayar.

Po = peso (gr) en estado natural

P1 = peso (gr) de la unidad secada en un horno a 110 °C

P2 = peso (gr) de la unidad, luego de haber sumergido su cara de asiento en una película de agua de 3 mm durante 1 minuto

P3 = peso (gr) de la unidad saturada, luego de haber estado 24 horas en una poza de agua fría

P4 = peso (gr) de la unidad completamente saturada, luego de haber estado durante 5 horas en agua en ebullición

P5 = peso (gr) de la unidad en estado de inmersión total en agua fría

Luego de haber tomado los datos de los pesos en los diferentes criterios se proceda a calcular los siguientes valores.

Humedad natural :

$$Hn\% = 100 * \frac{Po - pl}{Pl}$$

Succión:

$$\frac{gr}{200cm^2/min} = 200 * \frac{P2 - P1}{Area\ de\ cara\ de\ Asiento}$$

Absorción:

$$A\% = 100 * \frac{P3 - P1}{P1}$$

Absorción máxima:

$$Am\% = 100 * \frac{P4 - P1}{P1}$$

Coefficiente de Saturación:

$$CS = \frac{A}{Am}$$

Volumen:

$$V = P4 - P5$$

Área neta:

$$An = \frac{V}{h}$$

Densidad (gr/cm3)

$$d = \frac{P1}{V}$$

Aceptación de la unidad

Según el RNE la aceptación de las unidades de albañilería estará regidas por los siguientes parámetros:

Cabe recalcar si la muestra tomada presenta una dispersión de más del 20% para unidades de procedencia industrial y 40% para unidades hechas artesanalmente, se tendrá que ensayar otra muestra, si sea el caso q persista la dispersión en los resultados últimos, se tendrá que rechazar el lote completo (San Bartolome, 1994).

También la absorción en unidades fabricadas de arcilla como también las de sílice calcáreas no debe ser mayor al 22%, para los bloques de concreto de clase P la absorción no será mayor a 12% y para los de tipo NP no será mayor al 15% (E.070, 2016).

Los espesores mínimos de las caras laterales de las unidades que van a la superficie de asentado tendrá que ser de 2 mm para bloques de clase P y de 12 mm para los bloque de clase NP según (E.070, 2016).

Cabe mencionar al respecto de que las unidades fabricadas no deben de poseer en su estructura ningún tipo de residuo o partícula de procedencia calcárea (E.070, 2016).

Es necesario precisar que las unidades de arcilla deberán poseer una coloración uniforme en su cocción como también no deben de tener vitrificaciones en su consistencia, al ser golpeadas con un objeto metálico este deberá tener un sonido metalizado (E.070, 2016).

Las unidades no deben presentar resquebrajaduras, fracturas o algún a característica peculiar a grietas o hendiduras que degraden su apariencia resistencia y durabilidad (E.070, 2016).

De esta manera también las unidades no deben poseer ningún tipo de manchas o vetas blanquecinas ya sea de origen salitroso o de otro origen, las unidades deben estar limpias sin mancha alguna (E.070, 2016).

Fabricación de ladrillos de concreto

Según San Bartolomé (1994) nos indica que:

Cabe mencionar que en la fabricación de unidades de albañilería de manera artesanal se utiliza en su mayoría la dosificación de 1:2:4, que es el uso de arena tipo confitillo de ¼" y cemento, esto a su comparación con unidades de procedencia industrial es por peso, cabe mencionar que en ambas situaciones la cantidad de agua es relativamente baja con un slump de 1" a fin de permitir una desmoldamiento limpio sin desmoronación (San Bartolome, 1994).

Es necesario proponer la utilización de mesas de vibrado puesto que resulta una alternativa en la fabricación de unidades de albañilería, puesto que la calidad de estos va depender de su etapa de proceso de fabricación primordialmente de la dosificación y de la correcta determinación de sus agregados, moldeo, compactación y curado (Arrieta & Peñaherrera, 2001).

El mezclado puede hacerse de manera artesanal a mano o de forma industrial, el moldeo de las unidades debe ser a vibro-compresión, para esta actividad debe utilizarse maquinas estacionarias o chuceado de mezcla en moldes de procedencia artesanal (San Bartolome, 1994).

Aditivo

Denominamos aditivo a las sustancias que se añaden a los componentes fundamentales de un concreto con el fin de mejorar y modificar algunas de sus propiedades tanto químicas como físicas y de esta manera hacerlo mejor para el fin que sea destinado (Abanto, 2009).

También podemos definirlos como materiales inorgánico y orgánicos y que estos se incluyen a una mezcla de concreto con la finalidad de modificar algunas de sus características de este, también afectara tanto en su proceso de hidratación como el de endurecimiento e incluso en la estructura interna del concreto (Pasquel, 1998).

Se pueden definir como aditivos químicos que como productos artificiales ya que se añade en pequeñas cantidades en el concreto, de esta manera modificando alguna de sus propiedades de origen, se pueden presentar en diversas formas

como líquida, polvo o pasta y las dosificaciones varían según el producto y el valor es del 0.1% al 5% del peso del cemento. Actualmente se considera como un componente habitual en el concreto (Bolívar I.C., 2006).

Clasificación de los Aditivos

Según Niño Hernández los aditivos se clasifican en:

Tabla 16: Clases de aditivos para concreto.

TIPO DE ADITIVO	EFFECTO DESEADO
Aditivos convencionales	
Plastificantes	Plastificar o reducir agua entre 5% y el 12%.
Retardantes	Retardar el tiempo de fraguado.
Acelerantes	Acelerar el fraguado y el desarrollo de la resistencia a edades tempranas.
Plastificantes retardantes	Plastificar o reducir agua entre el 5% y el 12% y retardar el fraguado
Plastificantes acelerantes	Plastificar o reducir agua entre el 5% y el 12% y acelerar el fraguado.
Super - Plastificantes	Super-plastificar o reducir agua entre el 12% y el 30% y retardar el tiempo de fraguado.
Inclusor de aire	
Aditivos minerales	Aumentar la impermeabilización y mejorar la manipulación.
Cementantes	Aumentar propiedades cementantes y sustituir parcialmente el cemento.
Puzolanas	Mejora la manipulación, la plasticidad, la resistencia a los sulfatos, reducir la permeabilidad, reducir el calor de hidratación y sustituir parcialmente el cemento y rellenar.
Inertes	Mejora la trabajabilidad y rellenar.
Aditivos misceláneos	
Formadores de gas	Generar expansión antes del fraguado.
Impermeabilizantes	Disminuir la permeabilidad.
Ayuda de bombeo	Mejora la capacidad de bombeo.
Inhibidores de corrosión	Reducir el avance de la corrosión en ambientes con cloruros
Colorantes	Darle color al concreto.

Fuente: Adaptado de Niño, 2010.

Ceniza Volante

La norma ASTM-C618-08 define el concepto de ceniza volante como:

La ceniza es el residuo fino y dividido que resulta de la combustión del carbón molido o en polvo, y este residuo se transporta por medio de los gases generados por la combustión (ASTM C618-08, 2008).

Se puede definir como ceniza volante a un producto proveniente de la combustión de carbones que se realizan en las centrales termoeléctricas que son utilizados con el fin de generar energía eléctrica.

Las centrales termoeléctricas utilizan 4 tipos de carbón mineral, lignito, antracita, bituminosos y sub-bituminoso los cuales tienen diferentes propiedades en cuanto a su poder calorífico y cantidad de carbón presente.

Debemos saber que las cenizas de carbón son generalmente consideradas como una adición inerte y es utilizado como sustitutorio parcial del cemento o como de un agregado fino. Las cenizas más adecuadas pueden ejercer simultáneamente 3 funciones que suelen ser de forma inseparable.



Figura 8: Ceniza volante. Elaboración propia.

Según Bolívar (2006) los efectos de las cenizas volantes en las propiedades del concreto fresco son:

Incremento en el periodo de tiempo de fraguado, de igual modo el incremento de la trabajabilidad, generando reducción de exudación y mayor aptitud para el bombeo.

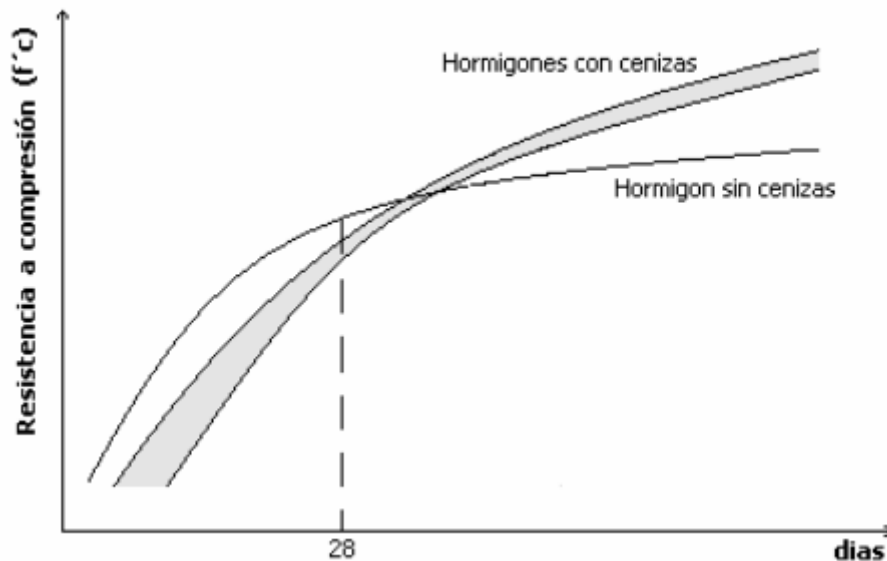


Figura 9: Relación entre resistencia y edad en concretos con y sin Ceniza volante. Adaptado de Bolívar I.C. 2006.

La Norma *ASTM-C-618-08* divide a la ceniza volante en 3 grandes grupos:

Clase N: Son puzolanas naturales, requieren calcinación para inducir propiedades satisfactorias.

Clase F: Cenizas con propiedades puzolanicas.

Clase C: Cenizas con propiedades puzolanicas y cementicias.

Composición de la Ceniza Volante de Carbón

La composición mineralógica y química de los carbones van a depender principalmente de su contenido de minerales no combustibles y de las reacciones sufridas durante el periodo de combustión.

Tabla 17: Principales Tipos de carbón.

PRINCIPALES TIPOS DE CARBON EN ENGIE			
Nº	CARBON	PUESTO DE DESCARGA	CANTIDAD DE DESCARGA (TN)
1	COBIS	ILO 21	48971
2	COCEE	ILO 21	45000
3	COCEE	ILO 21	42148
4	COCED	ILO 21	47331

Fuente: Adaptado de Central termoeléctrica Ilo 21.

Tabla 18: Análisis químico mineral de la ceniza

ANALISIS QUIMICO - MINERAL DE LA CENIZA												
CARBON	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	CaO %	MgO %	Na2O %	K2O %	TiO2 %	SO3 %	P2O5 %	MnO2 %	N/D %
COBIS	57.73	20.12	7.45	3.46	2.14	0.50	1.55	1.04	4.43	0.22	0.03	1.33
COCEE	57.52	20.37	7.15	3.56	2.16	0.52	1.58	1.06	4.25	0.21	0.04	1.58
COCEE	60.98	20.09	7.54	1.96	1.83	0.94	1.74	1.22	1.74	0.24	0.05	1.67
COCED	57.99	20.78	9.22	2.76	1.53	0.97	1.69	0.93	2.53	0.26	0.04	1.30

Fuente: Adaptado de Central termoeléctrica Ilo 21.

Tabla 19: Determinación de las características de la ceniza.

DETERMINACION DE CARACTERISTICAS DE LA CENIZA					
BASE SECA					
CARBON	TIPO	BASE %	ACIDO %	BASE/ACIDO RATIO	MERCURIO (mg/kg)
COBIS	BITUMINOSO	15.10	78.89	0.19	0.060
COCEE	BITUMINOSO	14.97	78.95	0.19	0.060
COCEE	BITUMINOSO	14.01	82.29	0.17	0.043
COCED	BITUMINOSO	16.17	79.70	0.20	0.060

Fuente: Adaptado de Central termoeléctrica Ilo 21.

Proceso de obtención de la ceniza volante

El conflicto que genera el uso masivo del carbón en la obtención de electricidad se basa en la combustión del carbón. Los residuos sólidos que se generan por la combustión están compuestos principalmente por sustancias incombustibles presentes en este material; de tal forma se puede representar en un valor de 6% al 20%. del carbón enviado a centrales térmicas.

Su composición de C.V. tanto química y mineral se sostiene del contenido de los minerales no combustibles del carbón y de la variación de reacciones que se generan durante la combustión.

La (CV) es el componente más fino, que se separa del flujo de aire de calcinación en la central térmica entre la caldera y la chimenea por medio de un equipo diseñado adecuadamente (ciclón, filtro, precipitación electrostática o su combinación); si no Estos elementos, el hollín se difundirá desde la chimenea a la atmósfera, haciendo que se extienda por una gran área geográfica. Los otros residuos del carbón incombustible se separan en el cenicero del hogar en forma de escoria. Para las centrales eléctricas de carbón pulverizado modernas, la relación escoria-ceniza depende del tipo de caldero y carbón (tipo y forma de alimentación).

Algunos CV con finura y calidad de composición especiales se pueden utilizar como sustitutos del cemento en determinadas formulaciones de hormigón y mortero, que requieren cierta resistencia y durabilidad. Las propiedades puzolánicas de las cenizas volantes (reactivas con la cal) y su altísima finura pueden sustituir al cemento de gran importancia técnica y económica, por lo que la mayor parte del cemento se puede utilizar de forma razonable y suponen una media del 15% del CV producido. hormigón. La otra parte importante de CV se puede utilizar como materia prima en la producción de Clinker y cemento añadido.

La central térmica arriba el carbón en barcos de hasta 70.000 tn, que se encuentran atracados en unión a la plataforma de descarga en la que intervienen dos grúas canguro que transportan el carbón desde la cinta transportadora. En su segunda cinta transportadora, llevan el carbón a lo amplio del muelle hasta llegar al campo de carbón, donde el carbón se distribuía mediante apiladores de carbón para formar pilas de carbón.

La capacidad de almacenamiento del campo de carbón puede alcanzar las 200.000 toneladas. El carbón de campo es recolectado por dos equipos semiautomáticos, a saber, el extractor de carbón (extractor de carbón), que recolecta el carbón de las pilas a través de una cinta de paletas y lo deposita en una cinta transportadora, y luego guía el carbón al silo de almacenamiento de la caldera. El silo se carga en el alimentador, y luego se carga en la operación del pulverizador, donde se tritura y se muele en polvo (70% a través de la malla N ° 200), y luego a través del flujo de aire de templado, se transporta a un quemador de caldera y las partículas de carbón se queman para formar una llama de horno.

Antes de salir del hervidor, el gas caliente pasa por el sobrecalentador, el exterior del recalentador y el economizador. Luego pasan por un precipitador electrostático para atrapar las cenizas volantes y finalmente las descargan al aire libre por medio de una chimenea.

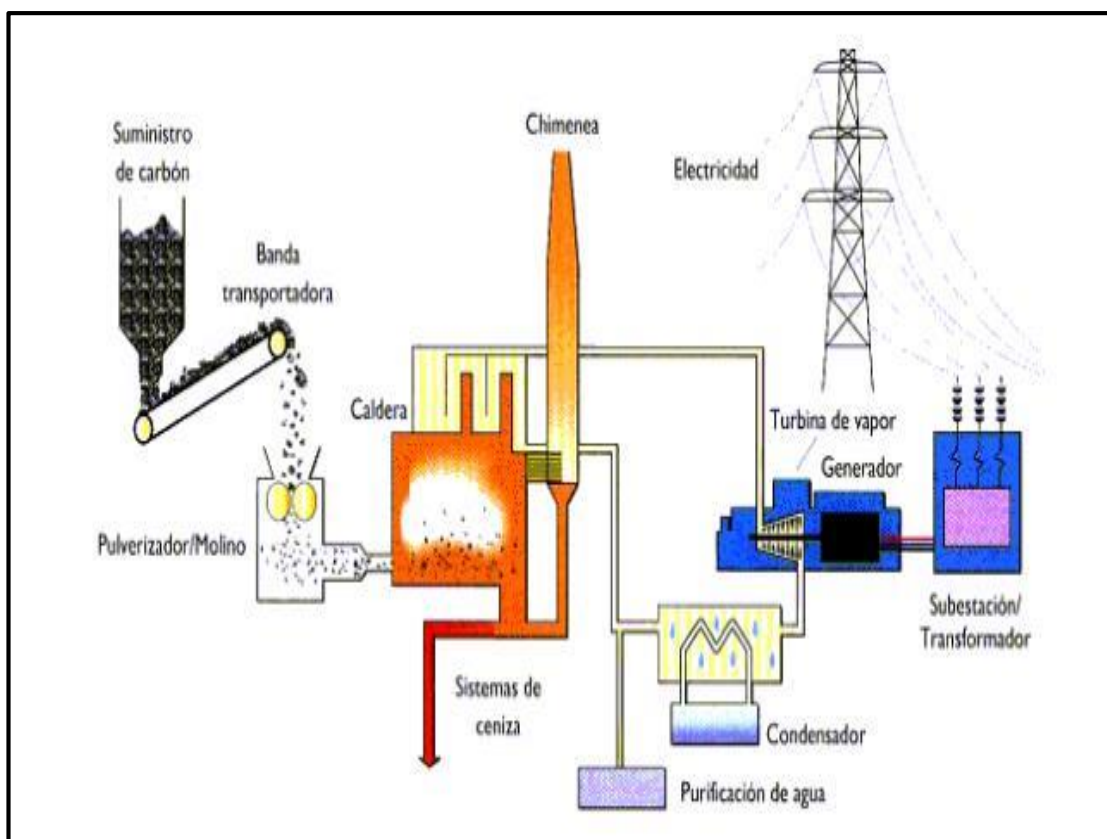


Figura 10: Proceso de obtención de ceniza volante. Elaboración propia.

Características de la ceniza volante

Color: Las cenizas volantes son grises, pero su color es diferente al gris claro, es decir, el contenido de cal es alto y su color negro indica alto contenido de carbono. Por eso, es importante controlar sus tendencias, porque no aportan un aspecto favorable al concreto

Composición química: Según la norma ASTM C618, la composición química de las cenizas volantes requiere principalmente al menos el 70% de los óxidos principales (SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3) y hasta el 5% de sulfato (como SO_3). Cuando las cenizas volantes se utilizan para fines especiales (como en un auto clave o para reducir reacciones de agregación / álcalis), existen otros requisitos químicos opcionales para el magnesio (MgO) y los álcalis disponibles (como el Na_2O).

Propiedad puzolánica: Esta es una propiedad característica y principal de la mezcla de sílice en cenizas con hidróxido de calcio que se da por la hidratación del cemento.

Fineza: En un tamiz de 45 micrones, cuanto más fina sea la zona con las partículas del material, más finas serán las características reflejadas y mayor será la resistencia, lo que se verá reflejado en la resistencia del hormigón. Por lo tanto, el laboratorio de tamaño de partículas es muy importante

Forma de la partícula: Las cenizas volantes son un polvo granular con características únicas, la mayoría de las partículas suelen ser esféricas. Sin embargo, en la fracción más gruesa de 300-45 micrones, la mayor parte de partículas son negras y porosas. Generalmente cuando se da la ignición del material grueso y arenoso el valor es de 3 a 10 veces mayor que el valor de ignición de la fracción que pasa a través de una malla de 45 micrones, de tal modo indica que existe la presencia del carbón parcialmente quemado.

Densidad: La variación por el tamaño de las partículas de la ceniza volante varia la densidad de esta.

Pérdida por ignición: Según la investigación, la pérdida por ignición debe estar en el rango del 10% al 20%, lo que traerá problemas a largo plazo para el rendimiento del hormigón. Por otro lado, debido a la reducción de óxidos principales, se reduce

la eficiencia de las cenizas volantes como puzolana. Por lo tanto, la velocidad de fraguado del hormigón será muy lenta. Las cenizas volantes (carbón no quemado) con una gran pérdida de valor de ignición provocan la decoloración de la superficie de la chapa.

Ceniza en el concreto

Las cenizas volantes en el hormigón garantizan muchos beneficios. El rendimiento del hormigón fresco se puede mejorar reduciendo el asentamiento de agua que se produce, y tiene una mejor trabajabilidad, una mejor cohesión y una menor segregación.

Durante el proceso de curado, la temperatura máxima disminuye, lo que significa menos agrietamiento térmico. Para el hormigón endurecido, la inclusión de cenizas volantes en la composición puede mejorar la durabilidad, reducir la permeabilidad y aportar beneficios a largo plazo al hormigón.

Efectos de la ceniza volante en el concreto

Trabajabilidad: Cuando la finura de las cenizas volantes es mayor, el efecto del agua se reduce y la demanda de polvo fino se reduce aún más debido al aumento en la proporción de cenizas en el cemento, y cuando el contenido de agua es menor, el contenido de cenizas volantes es mayor. La densidad en la mezcla. Las cenizas volantes tienen la capacidad de cambiar el desempeño del concreto fresco al reducir el porcentaje de agua. El hormigón que contiene cenizas volantes es engañoso, porque el aumento de la proporción de cenizas volantes dificulta el manejo, mientras que el porcentaje de agua se reduce significativamente.

Densidad del concreto La contaminación de las cenizas volantes al hormigón depende de la calidad de los granos utilizados. Por lo tanto, la cantidad de aditivos incorporadores de aire (1,25 a 2 veces la dosis normal) debe usarse en el hormigón incorporador de aire con contenido de cenizas. El efecto de dicha mezcla debe estar directamente relacionado con la calidad de la ceniza extraída y utilizada en la mezcla

Resistencia: La resistencia del hormigón está directamente relacionada con el porcentaje de cenizas volantes aplicadas a la muestra homogénea. La reacción puzolánica de las cenizas volantes es más lenta que la de la mayoría de las

puzolanas y no tiene una contribución significativa a la resistencia antes de los 10-14 días. Como todos los demás componentes del hormigón, la calidad de las cenizas volantes debe conocerse o especificarse para predecir el rendimiento del hormigón resultante.

Durabilidad: La ceniza se considera puzolana y se usa para mayor durabilidad, especialmente donde se requiere una mayor resistencia, como la reducción de sulfatos, ácidos y álcalis / agregados. Por otro lado, si se requiere una mayor durabilidad, la calidad del hollín es muy importante. Se recomienda que las cenizas volantes contengan al menos el 80% de los óxidos principales (SiO_2 , Al_2O_3 y Fe_2O_3), y cada reemplazo de cemento Portland al 1% debería poder reducir el contenido de agua en aproximadamente un 5%.

Resistencia a sulfatos y ácidos: Las cenizas volantes tienen la capacidad de reducción en el contenido de agua del hormigón, reduciendo así la permeabilidad y generando mejores propiedades puzolánicas al fijar el hidróxido de calcio generado por la hidratación del cemento, asegurando así una alta permeabilidad y durabilidad. Sulfato soluble y ácido ligero (valor de pH no inferior a 4).

Reacción alcalina/agregado: La relación alcalina/árido solo está presente en suelos permeables. Generalmente, la reacción anterior ocurre solo cuando el cemento contiene una gran cantidad de álcali soluble para reaccionar con algo de la sílice en el agregado.

Central termoeléctrica en Ilo

ENGIE (ENERSUR) se estableció en 1996 y el nombre de la empresa es Powerfin Perú S.A. Al año siguiente, pasó a denominarse Energía del Sur S.A. En 2007, pasó a llamarse EnerSur S.A. Finalmente, en 2016 adoptó el nuevo nombre del grupo empresarial y cambió su nombre a ENGIE Energía Perú S.A.

ENGIE cuenta con una turbina de vapor, el cual tiene una potencia nominal de 135 MW, un almacenamiento de carbón con una capacidad de gas de 200.000 ton y un puerto de 1.250 m de longitud el cual está diseñado para el ingreso de buques con un desplazamiento de 70.000 ton. La central dispone de dos plantas desalinizadoras, el cual aportan agua industrial y potable para el funcionamiento de

la planta, y una depuradora de aguas residuales para enverdecer el entorno de la planta.

ENGIE Energía Perú S.A. es consciente de la necesidad de explotar acertadamente los bienes naturales, cuidarlos y protegerlos para las generaciones futuras. Su objetivo es prevenir y mitigar el impacto ambiental que pueda ocasionar la producción y transmisión de energía eléctrica.



Figura 11: Esquema de la planta termoeléctrica en Ilo. Adaptado de Engie, 2016.

Desde 2004, el proceso de producción y comercialización de energía de ENGIE Energía Perú cuenta con la certificación ISO 9001, por tal motivo esta certificación le permite proponer y desarrollar una política de calidad para asegurar que todos en la empresa puedan orientar su trabajo y así lograr una máxima satisfacción del cliente tanto interna como externamente, y de esa manera va aumentando el valor de la empresa para los accionistas.

El Grupo ENGIE cree que es necesario certificar a sus filiales en todo el mundo en términos de proceso, negocio, medio ambiente y seguridad. Por ello, ENGIE Energía Perú ha obtenido la recertificación de las normas ISO 9001: 2008 -Gestión de la Calidad, ISO 14001: 2004 - Gestión Ambiental y OHSAS 18001: 2007 - Gestión de la Seguridad y Salud Ocupacional, asegurando así la implementación de un sistema de gestión integral para los siguientes aspectos Cumplir con los requisitos de calidad, medio ambiente, seguridad y salud ocupacional de estos tres estándares y las leyes y regulaciones aplicables a nuestras actividades.

Algunas de las acciones desarrolladas por ENGIE Energía Perú S.A. La labor permanente de cuidado y protección del medio ambiente es:

El tratamiento de las aguas servidas como también el tratamiento de agua de mar, así como también precisar que el precipitador electrostático atrapa casi el 100% de partículas de cenizas de esta manera se evita en gran porcentaje la contaminación del aire y del ambiente en sí. (Engie, 2016).



Figura 12: Planta termoeléctrica de Ilo. Adaptado de Engie, 2016.

El contrato garantiza que el carbón diseñado es carbón "PT Adaro de Indonesia", lo que garantiza que las propiedades físicas y químicas del carbón están dentro del alcance de la especificación (Estudio de Impacto Ambiental) del que es responsable ENGIE - Energía Perú S.A. (central térmica ILO21). La combustión que se genera es de carbón pulverizado (PF) el cual es un método utilizado para calcinar el carbón y así generar electricidad.

El sistema está totalmente integrado con la caldera y se utiliza para preparar, secar y moler el carbón a un tamaño específico, y entregar neumáticamente el combustible al quemador. El aire que transporta carbón representa solo una pequeña parte del aire de combustión total. El aire de combustión restante se inyecta por separado y se mezcla con el combustible en la cámara de combustión. Las paredes de la cámara de combustión se enfrían con vapor. El diseño de la

cámara de combustión debe proporcionar un tiempo de residencia suficiente para asegurar una combustión perfecta y enfriar las cenizas volantes por debajo de su temperatura de ablandamiento para evitar que se acumulen en el intercambiador de calor.

El carbón se muele, se tritura y se inyecta aire en la caldera. La superficie del carbón pulverizado es grande, lo que favorece la combustión en el quemador. El calor que se da en la caldera ayuda a generar vapor de alta presión y alta temperatura, que enciende una turbina y genera electricidad. En la actualidad, casi toda obtención de energía eléctrica es generada por las centrales eléctricas de carbón, esto sucede en todo el mundo, donde se produce mediante de sistemas de carbón pulverizado.

Las emisiones que se generan de la combustión de carbón pulverizado se pueden minimizar mediante tecnología limpia. El precipitador electrostático y / o el filtro de mangas pueden desechar más del 99% de las cenizas volantes de los gases de combustión. El método de desulfuración de gases de combustión puede eliminar del 90 al 97% de los óxidos de azufre del gas y convertirlo en yeso para su uso en la construcción.

El eje principal del edificio de la turbina apunta en la dirección NW-SE, que en realidad es paralela a la línea de la playa. El eje de cada edificio de calderas y turbinas es vertical. Entre el edificio de la turbina y cada caldera se coloca un silo cilíndrico cónico de carbón, cada grupo de tres silos tiene su correspondiente pulverizador en la parte inferior.

El eje del precipitador electrostático se ubica después de la caldera, seguido de la chimenea, con una tubería común para el escape de las dos calderas. Tiene 130 m de altura y 4,95 m. El diámetro interior es de hormigón con revestimiento de acero. También se encontraron silos de polvo y escoria en esta área, y el transporte es conveniente.

Sistema de descargue de carbón

El carbón arriba a la centras de ENGIE por su muelle de descarga por medio de barcos de hasta 70000 toneladas de carga.



Figura 13: Barco transportador de carbón. Adaptado de Engie, 2016.

El carbón es transportado por fajas transportadoras desde el muelle hacia las zonas de acopio cuyos ambientes tienen la capacidad de albergar hasta 200000 ton.



Figura 14: Faja transportadora de carbón mineral. Adaptado de Engie, 2016.

El carbón es vertido a los silos de almacenamiento para ser utilizado como materia de energía para el funcionamiento de la central termoeléctrica, las formas de los silos son cilíndricas y estas apilados en grupos de 3.



Figura 15: Silos almacenadores de carbón. Adaptado de Engie, 2016.

El carbón es transportado desde los silos de almacenamiento hacia unos alimentadores los cuales cumplen la función de dirigir el carbón hacia los pulverizadores, el pulverizador cumple la función de demoler y pulverizar el carbón para generar la combustión.



Figura 16: Pulverizador. Adaptado de Engie, 2016.

El ventilador provisiona de aire para ayudar a la combustión de los carbones demolidos, los cuales en los quemadores de las calderas crean combustión.

Los gases y partículas que son resultados de la combustión se trasladan hacia el precipitador electrostático mediando canales y ductos, el cual retiene la C.V. de la combustión y de esta forma controla de manera relevante la mitigación ambiental.

Los desperdicios de gases son vertidos a la atmosfera mediante las chimeneas los cuales son de concreto armado con una altura aproximada de 130.00 m y 4.95 m de diámetro.

III. METODOLOGIA

3.1 Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de **tipo aplicada** debido a que partió de antecedentes que se realizaron en otras investigaciones y de conocimiento ya consolidados y validados. Al respecto Rosa Zoila Vargas (2009) sostiene que la investigación aplicada: “Requiere un marco, es decir, seleccionar teorías en cual exponen definiciones centrales y sus rasgos contextuales de acuerdo a la problemática identificada” (p.7).

Está basado en un **diseño cuasi-experimental** ya que se está manipulando una de las variables, en esta investigación se asignan porcentajes de incorporación de residuos de cenizas volantes a las futuras muestras de la variable independiente. Según Niño (2011) sostiene que: “Un diseño experimental implanta relaciones de causa y efecto, así mismo descubre, comprueba, niega o confirma teorías” (p.34).

Fue de **nivel explicativo** debido a que se describió y detallo a través de los resultados de los ensayos, el mejoramiento de las propiedades de unidades de albañilería tras la incorporación de ceniza volante de manera experimental como sustituto parcial del cemento. Al respecto Niño (2011) señala que: “Implica averiguar las causas de las cosas y hechos de la realidad, respondiendo preguntas fundamentales con la finalidad de conocer el porqué de los sucesos” (p.35).

Fue de **enfoque cuantitativo** ya que partió de una hipótesis cuyo resultado será representado numéricamente, es decir, en cuanto mejorará las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería de concreto. Por otro lado, Niño (2011) mencionan que: “Está relacionado con la cantidad y utiliza principalmente las mediciones y cálculos” (p.31).

3.2 Variables y operacionalización

Variable independiente: Residuos de cenizas volante.

Variable dependiente: Unidades de Albañilería.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población:

Según Niño (2011) sostienen que: "La población se constituye por una totalidad de elementos que conforman el ámbito de la investigación" (p.56).

La población del proyecto de investigación estuvo conformada por 125 unidades de albañilería, entre unidades de concreto patrón y unidades experimentales con adición de ceniza volante.

Muestra:

La muestra estuvo conformada por unidades de albañilería con 1 dosificación patrón y 4 dosificaciones experimentales al 4%, 8%, 12% y 16% de sustitución parcial de cemento por ceniza volante, en unidades de albañilería de concreto para ensayos a los 7, 14 y 28 días de edad respectivamente de acuerdo al NTP E.070.

Al respecto Niño (2011) sostiene: "La muestra es una representación de la población, que es seleccionada con la finalidad de estudiar las características de una población total" (p.56).

Muestreo:

Según Niño (2011) señala que: "El muestreo se define como la técnica mediante el cual se calcula la muestra de la población" (p.57).

El muestreo fue de tipo no probabilístico debido a que la muestra estuvo delimitada por el investigador, hubo intencionalidad para determinar la muestra, es decir, no se escogió al azar. Se escogió la variable independiente convenientemente.

3.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnica. Niño (2011) sostiene que: "Se entiende como la actividad que implica la investigación, son llamados también métodos o como el instrumento que se aplicará a la investigación" (p.30).

La técnica aplicada en el proyecto de investigación fue la observación directa, debido a que es el método más confiable que acerca a la verdad. Según Niño (2011) señala que: "La observación nos permite tener conocimiento del mundo cotidiano y evadir sus peligros y solventar sus necesidades" (p.62).

Instrumento de recolección de datos. En las variables se aplicaron diversos instrumentos para ensayos de laboratorio, como fichas de laboratorio, certificados de ensayos de calidad etc. con el fin de obtener resultados confiables en cuanto a los diferentes ensayos para poder determinar el comportamiento de la ceniza, en el mejoramiento de las unidades de albañilería en la ciudad de Ilo. Según Baena (2017) señala que: “Los instrumentos son considerado como apoyo de la técnica con la finalidad de que cumpla con su propósito” (p.83).

Validez. El proyecto de investigación fue validado por el juicio de especialistas en el área, que consistió en validar los instrumentos que se aplicaron en el desarrollo de los ensayos de calidad, y a través de la certificación de los ensayos que se llevaron a cabo en los laboratorios y de esta manera dar mayor consistencia a los instrumentos propuestos para cada ensayo acorde al tema de investigación.

Confiabilidad. En la presente investigación se representa la confiabilidad de los instrumentos, con la calibración de los equipos empleados en los ensayos de laboratorio y la certificación de los mismos, con el fin de garantizar los resultados conseguidos en los ensayos sean los más exactos posibles.

3.5 Procedimientos

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación, se llevó a cabo lo siguiente:

Se extrajo material de cenizas provenientes de la central termoeléctrica de la provincia de Ilo del departamento de Moquegua, posteriormente se llevó dicho material para ser evaluado en laboratorio.

Se acarreó material necesario para el diseño de mezcla y la dosificación para la elaboración de las unidades de albañilería patrón y unidades experimentales, estas fueron realizadas en condiciones óptimas tanto para el agregado, agua, cemento respectivamente.

Se realizó las dosificaciones experimentales en proporción a la cantidad de ladrillos requeridos, los cuales estuvieron establecidos de acuerdo a los porcentajes de 4%, 8%, 12%, 16% de adición de ceniza volante como sustituto parcial del cemento respectivamente.

Los datos de los resultados fueron obtenidos posteriormente a la realización de los ensayos en el laboratorio, dichos resultados son presentados en cuadros y graficas estadísticas para su mejor apreciación en la presente investigación.

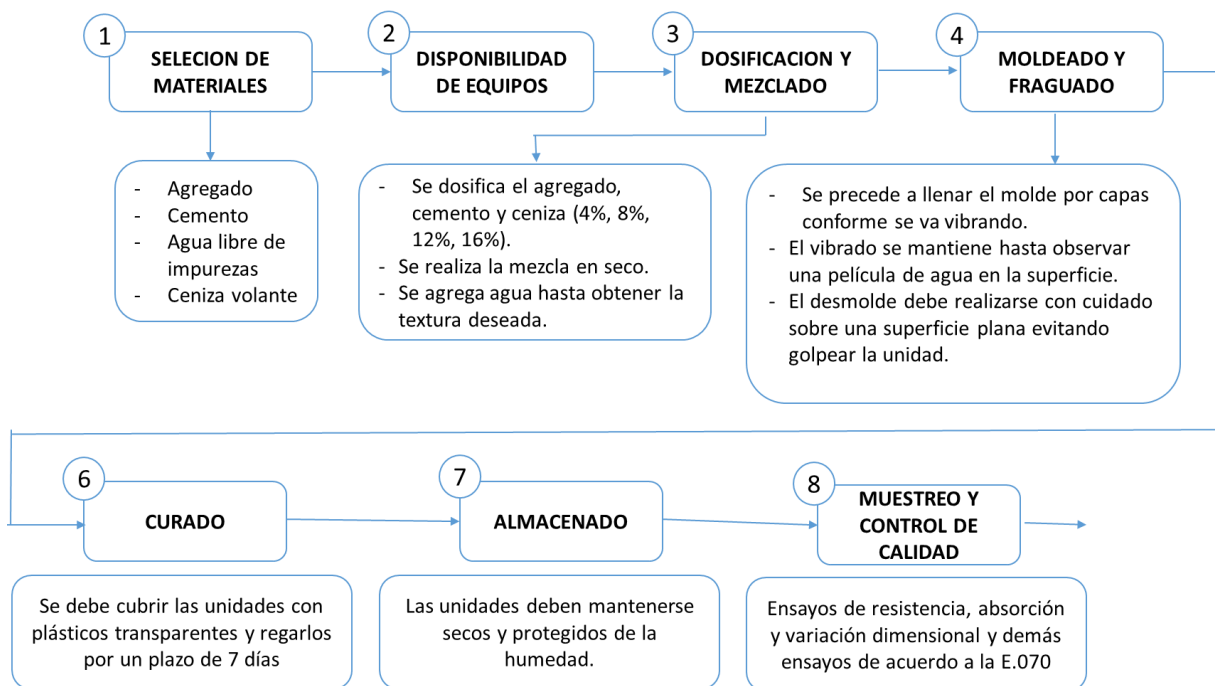


Figura 17: Esquema de Procedimiento de investigación. Elaboración propia.

3.6 Método de análisis de datos

En la actual investigación se realizaron los ensayos necesarios para dar con los objetivos de la investigación acordes a la Norma Técnica Peruana E.070, (NTP 399.604, NTP399.613), los cuales permitieron la recolección de datos confiables de acuerdo a la realidad de las muestras para posteriormente realizar el análisis de datos obtenidos en las unidades de albañilería con adición de ceniza volante a diferentes porcentajes.

3.7. Aspectos éticos

El presente proyecto de investigación se realizó bajo antecedentes de otras investigaciones de similar variable, citándose de manera responsable y adecuada puesto que sirvieron como fuente principal de información para la presente tesis de grado. Por otro lado, la presente investigación se realizó bajo la guía de la normatividad nacional las cuales fueron usadas de base para la presente investigación.

IV. RESULTADOS

Ubicación geográfica

Nombre del proyecto:

La presente tesis tiene por título: Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021

Ubicación y zona de estudio

La presente tesis se realizó en la Provincia de Ilo, ubicada en el departamento de Moquegua. El objetivo de la presente tesis de investigación es Determinar cómo influye los residuos de cenizas volantes en las propiedades de unidades de albañilería en la ciudad de Ilo – 2021.

Área de influencia de la presente tesis:

- Región : Moquegua
- Departamento : Moquegua
- Provincia : Ilo
- Región Geográfica : Costa
- Distrito : Ilo

La provincia de Ilo es una ciudad peruana, se encuentra ubicada en la Región Moquegua. Está ubicada en el Suroeste del territorio peruano, a orillas del océano Pacífico.

La provincia de Ilo es una de las tres provincias que contempla el departamento de Moquegua al sur del País, la provincia de Ilo limita por el norte con la provincia de mariscal nieta, por el Este limita con la provincia de Jorge Basadre (Tacna), por el Sur limita con el Océano pacífico y finalmente por el este limita con la provincia de Islay.



Figura 18: Ubicación de la provincia de Ilo. Elaboración propia

A



Figura 19: Ubicación satelital de la ciudad de Ilo. Adaptado de Google Maps.

Acarreo de muestra de ceniza

Se acarrió material de residuos de cenizas volantes provenientes de la planta de termo fusión en la provincia de Ilo, a aproximadamente a 26.2 km de la ciudad de Ilo.



Figura 20: Vista satelital de la planta de termoeléctrica - ENGIE. Adaptado de Google Maps.

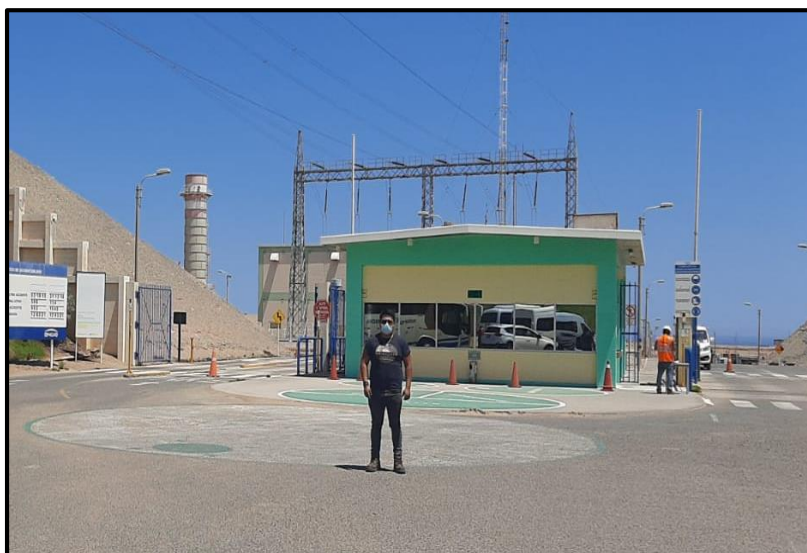


Figura 21: Planta termoeléctrica de ENGIE. Elaboración propia.

Trabajo de laboratorio

Se realizaron ensayos acordes establecidos en la NTP E:070 del reglamento nacional de edificaciones, como también de la NPT 399.604 y la NTP 399.613, dichos ensayos se realizaron en la ciudad de Moquegua en un laboratorio con equipos previamente calibrados.

Se realizaron trabajos de granulometría de los agregados para el presente proyecto de investigación, posteriormente se realizó la dosificación necesaria para la elaboración de las unidades de albañilería de concreto bajo la NTP E.070, de las cuales se obtuvieron resultados que se describen en el capítulo de resultados.



Figura 22: Granulometría de los agregados. Elaboración propia.



Figura 23: Recolección de datos de Unidades de albañilería de concreto. Elaboración propia.

Composición química de la ceniza

Para la determinación de los componentes químicos de las cenizas se realizó un análisis químico de las cenizas los cuales se muestran en la siguiente gráfica.

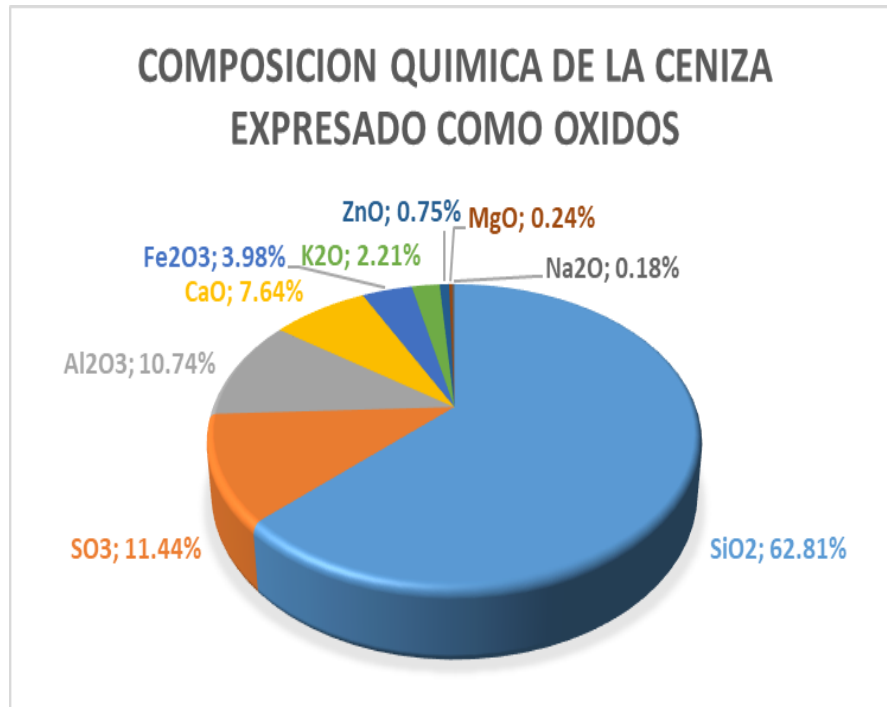


Figura 24: Composición química de ceniza volante. Elaboración propia.

Interpretación: Mediante los resultados obtenidos en el análisis químico de residuos de ceniza volante de la central termoeléctrica de la ciudad de Ilo se puede constatar que contiene un porcentaje elevado de SiO₂, SO₃, Al₂O₃, CaO, los cuales se asemejan a la composición del cemento puzolánico.

Dosificación

Para la elaboración de las unidades de albañilería se realizó el diseño de mezcla patrón para unidades de albañilería de clase V según RNE E.070. como también se realizó dosificaciones experimentales de 4%, 8%, 12%, 16% de adición de ceniza como sustituto parcial del cemento según diseño patrón.

Tabla 20: Dosificaciones para unidades de albañilería de concreto

DOSIFICACION PARA UNIDADES DE ALBAÑILERIA												
MATERIAL	CANTIDAD /(m ³)		CANTIDAD POR 1 LADRILLO (0.00336 m³)									
			Patrón		4%		8%		12%		16%	
Agua	215	lt/m ³	0.72	lt	0.72	lt	0.72	lt	0.72	lt	0.72	lt
Cemento	364	Kg/m ³	1.22	Kg	1.17	Kg	1.13	Kg	1.08	Kg	1.03	Kg
Ag. Fino	849	Kg/m ³	2.85	Kg	2.85	Kg	2.85	Kg	2.85	Kg	2.85	Kg
Ag. Grueso	889	Kg/m ³	2.99	Kg	2.99	Kg	2.99	Kg	2.99	Kg	2.99	Kg
C.V.			0.00	Kg	0.05	Kg	0.10	Kg	0.15	Kg	0.20	Kg
Molde de ladrillo=			0.00336	m ³								
Relación A/C=			0.59									
Proporción en peso/bolsa			1:2.33:2.44									

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la dosificación para unidades de albañilería de concreto, para lo cual se realizó dosificaciones experimentales tomando como referencia una dosificación patrón, las dosificaciones experimentales mostradas en la tabla fueron de 4%, 8%, 12%, 16%, de ceniza volante como sustitución parcial del cemento.

Propiedades Físicas

Para determinar las propiedades físicas de las unidades de albañilería se tuvo que ensayar dichas unidades tomando como referencia la normativa del RNE E.070 (NTP 399.604 y NTP 399.613). Las cuales fueron:

Variación Dimensional

Para realizar el ensayo de variación dimensional de unidades de albañilería se ejecutaron tomas de medidas de largo, tomas de medida de ancho y tomas de medida de alto para cada unidad de albañilería, con 0.01 mm de precisión, de tal forma se obtuvo la medida promedio de cada una de las dimensiones de las unidades, dando como resultado la diferencia entre las medidas propuestas y las medidas promedio obtenidas. Esta variación dimensional se expresa en porcentaje.

Tabla 21: Resultados de Variación dimensional en unidades sin adición de ceniza.

VARIACION DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS PATRON									
N° MUESTRA	LARGO (cm)	L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L prom.	V.D.
01	24.00	23.99	0.06%	14.00	14.15	-1.04%	10.00	10.02	-0.15%
02	24.00	23.89	0.46%	14.00	13.89	0.82%	10.00	9.95	0.53%
03	24.00	24.11	-0.46%	14.00	14.05	-0.36%	10.00	10.06	-0.57%
04	24.00	23.99	0.06%	14.00	13.97	0.21%	10.00	9.98	0.20%
05	24.00	23.96	0.19%	14.00	14.05	-0.36%	10.00	10.01	-0.08%
VARIACION =			0.06%				-0.14%		

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la variación dimensional para ladrillos de clase V de concreto en muestra patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que dicha tabla de variación dimensional está en lo permitido según NTP E.070, donde establece 3% como máximo de variación máxima permitida en medidas de hasta 100 mm, 2% máximo permitido en medidas de hasta 150mm y 1% como máximo en medidas de más de 150 mm, donde se puede apreciar el porcentaje de variación para el largo, Ancho y Alto son de 0.06%, 0.14%, 0.02% respectivamente.

Tabla 22: Resultados de Variación dimensional en unidades con 4% de ceniza.

VARIACION DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA – MUESTRAS 4% DE CENIZA									
N° MUESTRA	LARGO (cm)	L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L prom.	V.D.
01	24.00	24.05	-0.21%	14.00	13.98	0.18%	10.00	10.04	-0.43%
02	24.00	23.97	0.13%	14.00	14.13	-0.89%	10.00	9.91	0.95%
03	24.00	23.80	0.83%	14.00	13.96	0.29%	10.00	10.01	-0.08%
04	24.00	24.06	-0.25%	14.00	14.04	-0.29%	10.00	10.08	-0.75%
05	24.00	24.00	0.02%	14.00	14.00	0.00%	10.00	9.99	0.08%
VARIACION =			0.10%				-0.14%		

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la variación dimensional para ladrillos de clase V de concreto en muestra patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que dicha tabla de variación dimensional está en lo permitido según NTP E.070, donde establece 3% como máximo de variación

máxima permitida en medidas de hasta 100 mm, 2% máximo permitido en medidas de hasta 150mm y 1% como máximo en medidas de más de 150 mm, donde se puede apreciar el porcentaje de variación para el largo, Ancho y Alto son de 0.10%, 0.14%, 0.04% respectivamente.

Tabla 23: Resultados de Variación dimensional en unidades con 8% de ceniza.

VARIACION DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA – MUESTRAS 8% DE CENIZA									
N° MUESTRA	LARGO (cm)	L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L prom.	V.D.
01	24.00	24.02	-0.08%	14.00	13.98	0.18%	10.00	10.03	-0.25%
02	24.00	23.98	0.08%	14.00	13.99	0.07%	10.00	10.06	-0.55%
03	24.00	23.97	0.13%	14.00	13.98	0.14%	10.00	10.03	-0.27%
04	24.00	23.95	0.21%	14.00	13.99	0.07%	10.00	10.03	-0.30%
05	24.00	23.89	0.46%	14.00	14.03	-0.18%	10.00	9.95	0.50%
VARIACION =			0.16%				0.06%	-0.18%	

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la variación dimensional para ladrillos de clase V de concreto en muestra patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que dicha tabla de variación dimensional está en lo permitido según NTP E.070, donde establece 3% como máximo de variación máxima permitida en medidas de hasta 100 mm, 2% máximo permitido en medidas de hasta 150mm y 1% como máximo en medidas de más de 150 mm, donde se puede apreciar el porcentaje de variación para el largo, Ancho y Alto son de 0.16%, 0.06%, 0.18% respectivamente.

Tabla 24: Resultados de Variación dimensional en unidades con 12% de ceniza.

VARIACION DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA – MUESTRAS 12% DE CENIZA									
N° MUESTRA	LARGO (cm)	L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L prom.	V.D.
01	24.00	24.38	-1.56%	14.00	14.10	-0.71%	10.00	10.08	-0.75%
02	24.00	24.61	-2.54%	14.00	14.26	-1.82%	10.00	10.15	-1.53%
03	24.00	24.17	-0.70%	14.00	14.23	-1.61%	10.00	10.15	-1.53%
04	24.00	24.50	-2.06%	14.00	14.41	-2.89%	10.00	10.12	-1.20%
05	24.00	24.49	-2.02%	14.00	14.39	-2.79%	10.00	10.04	-0.35%
VARIACION =			-1.78%				-1.96%	-1.07%	

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la variación dimensional para ladrillos de clase V de concreto en muestra patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que dicha tabla de variación dimensional está en lo permitido según NTP E.070, donde establece 3% como máximo de variación máxima permitida en medidas de hasta 100 mm, 2% máximo permitido en medidas de hasta 150mm y 1% como máximo en medidas de más de 150 mm, donde se puede apreciar el porcentaje de variación para el largo, Ancho y Alto son de 1.78%, 1.96%, 1.07% respectivamente.

Tabla 25: Resultados de Variación dimensional en unidades con 16% de ceniza.

VARIACION DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA – MUESTRAS 16% DE CENIZA									
N° MUESTRA	LARGO (cm)	L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L prom.	V.D.
01	24.00	24.35	-1.44%	14.00	14.32	-2.25%	10.00	10.26	-2.55%
02	24.00	24.39	-1.60%	14.00	14.24	-1.68%	10.00	10.23	-2.30%
03	24.00	24.30	-1.25%	14.00	14.12	-0.82%	10.00	10.21	-2.08%
04	24.00	24.52	-2.17%	14.00	14.40	-2.82%	10.00	10.25	-2.45%
05	24.00	24.20	-0.83%	14.00	14.33	-2.36%	10.00	10.23	-2.33%
VARIACION =			-1.46%				-1.99%	-2.34%	

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la variación dimensional para ladrillos de clase V de concreto en muestra patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que dicha tabla de variación dimensional está en lo permitido según NTP E.070, donde establece 3% como máximo de variación máxima permitida en medidas de hasta 100 mm, 2% máximo permitido en medidas de hasta 150mm y 1% como máximo en medidas de más de 150 mm, donde se puede apreciar el porcentaje de variación para el largo, Ancho y Alto son de 1.46%, 1.99%, 2.34% respectivamente.

Resumen de resultados de ensayos variación dimensional

Tabla 26: Resumen de resultados de ensayos de variación dimensional en unidades de albañilería.

MUESTRA	V.D. (%) LARGO	V.D. (%) ANCHO	V.D. (%) ALTO
Patrón	0.06%	-0.14%	-0.02%
4%	0.10%	-0.14%	-0.04%
8%	0.16%	0.06%	-0.18%
12%	-1.78%	-1.96%	-1.07%
16%	-1.46%	-1.99%	-2.34%

Elaboración propia.

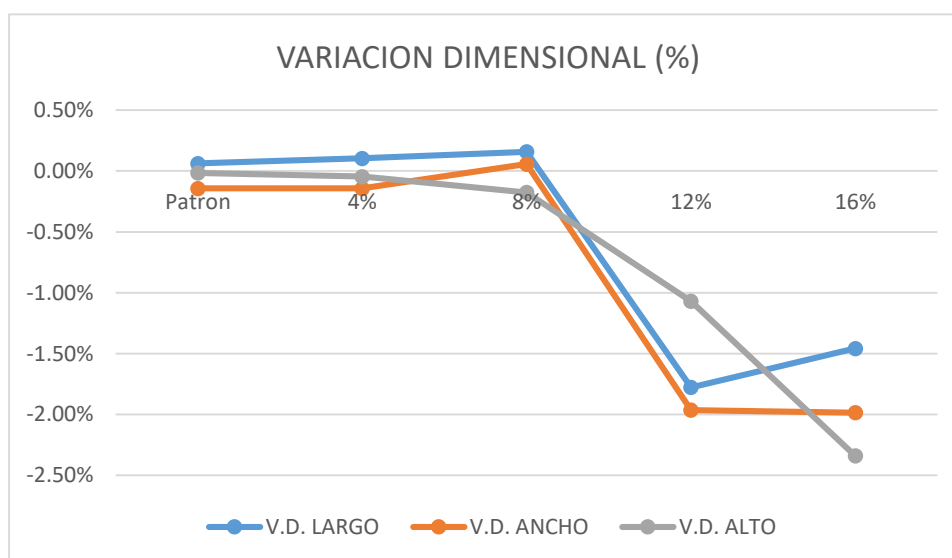


Figura 25: Grafica de resultados de ensayos de Variación dimensional. en unidades de albañilería. Elaboración propia.

Interpretación: La presente grafica nos muestra los valores obtenidos por el ensayo de variación dimensional en ladrillos de clase V de concreto, en muestras patrón y de sustitución parcial de cemento por ceniza en unidades de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que las variaciones dimensionales en unidades con mayor contenido de ceniza tienen una mayor variación e irregularidad después de los 28 días de edad, siendo los ladrillos con 8% de adición de ceniza la más baja variación en sus dimensiones.

Alabeo

El procedimiento de esta prueba fue: Se colocó a la unidad de albañilería sobre una plataforma, donde luego se colocó una regla metálica en cada una de las caras del ladrillo, de tal forma de que este conecto de una arista a otra, Luego se colocó una cuña en el punto que tuvo una mayor deflexión, resultando las formas del alabeo cóncavo y convexo. Estos resultados se expresan en milímetros.

Tabla 27: Resultados de Alabeo en unidades sin adición de ceniza.

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS PATRON						
Nº MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	1.00	2.00	2.14	1.10	1.57	1.55
02	1.10	2.75	1.50	1.75	1.30	2.25
03	1.80	1.10	2.33	2.10	2.07	1.60
04	2.10	2.00	1.50	2.25	1.80	2.13
05	2.13	1.70	1.00	1.50	1.57	1.60
				PROMEDIO	1.66	1.83
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra el alabeo en ladrillos de clase V de concreto en muestras Patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que la concavidad promedio es de 1.66 mm y la convexidad es de 1.83 mm respectivamente, estos resultados satisfacen la normativa NTP E.070.

Tabla 28: Resultados de Alabeo en unidades con 4% de ceniza.

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 4% DE CENIZA						
Nº MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	1.50	2.50	2.30	1.75	1.90	2.13
02	1.65	1.64	1.60	2.10	1.63	1.87
03	2.05	1.10	2.00	1.70	2.03	1.40
04	1.90	2.50	1.75	1.95	1.83	2.23
05	1.45	1.50	1.26	1.05	1.36	1.28
				PROMEDIO	1.75	1.78
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra el alabeo en ladrillos de clase V de concreto en muestras Patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que la concavidad promedio es de 1.75 mm y la convexidad es de 1.78 mm respectivamente, estos resultados satisfacen la normativa NTP E.070.

Tabla 29: Resultados de Alabeo en unidades con 8% de ceniza.

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 8% DE CENIZA						
Nº MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	2.00	2.10	1.90	1.75	1.95	1.93
02	1.80	2.30	1.65	1.60	1.73	1.95
03	1.75	1.50	2.50	1.50	2.13	1.50
04	2.10	2.05	1.60	1.30	1.85	1.68
05	1.97	1.79	1.20	1.00	1.59	1.40
PROMEDIO					1.85	1.69
PARAMETRO					≤ 2 mm	≤ 2 mm

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra el alabeo en ladrillos de clase V de concreto en muestras Patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que la concavidad promedio es de 1.85 mm y la convexidad es de 1.69 mm respectivamente, estos resultados satisfacen la normativa NTP E.070.

Tabla 30: Resultados de Alabeo en unidades con 12% de ceniza.

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 12% DE CENIZA						
Nº MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	1.50	1.00	2.10	3.10	1.80	2.05
02	2.30	1.30	1.75	2.10	2.03	1.70
03	2.30	1.60	2.00	2.35	2.15	1.98
04	2.56	2.05	2.15	1.95	2.36	2.00
05	2.10	3.10	2.10	3.00	2.10	3.05
PROMEDIO					2.09	2.16
PARAMETRO					≤ 2 mm	≤ 2 mm

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra el alabeo en ladrillos de clase V de concreto en muestras Patrón de medidas 224 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que la concavidad promedio es de 2.09 mm y la convexidad es de 2.16 mm respectivamente, estos resultados satisfacen la normativa NTP E.070.

Tabla 31: Resultados de Alabeo en unidades con 16% de ceniza.

ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 16% DE CENIZA						
Nº MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	3.40	3.40	2.56	1.95	2.98	2.68
02	3.25	2.98	1.50	2.00	2.38	2.49
03	2.50	1.90	2.70	2.10	2.60	2.00
04	3.45	2.85	1.85	2.45	2.65	2.65
05	2.00	2.15	1.75	2.61	1.88	2.38
				PROMEDIO	2.50	2.44
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra el alabeo en ladrillos de clase V de concreto en muestras Patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que la concavidad promedio es de 2.50 mm y la convexidad es de 2.44 mm respectivamente, estos resultados satisfacen la normativa NTP E.070.

Resumen de resultados de ensayos de Alabeo

Tabla 32: Resumen de resultados de ensayos de Alabeo en unidades de albañilería.

MUESTRA	ALABEO (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO
Patrón	1.66	1.83
4%	1.75	1.78
8%	1.85	1.69
12%	2.09	2.16
16%	2.50	2.44

Elaboración propia.

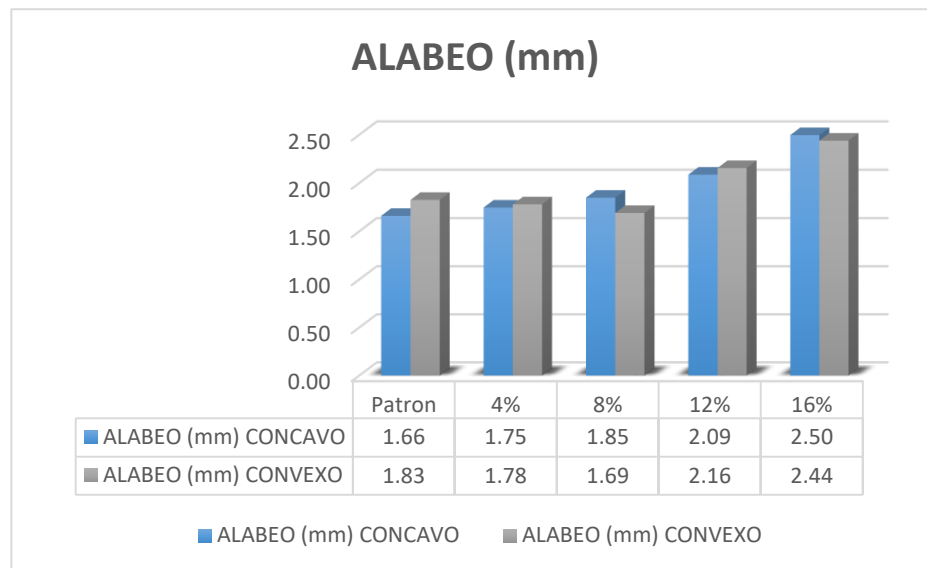


Figura 26: Grafica de resultados de ensayos de Alabeo en unidades de albañilería.
Elaboración propia.

Interpretación: La presente grafica nos muestra los valores obtenidos por el ensayo de Alabeo en ladrillos de clase V de concreto, en muestras patrón y de sustitución parcial de cemento por ceniza en unidades de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que las unidades de albañilería tienden a alabease a mayor adición de ceniza lo que conlleva a una morfología irregular de las unidades.

Succión

El ensayo de succión se utilizó 5 unidades de albañilería de muestras patrón y las muestras de porcentaje de sustitución parcial de cemento por ceniza, se utilizo un vernier, donde se midió la unidad, posteriormente se secaron los ladrillos y se pesaron, registrando el peso seco, en una bandeja de puso agua nivelada y se colocó las muestras encima de soportes, teniendo contacto con el agua durante 1 minuto. Luego se retiró la muestra de la bandeja y se secó el agua superficial y se pesó, registrando el peso de succión, con los datos se obtuvo el resultado de succión.

Tabla 33: Resultados de Succión a los 28 días en unidades sin adición de ceniza.

SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS PATRON						
Nº MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7079.05	7094.88	24.10	14.13	340.53	9.30
02	7077.22	7096.74	23.85	13.95	332.71	11.74
03	7080.10	7097.79	24.07	14.25	343.00	10.32
04	7088.44	7109.89	23.91	13.87	331.63	12.94
05	7072.22	7091.66	24.13	14.09	339.99	11.44
PROMEDIO SUCCION = (gr/200cm2/min)						11.14

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras Patrón de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de succión es de 11.14 gr/200*cm2/min.

Tabla 34: Resultados de Succión a los 28 días en unidades con 4% de ceniza

SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 4% DE CENIZA						
Nº MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7099.25	7117.81	24.00	13.85	332.40	11.17
02	7086.25	7108.71	23.94	14.15	338.75	13.26
03	7106.35	7124.81	23.85	13.96	332.95	11.09
04	7088.94	7104.11	24.03	14.08	338.34	8.97
05	7086.46	7097.44	24.01	13.95	334.94	6.56
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						10.21

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras al 4% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de succión es de 10.21 gr/200*cm2/min.

Tabla 35: Resultados de Succión a los 28 días en unidades con 8% de ceniza.

SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 8% DE CENIZA						
N° MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7096.24	7111.88	24.00	13.95	334.80	9.34
02	7086.34	7103.83	23.96	14.00	335.44	10.43
03	7097.29	7118.21	23.89	13.85	330.88	12.65
04	7079.13	7095.59	24.00	13.98	335.52	9.81
05	7172.22	7184.53	23.81	14.00	333.34	7.39
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						9.92

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras al 8% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de succión es de 9.92 gr/200*cm2/min.

Tabla 36: Resultados de Succión a los 28 días en unidades con 12% de ceniza.

SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 12% DE CENIZA						
N° MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7045.36	7064.62	24.25	14.20	344.35	11.19
02	7036.53	7058.00	24.11	14.10	339.95	12.63
03	7029.98	7043.54	24.31	14.20	345.20	7.86
04	7056.48	7066.76	24.19	14.31	346.16	5.94
05	7089.41	7102.27	24.17	14.13	341.52	7.53
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						9.03

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras al 12% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de succión es de 9.03 gr/200*cm2/min.

Tabla 37: Resultados de Succión a los 28 días en unidades con 16% de ceniza.

SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 16% DE CENIZA						
Nº MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7015.69	7031.63	24.30	14.10	342.63	9.30
02	7029.38	7051.76	24.16	14.33	346.21	12.93
03	7058.31	7069.87	24.10	14.00	337.40	6.85
04	7042.98	7052.40	24.51	14.37	352.21	5.35
05	7026.01	7042.88	24.00	14.36	344.64	9.79
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						8.84

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras al 16% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de succión es de 8.84 gr/200*cm2/min.

4.3.2.1. Resumen de resultados de Succión en unidades de albañilería

Tabla 38: Resumen de resultados de ensayos en unidades de albañilería a succión.

MUESTRAS	SUCCION (gr/200cm2/min)
PATRON	11.14
4%	10.21
8%	9.92
12%	9.03
16%	8.84

Elaboración propia.



Figura 27: Grafica de resultados de ensayos a succión en unidades de albañilería.
Elaboración propia.

Interpretación: La presente grafica nos muestra los valores obtenidos por el ensayo de succión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras patrón y de sustitución parcial de cemento por ceniza en unidades de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que la succión se reduce a mayor sustitución de cemento por ceniza.

Cuarto objetivo específico.

“Determinar cómo influye los residuos de cenizas volantes en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería en la ciudad de Ilo – 2021”.

Para determinar las propiedades Mecánicas de las unidades de albañilería se tuvo que ensayar dichas unidades tomando como referencia la normativa del RNE E.070 (NTP 399.604 y NTP 399.613). Las cuales fueron:

Absorción

El ensayo de absorción se utilizó 5 unidades de albañilería siendo estas las muestras patrón y las muestras de porcentaje de sustitución parcial de cemento por ceniza previamente secas, posteriormente se registró su peso seco. Luego se colocaron los ladrillos secos en un recipiente con agua, sumergidos durante 24 horas, Pasado el tiempo se retiró los ladrillos del recipiente, retirando el agua

superficial y se pesaron las unidades registrando su peso de saturado, se tomó en cuenta el peso de los ladrillos dentro de los 5 minutos a partir del momento que se extraen del recipiente.

Tabla 39: Resultados de Absorción a los 28 días en unidades sin adición de ceniza.

ABSORCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS PATRON			
N° MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
01	7079.05	7449.31	5.23%
02	7077.22	7387.25	4.38%
03	7080.10	7376.27	4.18%
04	7088.44	7474.08	5.44%
05	7072.22	7487.53	5.87%
PROMEDIO ABSORCION			5.02%

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto en muestras Patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar según la tabla que la absorción del ladrillo Patrón es de 5.02 %. Lo que llegaría a cumplir con la NTP E.070 que establece un límite de 12% para unidades de albañilería.

Tabla 40: Resultados de Absorción a los 28 días en unidades con 4% de ceniza.

ABSORCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 4% DE CENIZA			
N° MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
01	7099.25	7417.55	4.48%
02	7086.25	7425.53	4.79%
03	7106.35	7446.28	4.78%
04	7088.94	7437.28	4.91%
05	7086.46	7425.52	4.78%
PROMEDIO ABSORCION			4.75%

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto en muestras al 4% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar según la tabla que la absorción es de 4.75 %. Lo que llegaría a cumplir con la NTP E.070 que establece un límite de 12% para unidades de albañilería.

Tabla 41: Resultados de Absorción a los 28 días en unidades con 8% de ceniza.

ABSORCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 8% DE CENIZA			
N° MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
01	7096.24	7406.14	4.37%
02	7086.34	7426.34	4.80%
03	7097.29	7406.94	4.36%
04	7079.13	7391.63	4.41%
05	7172.22	7415.77	3.40%
PROMEDIO ABSORCION			4.27%

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto en muestras al 8% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar según la tabla que la absorción es de 4.27 %. Lo que llegaría a cumplir con la NTP E.070 que establece un límite de 12% para unidades de albañilería.

Tabla 42: Resultados de Absorción a los 28 días en unidades con 12% de ceniza.

ABSORCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 12% DE CENIZA			
N° MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
01	7045.36	7348.76	4.31%
02	7036.53	7329.51	4.16%
03	7029.98	7324.18	4.18%
04	7056.48	7313.87	3.65%
05	7089.41	7360.51	3.82%
PROMEDIO ABSORCION			4.03%

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto en muestras al 12% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar según la tabla que la absorción es de 4.03%. Lo que llegaría a cumplir con la NTP E.070 que establece un límite de 12% para unidades de albañilería.

Tabla 43: Resultados de Absorción a los 28 días en unidades con 16% de ceniza.

ABSORCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 16% DE CENIZA			
N° MUESTRAS	PESO SECO (gr.)	PESO SATURADO (gr)	ABSORCION (%)
01	7015.69	7288.90	3.89%
02	7029.38	7232.40	2.89%
03	7058.31	7360.27	4.28%
04	7042.98	7266.11	3.17%
05	7026.01	7304.52	3.96%
PROMEDIO ABSORCION			3.64%

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra succión en ladrillos de clase V de concreto en muestras al 16% de sustitución parcial de cemento por ceniza de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar según la tabla que la absorción es de 3.64%. Lo que llegaría a cumplir con la NTP E.070 que establece un límite de 12% para unidades de albañilería.

Resumen de resultados de ensayos de Absorción

Tabla 44: Resumen de resultados de ensayos de Absorción en unidades de albañilería.

MUESTRAS	ABSORCION (%)
PATRON	5.02%
4%	4.75%
8%	4.27%
12%	4.03%
16%	3.64%

Elaboración propia.

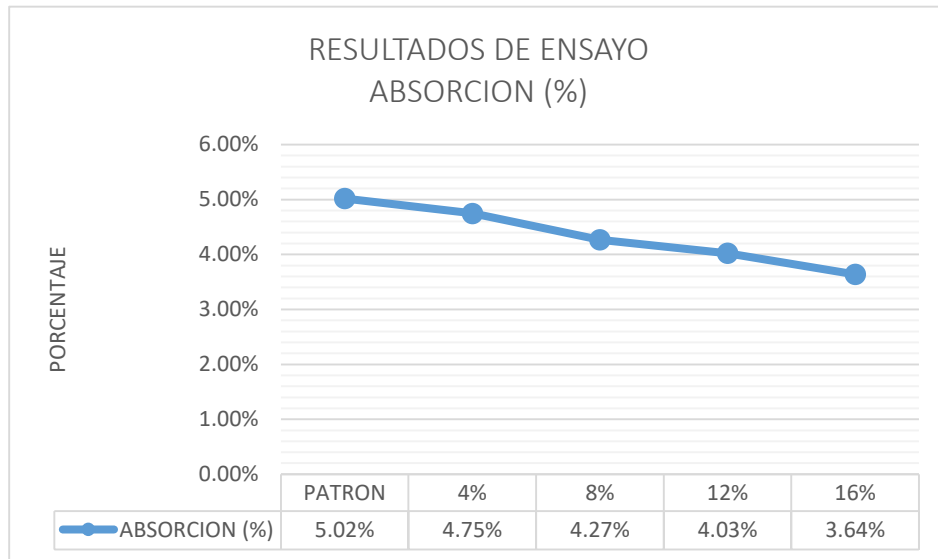


Figura 28: Grafica de resultados de ensayos de Absorción en unidades de albañilería. Elaboración propia.

Interpretación: La presente grafica nos muestra los valores obtenidos por el ensayo de absorción en ladrillos de clase V de concreto, en muestras patrón y de sustitución parcial de cemento por ceniza en unidades de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que la absorción se reduce a mayor sustitución de cemento por ceniza.

Densidad

El procedimiento del ensayo de densidad de las unidades de albañilería, se tomaron 5 unidades secas, luego se registró el peso seco, para posteriormente sumergir las muestras en el recipiente con agua, dejando hervir el agua con las muestras durante 3 horas aproximadamente, para luego pesar las muestras en estado sumergido y finalmente se secaron las unidades con ayuda de un trapo y así registrar su peso saturado y obtener la densidad en unidad de gr/cm³.

Tabla 45: Resultados de Densidades en unidades de albañilería a los 28 días.

DENSIDADES EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA					
Nº MUESTRAS	DENSIDAD (kg/m3) PATRON	DENSIDAD (kg/m3) 4%	DENSIDAD (kg/m3) 8%	DENSIDAD (kg/m3) 12%	DENSIDAD (kg/m3) 16%
01	1920.26	1922.65	1963.44	1885.03	1939.65
02	1945.37	1947.29	1941.05	1937.40	1932.13
03	1964.45	1927.87	1947.24	1924.56	1879.64
04	1883.51	1945.81	1944.84	1951.70	1928.34
05	1916.37	1914.78	1982.02	1923.94	1898.88
PROMEDIO	1925.99	1931.68	1955.72	1924.53	1915.73

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra las densidades en ladrillos de clase V de concreto en diferentes muestras y a diferentes porcentajes de sustitución parcial de cemento por ceniza, de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar según la tabla que el promedio de densidades para una muestra Patrón de $f_b=190$ kg/cm² es de 1925.99 kg/m³, así mismo para porcentajes de sustitución de cemento por ceniza fueron: al 4%-1931.68 kg/m³, al 8%-1955.72 kg/m³, al 12%-1924.53 kg/m³ y finalmente al 16%-1915.73 kg/m³ respectivamente.

Resumen de densidades

Tabla 46: Resumen de resultados de ensayos de densidad en unidades de albañilería

Nº MUESTRAS	DENSIDAD (kg/m3)
PATRON	1925.99
4%	1931.68
8%	1955.72
12%	1924.53
16%	1915.73

Elaboración propia.

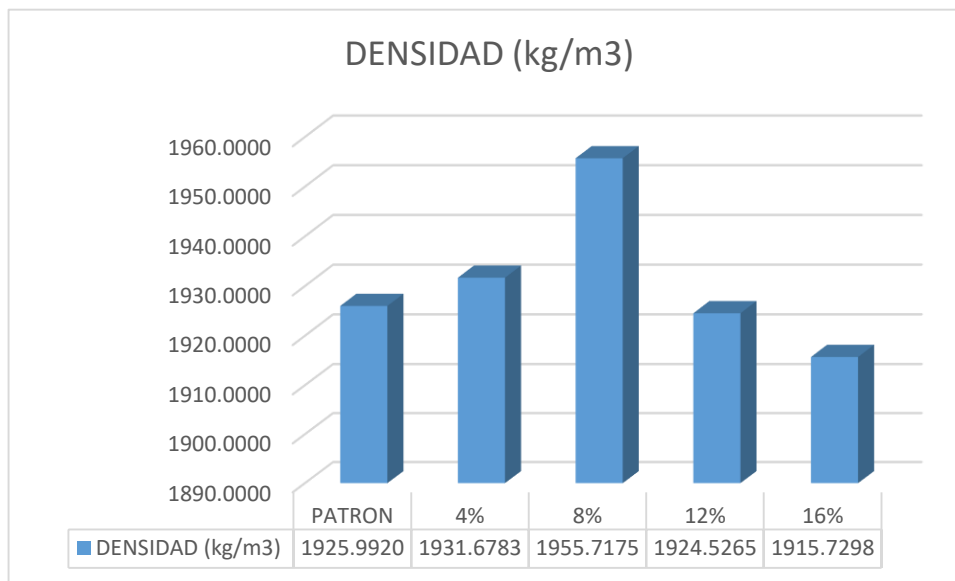


Figura 29: Grafica de resultados de ensayos de densidad en unidades de albañilería. Elaboración propia.

Interpretación: La presente grafica nos muestra los valores obtenidos por el ensayo de densidad en ladrillos de clase V de concreto, en muestras patrón y de sustitución parcial de cemento por ceniza en unidades de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que la densidad expone una disminución para las muestras de 12% y 16% y una mayor densidad en 8% de porcentaje.

Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Compresión

Para el poder realizar este ensayo se utilizaron 5 unidades de albañilería secas por cada dosificación, posteriormente a estas unidades se les coloco en la parte superior y inferior una capa delgada de yeso menor a 3mm, para así uniformizar la superficie en toda el área de contacto del cabezal de la maquina por donde se aplica la carga y también en la base donde se apoya el ladrillo, luego se aplicó la carga a una velocidad constante en un rango de 3 a 5 minutos donde finalmente se registró la máxima carga de rotura de cada unidad de albañilería.

Tabla 47: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 7 días en unidades sin adición de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 07 DIAS - MUESTRAS PATRON							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43388	24.1	14.0	337.7	128.49
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	44550	24.1	14.0	337.4	132.04
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	44302	24.2	14.2	344.4	128.65
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43504	24.0	14.0	335.7	129.59
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	45421	23.9	14.1	337.6	134.56
PROMEDIO							130.66

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras Patrón de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 130.66 Kg/cm². Dicho valor es el 68.77% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 07 días.

Tabla 48: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 14 días en unidades sin adición de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 14 DIAS - MUESTRAS PATRON							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	54752	24.2	14.0	339.2	161.40
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	55264	24.0	14.0	335.3	164.82
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	55123	24.0	14.1	339.1	162.55
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57412	24.1	14.0	337.4	170.16
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	56186	24.0	14.2	339.8	165.33
PROMEDIO							164.85

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras Patrón de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 164.85 Kg/cm². Dicho valor es el 86.76% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

Tabla 49: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 28 días en unidades sin adición de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 28 DIAS - MUESTRAS PATRON							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	63927	24.0	14.1	338.4	188.91
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64671	24.1	14.0	337.4	191.67
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64317	24.2	14.1	341.4	188.39
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64316	24.0	14.0	336.0	191.42
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64807	24.2	14.1	341.0	190.05
PROMEDIO							190.09

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras Patrón de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 190.09 Kg/cm2. Dicho valor es el 100.05% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

Tabla 50: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 07 días en unidades con 4% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 07 DIAS - MUESTRAS 4% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46385	24.0	14.1	339.1	136.78
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46591	24.1	14.1	340.7	136.74
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46708	24.2	14.0	339.4	137.61
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	47457	24.0	14.0	336.0	141.24
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46631	24.2	14.1	340.7	136.87
PROMEDIO							137.85

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 4% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 137.85 Kg/cm2. Dicho valor es el 72.55% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 07 días.

Tabla 51: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 14 días en unidades con 4% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 14 DIAS - MUESTRAS 4% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	LARGO	ANCHO	AREA	F'b
			(Kg)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57742	24.1	14.0	337.8	170.92
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57563	24.2	14.0	339.2	169.69
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58013	24.0	14.1	338.6	171.31
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57412	24.1	14.1	340.3	168.71
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57186	24.0	14.2	339.6	168.39
PROMEDIO							169.81

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 4% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 169.81 Kg/cm². Dicho valor es el 89.37% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

Tabla 52: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 28 días en unidades con 4% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 28 DIAS - MUESTRAS 4% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	LARGO	ANCHO	AREA	F'b
			(Kg)	(cm)	(cm)	(cm ²)	(Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67146	24.1	14.0	337.7	198.84
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67148	24.1	14.1	340.7	197.08
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	68169	24.0	14.2	339.8	200.59
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67290	24.1	14.0	338.4	198.87
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67967	24.0	14.2	340.6	199.57
PROMEDIO							198.99

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 4% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 198.99 Kg/cm². Dicho valor es el 104.73% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

Tabla 53: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 07 días en unidades con 8% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 07 DIAS - MUESTRAS 8% DE CENIZA							
Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	47931	24.1	14.1	340.2	140.88
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	47902	24.0	14.1	338.9	141.35
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	48410	24.1	14.1	340.5	142.16
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	48692	24.2	14.0	338.2	143.96
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	48930	24.0	14.0	336.0	145.62
PROMEDIO							142.79

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 8% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 142.79 Kg/cm². Dicho valor es el 75.15% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 07 días.

Tabla 54: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 14 días en unidades con 8% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 14 DIAS - MUESTRAS 8% DE CENIZA							
Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58731	24.2	14.1	340.7	172.41
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	59202	24.1	14.1	340.2	174.00
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58410	24.0	14.0	336.0	173.84
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	59092	24.0	14.0	336.0	175.87
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58930	24.1	14.1	340.3	173.17
PROMEDIO							173.86

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 8% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 173.86 Kg/cm². Dicho valor es el 91.50% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

Tabla 55: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 28 días en unidades con 8% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 28 DIAS - MUESTRAS 8% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	LARGO	ANCHO	AREA	F'b
			(Kg)	(cm)	(cm)	(cm2)	(Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	69801	24.1	14.1	340.0	205.33
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	70452	24.1	14.1	340.4	206.97
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	69790	24.0	14.0	336.0	207.71
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	70496	24.0	14.1	337.7	208.77
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	69946	24.1	14.0	337.1	207.48
PROMEDIO							207.25

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 8% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 207.25 Kg/cm². Dicho valor es el 109.08% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

Tabla 56: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 07 días en unidades con 12% de su ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 07 DIAS - MUESTRAS 12% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	LARGO	ANCHO	AREA	F'b
			(Kg)	(cm)	(cm)	(cm2)	(Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	44174	24.1	14.1	340.4	129.76
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43309	24.2	14.1	341.0	127.01
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43002	24.2	14.0	338.4	127.08
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	42525	24.0	14.2	341.9	124.36
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43269	24.0	14.1	338.6	127.77
PROMEDIO							127.20

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 12% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 127.20 Kg/cm². Dicho valor es el 66.95% de la resistencia total, sobrepasando el porcentaje mínimo de resistencia a los 07 días.

Tabla 57: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 14 días en unidades con 12% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 14 DIAS - MUESTRAS 12% DE CENIZA							
Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	53274	24.1	14.2	342.6	155.48
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	53009	24.2	14.1	341.6	155.16
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	53302	24.2	14.0	339.0	157.25
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	52825	24.2	14.1	341.6	154.62
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	52869	24.3	14.1	342.6	154.30
PROMEDIO							155.36

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 12% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 155.36 Kg/cm². Dicho valor es el 81.77% de la resistencia total, no sobrepasa el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

Tabla 58: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 28 días en unidades con 12% de ceniza

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 28 DIAS - MUESTRAS 12% DE CENIZA							
Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	61446	24.2	14.1	341.6	179.85
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	62224	24.2	14.2	343.7	181.06
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	61786	24.2	14.1	342.1	180.61
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	62717	24.1	14.2	342.6	183.04
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	61637	24.1	14.2	342.3	180.06
PROMEDIO							180.93

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 12% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 180.93 Kg/cm². Dicho valor es el 95.22% de la resistencia total, no sobrepasa el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

Tabla 59: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 07 días en unidades con 16% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 07 DIAS - MUESTRAS 16% DE CENIZA							
Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	39821	24.3	14.2	345.1	115.40
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	38830	24.5	14.1	345.2	112.48
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	37683	24.2	14.3	346.7	108.68
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	38953	24.2	14.1	340.3	114.47
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	38323	24.4	14.0	342.6	111.87
PROMEDIO							112.58

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 16% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 112.58 Kg/cm². Dicho valor es el 59.25% de la resistencia total, no sobrepasa el porcentaje mínimo de resistencia a los 07 días.

Tabla 60: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 14 días en unidades con 16% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 14 DIAS - MUESTRAS 16% DE CENIZA							
Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	46582	24.2	14.1	340.5	136.80
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	45553	24.2	14.2	343.1	132.77
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	47783	24.3	14.1	343.3	139.20
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	45953	24.3	14.2	344.2	133.49
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	46523	24.2	14.3	346.1	134.43
PROMEDIO							135.34

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 16% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 135.34 Kg/cm². Dicho valor es el 71.23% de la resistencia total, no sobrepasa el porcentaje mínimo de resistencia a los 14 días.

Tabla 61: Resultados de Resistencia a la Compresión a los 28 días en unidades con 16% de ceniza.

COMPRESION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA A LOS 28 DIAS - MUESTRAS 16% DE CENIZA							
Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	54390	24.1	14.2	342.5	158.80
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	54978	24.4	14.1	345.0	159.35
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	55663	24.2	14.3	346.4	160.67
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	54196	24.3	14.3	346.5	156.40
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	55004	24.1	14.1	340.6	161.50
PROMEDIO							159.34

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra la compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 16% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que el promedio de compresión es de 159.34 Kg/cm². Dicho valor es el 83.87% de la resistencia total, no sobrepasa el porcentaje mínimo de resistencia a los 28 días.

Resumen de resultados de ensayos a la compresión

Tabla 62: Resumen de resultados de ensayos de resistencia a la compresión en unidades de albañilería

MUESTRA	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Patrón	130.66	164.85	190.09
4%	137.85	169.81	198.99
8%	142.79	173.86	207.25
12%	127.20	155.36	180.93
16%	112.58	135.34	159.34

Elaboración propia.

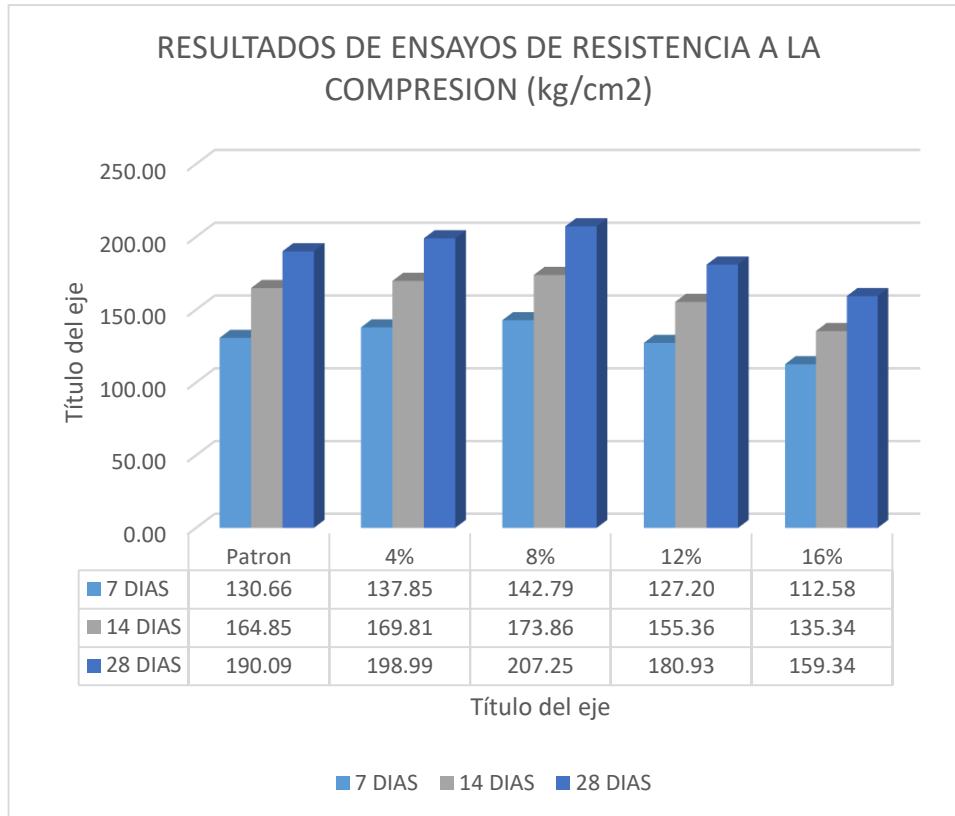


Figura 30: Grafica de resultados de ensayos de Resistencia a la Compresión en unidades de albañilería. Elaboración propia.

Interpretación: La presente grafica nos muestra los valores obtenidos por el ensayo de Resistencia a la Compresión en ladrillos de clase V de concreto, en muestras patrón y de sustitución parcial de cemento por ceniza en unidades de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto. Se puede observar que las resistencias a porcentajes de adición de 4% y 8% son óptimas y los porcentajes de adición mayores a estos no son óptimas puesto que decaen en cuanto a resistencia a los 28 días de edad.

Módulo de Rotura – resistencia a la tracción por Flexión

Para realizar este ensayo se colocó la unidad sobre 2 soportes solidos asegurando que la separación sea de 20 cm con la cara inferior de la unidad. Luego se aplicó la carga en sentido vertical en medio de la unidad, este ensayo se realizó con la misma máquina que se utilizó cuando se realizó el ensayo de resistencia a la compresión

Tabla 63: Resultados de Modulo de rotura a los 28 días en unidades sin adición de ceniza.

MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS PATRON							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3399	20.0	14.1	10.0	72.32
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3354	20.0	14.3	10.2	67.63
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3385	20.0	14.2	10.0	71.36
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3312	20.0	14.0	10.0	71.01
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3351	20.0	14.1	10.0	71.84
PROMEDIO =							70.83

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra flexo-tracción en ladrillos de clase V de concreto, en muestras Patrón de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que el promedio de flexo-tracción es de 70.83 kg/cm².

Tabla 64: Resultados de Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 4% de ceniza

MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 4% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3515	20.0	14.2	10.0	73.66
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3526	20.0	14.1	10.1	74.17
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3565	20.0	14.3	10.0	74.75
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3546	20.0	14.2	10.0	75.00
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3495	20.0	14.1	10.0	74.70
PROMEDIO =							74.46

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra flexo-tracción en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 4% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que el promedio de flexo-tracción es de 74.46 kg/cm².

Tabla 65: Resultados de Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 8% de ceniza

MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 8% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3718	20.0	14.1	10.0	79.42
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3726	20.0	14.1	10.2	75.89
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3745	20.0	14.2	10.1	77.53
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3759	20.0	14.2	10.1	77.61
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3775	20.0	14.1	10.2	76.80
PROMEDIO =							77.45

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra flexo-tracción en ladrillos de clase V de concreto, en muestras con 8% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que el promedio de flexo-tracción es de 77.45 kg/cm².

Tabla 66: Resultados de Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 12% de ceniza

MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 12% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3451	20.0	14.3	10.3	68.97
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3394	20.0	14.2	10.2	69.01
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3365	20.0	14.1	10.1	69.87
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3337	20.0	14.1	10.2	68.77
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3326	20.0	14.2	10.2	67.36
PROMEDIO =							68.79

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra flexo-tracción en ladrillos de clase V de concreto en muestras con 12% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que el promedio de flexo-tracción es de 68.79 kg/cm².

Tabla 67: Resultados de Modulo de rotura a los 28 días en unidades con 16% de ceniza.

MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA - MUESTRAS 16% DE CENIZA							
N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2945	20.0	14.2	10.1	60.59
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3019	20.0	14.2	10.2	61.06
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2989	20.0	14.2	10.2	60.26
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2976	20.0	14.2	10.3	60.01
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2971	20.0	14.1	10.1	61.64
PROMEDIO =							60.71

Elaboración propia.

Interpretación: La presente tabla nos muestra flexo-tracción en ladrillos de clase V de concreto en muestras con 16% de sustitución con ceniza volante de medidas 24 cm x 14 cm x 10 cm (Largo x Ancho x Alto). Se puede observar que el promedio de flexo-tracción es de 60.71 kg/cm².

Resumen de resultados de Modulo de rotura

Tabla 68: Resumen de resultados de ensayos de módulo de rotura en unidades de albañilería.

MUESTRA	FLEXO TRACCION (Kg/cm²)
Patrón	70.83
4%	74.46
8%	77.45
12%	68.79
16%	60.71

Elaboración propia.

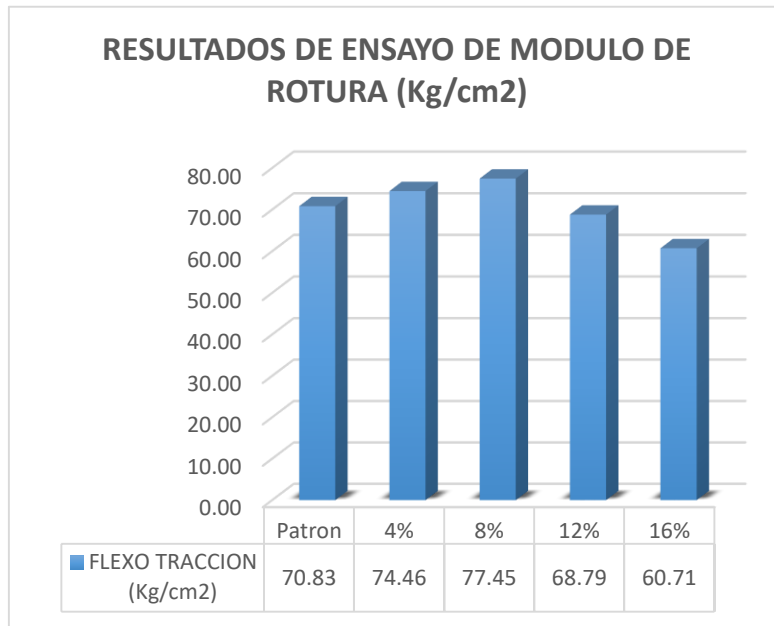


Figura 31: Grafica de resultados de ensayos de módulo de rotura en unidades de albañilería.
Elaboración propia.

Interpretación: La presente figura nos muestra resultados de módulo de rotura en ladrillos de clase V de concreto, de medidas 24 cm de largo, 14 cm de ancho y 10 cm de alto, en muestras Patrón y muestras a diferentes dosificaciones de sustitución de cemento parcialmente por ceniza cuya resistencia optima indicadas en la figura es al 8% de sustitución de cemento por ceniza a más de eso tiende a caer la resistencia.

Contrastación de hipótesis

Los resultados que se han obtenido en laboratorio, las cuales fueron representadas en tablas y figuras de graficas estadísticas en la presente investigación cuasi experimental aprueban la hipótesis que la adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021., cuyo porcentaje optimo encontrado mediante ensayos físicos mecánicos fue de 8% de ceniza volante.

Por medio de los ensayos en base a la dimensión de propiedades físicas se puede afirmar la hipótesis que la adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021., como absorción y succión, en cuanto alabeo y variación dimensional no influye positivamente, pero está dentro de los estipulado en la norma.

Por medio de los ensayos en base a la dimensión de propiedades mecánicas se puede afirmar la hipótesis que la adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021. en porcentajes de 4% y 8%, superando esta dosificación de sustitución las propiedades mecánicas tienden a disminuir.

Por medio de ensayos, en base a dosificaciones experimentales, se puede afirmar la hipótesis, que la dosificación optima de adición de residuos de cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021, puesto que se determinó que la dosificación óptima de adición de ceniza volante fue de 8%.

En el análisis químico de la ceniza se demuestra que en la composición de la ceniza encontramos compuestos químicos similares a los del cemento portland, estos compuestos mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto, esto afirma la hipótesis de la composición química de los residuos de cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.

V. DISCUSIÓN

OG. Determinar cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.

En la investigación de Gonzales y Mariños (2019), los investigadores tuvieron como objetivo determinar la influencia de cenizas de C.A. y polvo donax sp en la propiedades físicas y mecánicas del ladrillo tipo V, sustituyendo parcialmente el cemento por ceniza en porcentajes de 6%,12% y 18%. Por otro lado, en la investigación de Ibáñez y Rodríguez (2018), los autores buscaron determinar la influencia de las cenizas de aserrín en porcentajes de 10%, 15% y 20% en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería de concreto.

Mientras que la presente investigación a comparación de los autores se empleó porcentajes de ceniza volante provenientes de la central termoeléctrica de Ilo en porcentajes de 4%, 8%, 12%, 16%, con lo cual se determinó que dichas cenizas actúan de manera positiva en las propiedades físico mecánicas de unidades de albañilería de clase V.

En tal sentido se compara los resultados obtenidos al aplicar cenizas de composición química similar como sustituto parcial del cemento, los cuales son de suma importancia para la verificación de datos obtenidos en diferentes ensayos tanto para propiedades físicas como mecánicas.

O1. “Determinar cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.”

Por un lado, Gonzales y Mariños (2019), con sus resultados obtenidos en ensayos para determinar las propiedades físicas de unidades de albañilería concluye, según ensayo de alabeo un promedio de concavidad de 0.8mm y 0.9mm para convexidad, resultados que llegarían a cumplir con la norma ya que esta establece un límite de 2mm para ensayos de alabeo. En cuanto a la variación dimensional las dimensiones de diseño fueron de 24cm (Largo), 13cm (ancho) y 9cm (alto) se observó que la variación dimensional está dentro de lo permitido y tubos mejores resultados con

un 6% de adición de ceniza, los resultados se pueden apreciar en las siguientes gráficas.

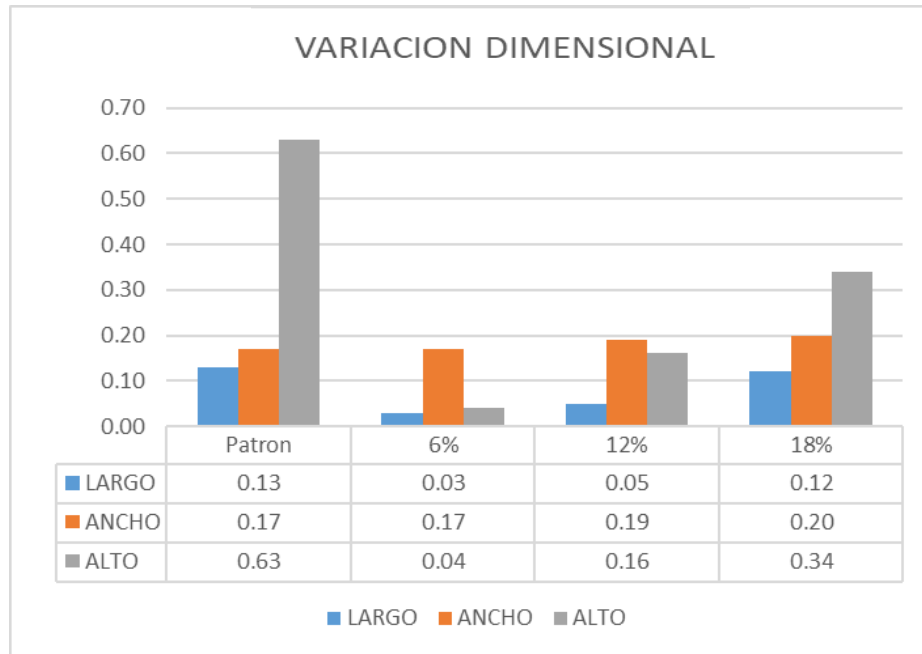


Figura 32: Grafica de resultados de Variación dimensional. Adaptado de Gonzales y Mariños (2019)

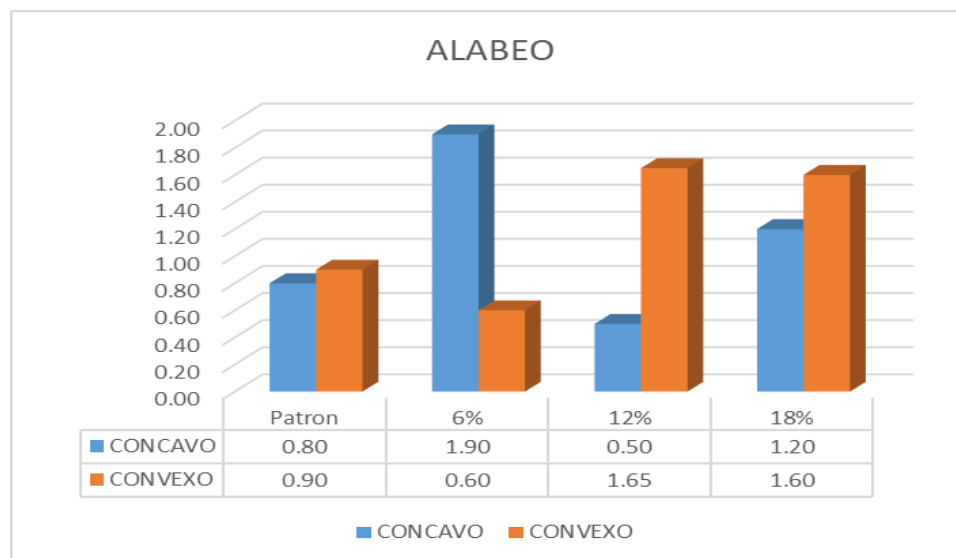


Figura 33: Grafica de resultados de Alabeo. Adaptado de Gonzales y Mariños (2019)

Mientras que la presente investigación los resultados obtenidos para ensayos de variación dimensional están dentro de lo estipulado en la normativa actual E.070, donde nos indica las variaciones máximas en porcentaje que se debe tomar en cuenta en este ensayo, los cuales son para unidades de hasta 100mm ± 3 , hasta 150mm ± 2 y a más de 150mm ± 1 , esto aplica para unidades de albañilería de clase V. En cuanto al alabeo las dosificaciones de 4%, 8% están dentro de lo permitido por la norma E.070, mientras que las dosificaciones de 12% y 16% no cumplen la normativa actual para unidades de albañilería de clase V.

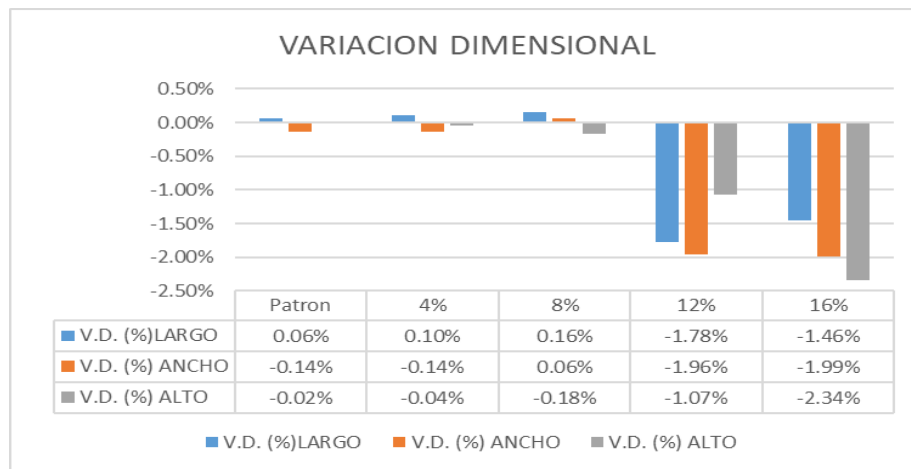


Figura 34: Grafica de resultados de variación dimensional. Elaboración propia.

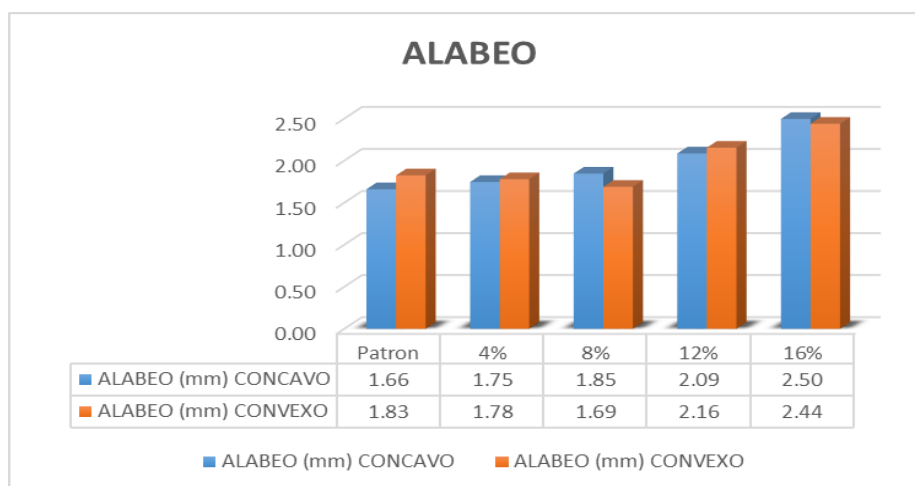


Figura 35: Grafica de resultados de Alabeo. Elaboración propia.

Según Gonzales y Mariños (2019), al sustituir parcialmente el cemento por ceniza, se redujo considerablemente la absorción a medida que se aumentó la proporción de ceniza, esto puede deberse a la finura de granulometría de la ceniza, ya que estas llegan a llenar los vacíos del concreto. La absorción promedio del ladrillo patrón fue de 8.62% mientras que la absorción más alta en los ladrillos con sustitución parcial de cemento por ceniza fue de 6.78%, la sustitución de 18% de cemento por ceniza tuvo la absorción más baja. Esto cumple la normativa técnica peruana que establece un 12% de absorción máxima.

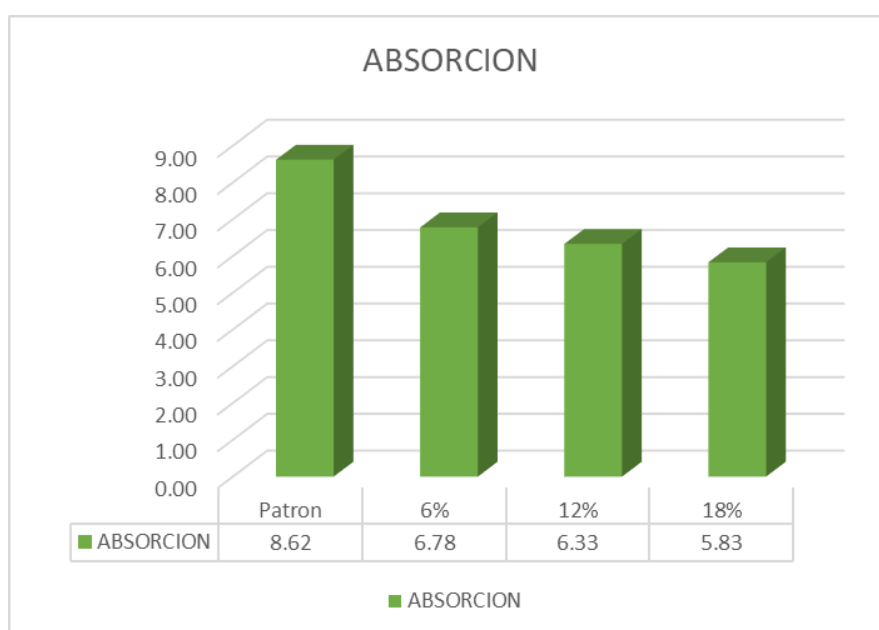


Figura 36: Grafica de resultados de Absorción. Adaptado de Gonzales y Mariños (2019).

La presente investigación determinó con ensayos de absorción que la inclusión de ceniza disminuye la capacidad de absorción de unidades de albañilería de clase V. los resultados de absorción están dentro de lo permisible, el promedio de absorción de muestras patrón fue de 5.02% y el porcentaje optimo se da al 16% de adición de ceniza con un promedio de 3.64%. La norma que indica un 12% de absorción máxima en unidades de albañilería, así lo establece la NTP E.070 en el capítulo 3 (aceptación de la Unidad).

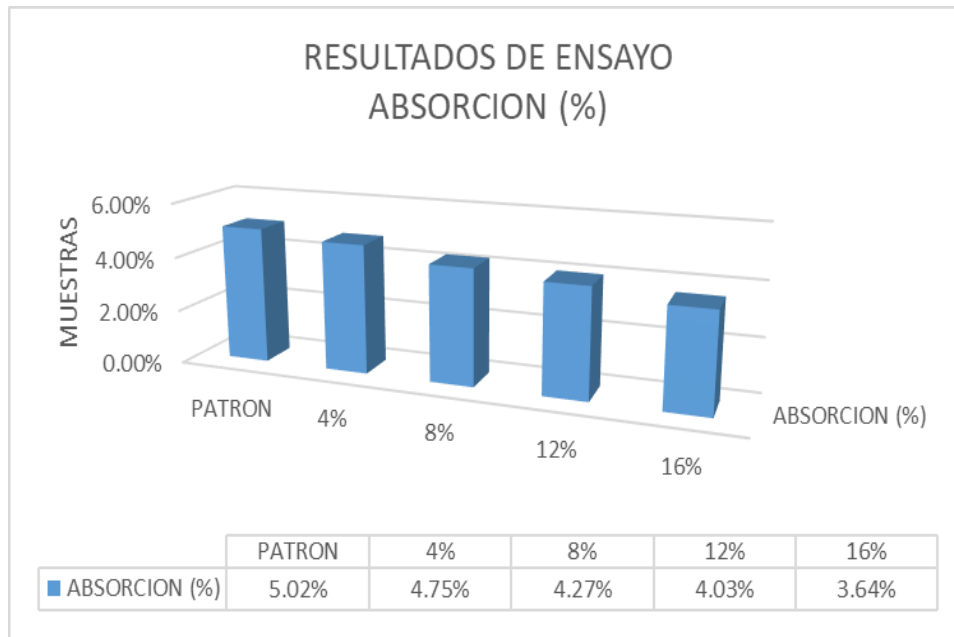


Figura 37: Grafica de resultados de Absorción. Elaboración propia.

En tal sentido se compara los resultados obtenidos al aplicar dos tipos de cenizas de similar composición química en proporciones similares de sustitución del cemento por ceniza, los cuales fueron examinados y evaluados en ensayos de absorción y de esta manera se verifico los resultados de las dosificaciones experimentales las cuales están dentro de lo permisible de la norma que indica un 12% de absorción máxima en unidades de albañilería según las NTP E.070.

O2. “Determinar cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.”

Por otro lado, Ibáñez y Rodríguez (2018), en ensayos a la compresión obtiene una resistencia patrón de 184.25 kg/cm² y una resistencia optima de 185.34 kg/cm² a los 28 días de edad con un 20% de sustitución de cemento por ceniza, siendo este superior en un 102.97% a la resistencia mínima de ladrillos de clase V, el resumen de los resultados de los investigadores en cuanto a resistencia a la compresión se muestra en la gráfica siguiente.

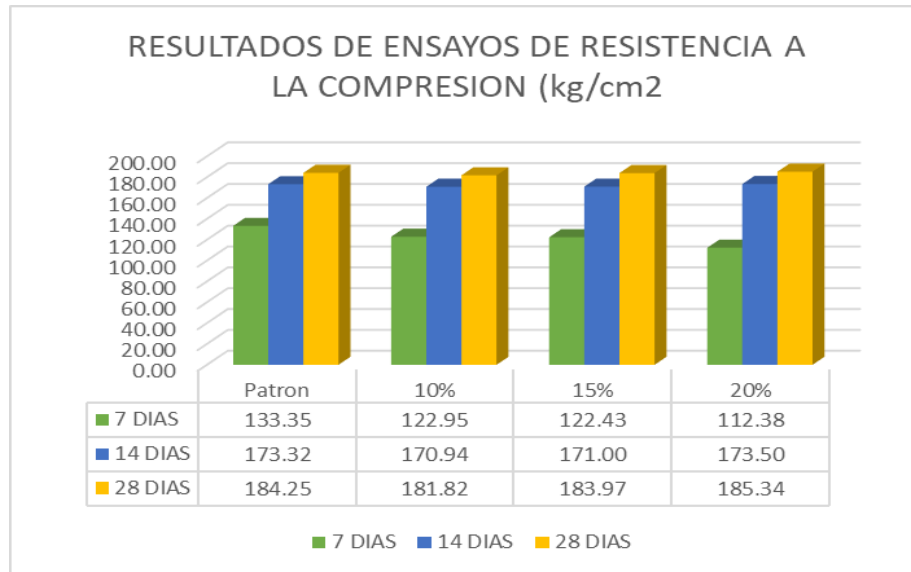


Figura 38: Grafica de resultados de Resistencia a la Compresión. Adaptado de Ibáñez y Rodríguez (2018)

Mientras que la presente investigación en comparación con los autores se obtuvo resultados óptimos en ensayos de compresión a una dosificación de 8% de ceniza, pasada esta adición de ceniza como sustituto parcial del cemento empieza a decaer la tendencia de resistencia de las unidades de albañilería, lo cual nos indica q la adición óptima para unidades de albañilería en ensayos a compresión es de 8% para este tipo de ceniza en ladrillos de clase V.

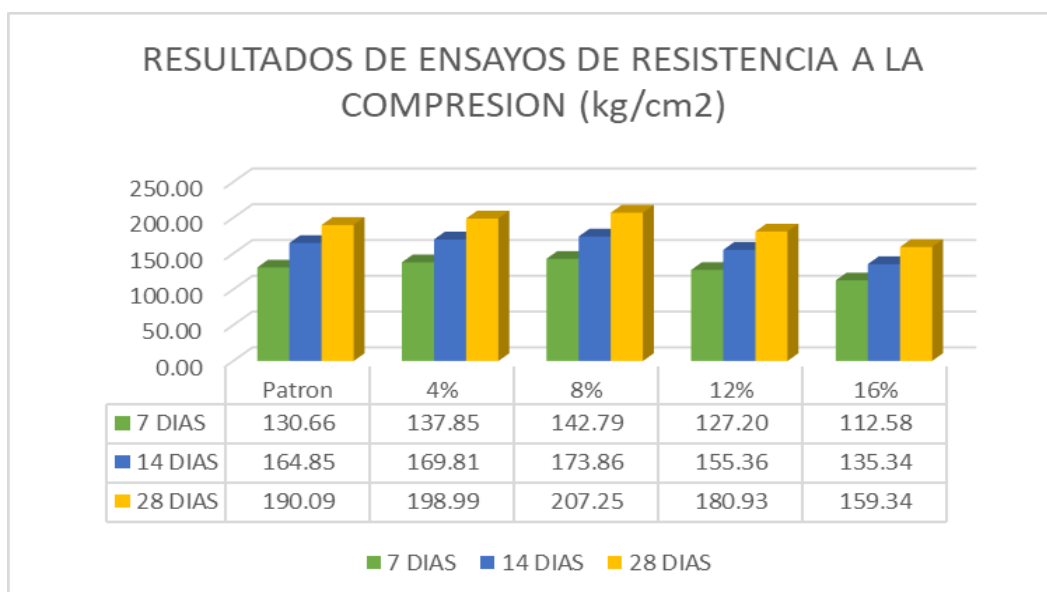


Figura 39: Grafica de resultados de Resistencia a la Compresión. Elaboración propia.

En la presente investigación se corrobora que la sustitución óptima de ceniza es al 8%, mientras que la de los autores Gonzales y Mariños (2019), es al 6%, esta diferencia puede sustentarse por el tipo de ceniza utilizada, los valores de sustitución son similares y se obtuvieron óptimos resultados a esos porcentajes. Por otro lado, Ibáñez y Rodríguez (2018), en sus resultados de resistencia a la compresión arrojan resultados de ensayos de resistencia a la compresión de $f'b=185.34 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de edad a un porcentaje de 20% de ceniza lo que se discrepa con la presente investigación dado los resultados, esto puede deberse a la composición química de la ceniza. Cabe recalcar que la NTP E.070 establece la clasificación de unidades de albañilería, la presente investigación se realizó en base a un ladrillo de clase V. por lo tanto se finaliza que ambas investigaciones otorgan valiosa información.

O3. “Determinar la dosificación óptima de adición de residuos de ceniza volante en unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.”.

En la investigación de Gonzales y Mariños (2019), los autores realizaron un diseño de mezcla experimental con dosificaciones en porcentajes de 6%, 12% y 18% sustituyendo el cemento parcialmente por ceniza, la dosificación patrón se realizó en base a una resistencia para unidades de albañilería de clase V, siendo la dosificación de 6% la más óptima en ensayos para propiedades mecánicas.

Mientras que la presente investigación empleó ceniza volante proveniente de la central termoeléctrica de Ilo para dosificaciones experimentales en porcentajes de 4%, 8%, 12%, 16%, como sustituto parcial del cemento en base a una dosificación patrón para unidades de albañilería de clase V, siendo el 8% la dosificación óptima en ensayos para propiedades mecánicas.

En tal sentido se compara los resultados obtenidos al aplicar dos tipos de cenizas de similar composición química en proporciones similares de sustitución del cemento por ceniza, los cuales fueron examinados y evaluados en los diferentes ensayos para contrarrestar las hipótesis de la presente investigación. De esta manera se verifico los resultados de las dosificaciones experimentales en los ensayos de laboratorio y estos a su vez están reflejados en los resultados obtenidos.

O4. “Determinar la composición química de los residuos de cenizas volantes mediante la prueba de análisis químico, para unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.”

En la investigación de Gonzales y Mariños (2019), los resultados obtenidos en el análisis químico de las cenizas de los autores indican q las cenizas contienen porcentajes altos de dióxido de silicio (SiO_2) en 86,49%, trióxido de aluminio (Al_2O_3) en 6.63% y otros óxidos en bajas concentraciones.

En la presente investigación se realizó el análisis químico de la muestra de ceniza por medio de la fluorescencia de rayos x, los cuales dieron como resultado altos porcentajes de dióxido de silicio (SiO_2), óxido de azufre (SO_3), Oxido de Aluminio (Al_2O_3), Oxido de Calcio (CaO), y demás compuestos detallados en la siguiente gráfica. (figura 32).

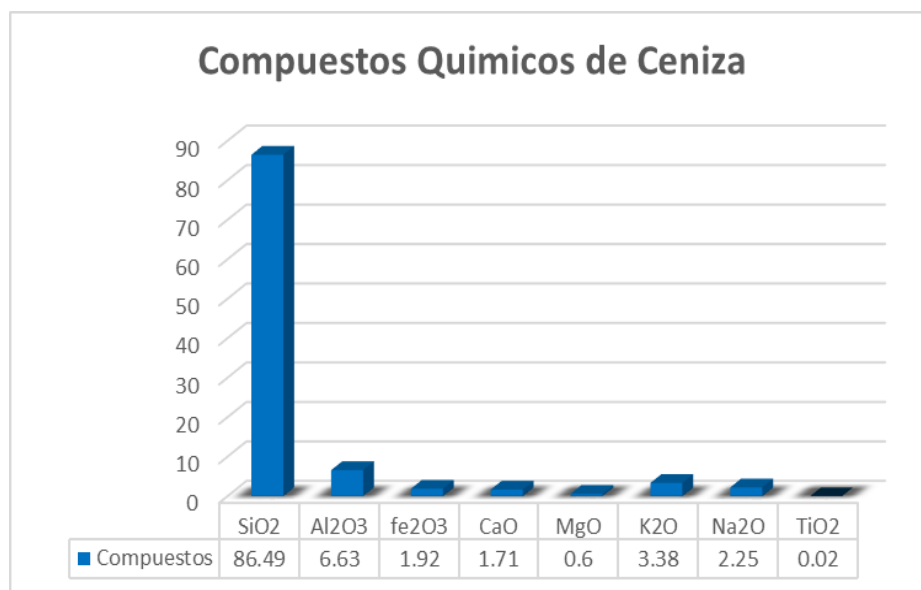


Figura 40: Grafica de resultados de Análisis Químico de Ceniza. Adaptado de Gonzales y Mariños (2019).

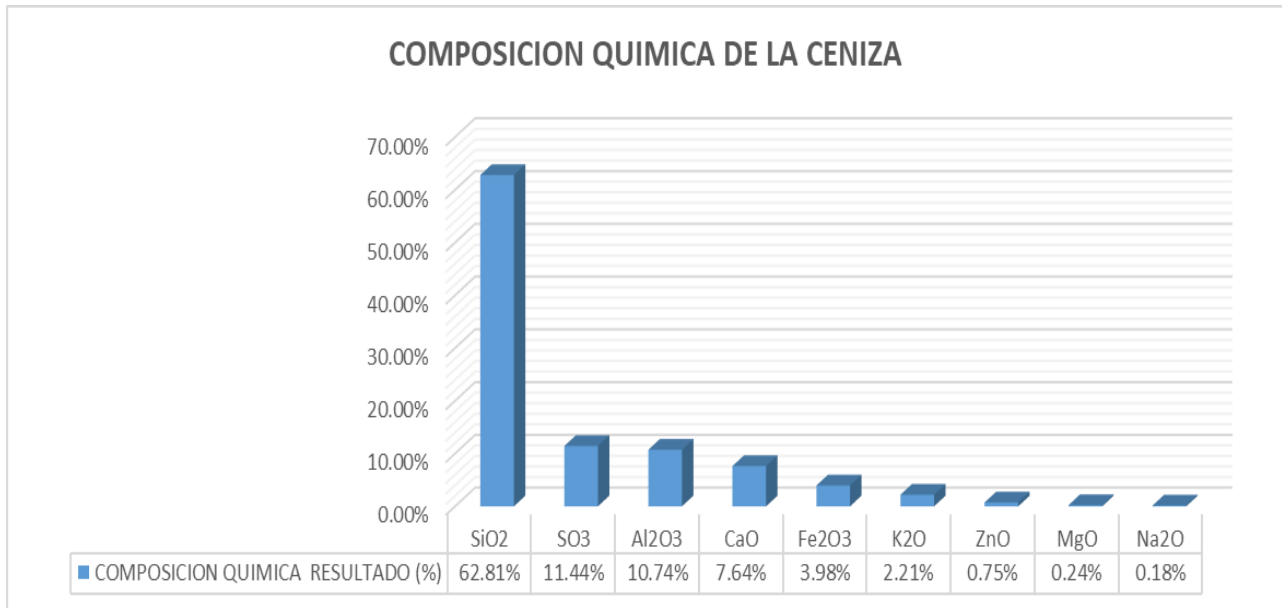


Figura 41: Grafica de resultados de Análisis Químico de Ceniza. Elaboración propia

Por tanto, realizando una comparación podemos decir los resultados tienen coincidencias, pero, sin embargo, poseen resultados con valores distintos esto se debió al tipo de ceniza, en ese sentido se puede afirmar que se pudo determinar la composición química de la muestra conociendo resultados reales y objetivos tal como se puede observar en la (figura 33), por lo tanto, se finaliza que ambas investigaciones otorgan valiosa información.

VI. CONCLUSIONES

OG. Se concluye que la adición de ceniza volante proveniente de la central termoeléctrica de Ilo influye positivamente en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería en la ciudad de Ilo -2021. La ceniza volante trabaja como un aditivo sustentable que mejora la calidad de las propiedades físicas hasta porcentajes de sustitución de 4% 8%, pasando estos porcentajes de adición, las propiedades físicas de los ladrillos tienden a bajar. Las propiedades mecánicas mejoran sustancialmente en cuanto a la adición de dichas cenizas.

O1. Se concluye que la influencia de los residuos de ceniza volante en las propiedades físicas de unidades de albañilería en la ciudad de Ilo-2021, satisfacen la expectativa de mejoramiento de dichas unidades en ensayos de densidad y absorción y succión a los 28 días de edad, puesto que a mayor adición de la ceniza los ladrillo tienden a absorber menos cantidad de agua. En cuanto a ensayos de succión, alabeo, variación dimensional está dentro de lo estipulado en la Norma.

O2. Se concluye que la influencia de los residuos de ceniza volante en las propiedades mecánicas de unidades de albañilería en la ciudad de Ilo-2021, satisface la expectativa de mejoramiento de dichas unidades en ensayos a la compresión, flexo-tracción hasta un 8% de adición, ya que en comparación con la muestra patrón fue superior en un porcentaje de 9.08% con 207.25 kg/m².

O3. Se concluye que las dosificaciones experimentales en base a una dosificación patrón mejoran positivamente propiedades físicas tales como la absorción y succión. Las dosificaciones de 4% y 8% optimizan las propiedades mecánicas y dosificaciones de 12% y 16% no aportan mejoras en tales propiedades

O4. Se concluye que la ceniza proveniente de la central termoeléctrica de Ilo en función a los resultados obtenidos y en contrastación con la hipótesis, tiene aportes significativos en las propiedades de unidades de albañilería de concreto, por la composición química de las cenizas evaluadas y determinadas por fluorescencia de rayos x, estos compuestos en las muestras de ceniza ayudan a mejorar consistentemente en las propiedades de dichas unidades de albañilería.

RECOMENDACIONES

Recalcar la importancia de la dosificación en la elaboración de unidades de albañilería, puesto que estas deben de realizarse de manera correcta, respetando cuidadosamente el porcentaje del agregado, agua, cemento, ceniza, de otra manera no se alcanzará la resistencia adecuada y esperada, en defecto el porcentaje de sustitución de cenizas podría no llegar a optimizar las propiedades de las unidades de albañilería.

Se recomienda siempre realizar un análisis granulométrico de los agregados de esta manera realizar un análisis óptimo de la sustitución parcial del cemento por ceniza. Para obtener los resultados óptimos en laboratorio, es importante seguir la norma técnica peruana correspondiente para cada ensayo, y de no hacerlo podría interferir en los resultados deseados.

Se debe de seguir investigando nuevas tendencias de mejoras tecnológicas que incrementen un valor agregado a la elaboración de unidades de albañilería, de esta manera mejorar las propiedades de los ladrillos. La utilización de estas cenizas como material en la elaboración de unidades de albañilería ayudan en gran parte a la reutilización de este tipo de cenizas que se pueden aprovechar en la elaboración de ladrillos en la ciudad de Ilo.

Se recomienda investigar con diferentes porcentajes de dosificación de este tipo de ceniza para diferentes tipos de ladrillos ya estipulados en la norma técnica peruana E.070.

Se recomienda realizar investigaciones con cenizas en cuanto a porosidad, resistencia a sulfatos y ataques de cloruros, con fin de complementar, ampliar y enriquecer los resultados obtenidos en ensayos de absorción. Así como también el uso de cenizas en diferentes elementos de concreto.

REFERENCIAS

ABANTO CASTILLO, Flavio. Tecnología del Concreto. Lima: San Marcos, 2009. ISBN: 9786123020606

AGUDELO y ESPINOZA, 2017, "Análisis de la resistencia a la compresión de mezclas de concreto con adición de ceniza volante de termopaipa". Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Católica de Colombia-Bogotá. Recuperado de:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14479/4/Documento%20Ceniza%20volante%20TERMOPAIPA.pdf>.

AMARPREET, Kaur, 2016. "The effect of properties of fly ash on strength and microstructure development of mortars". Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad de India Delhi.

ENRIQUE. 2001. Fabricación de Bloques de Concreto con una mesa vibradora. Lima: Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres.

ARRIETA y PEÑAHERRERA. (2001) Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibratoria. (Programa científico PC-CISMID). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú Echevarría, E. (2017) Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

ASTM C618-08. (2008) - Especificación Normalizada Para Ceniza Volante De Carbón Y Puzolana Natural.

BAUTISTA-RUIZ, W.A., M. Díaz y S.A. Martínez-Ovalle (2017) Caracterización de las Cenizas Volantes de una Planta Termoeléctrica para su Posible Uso como Aditivo en la Fabricación de Cemento, Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación.

BOLIVAR, Orlando, 2006. Dosificación De Mezclas De Hormigón. Medellín: COLOMBIA. Recuperado de: <https://documents.ec/document/dosificacion-de-mezclas-de-hormigon-metodos-aci-2111-weymouth-fuller.html>

CAMACHO, J.M. (2009). “Verificación del cumplimiento de la norma ASTM c-494 por los aditivos acelerantes de agua y retardantes de fragua y sus efectos en los concretos usando cemento tipo I y cemento tipo IP”. (Tesis de Licenciatura). Universidad César Vallejo, Trujillo, Perú.

CARBAJAL, E. P. (1999). TÓPICOS DE TENOLOGÍA DEL CONCRETO EN EL PERÚ (Segunda ed.). (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Lima, Perú

CONTRERAS K. y PEÑA V. (2017). Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón en la mezcla (tesis de pregrado). Universidad privada del Norte, Trujillo, Perú.

CHATCHAWAN, Rachot, 2017. “Use of fly ash to enhance performance of expansive concrete”. Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Thammasat.

ENGIE. 2016. Acciones Desarrolladas Por Engie Energía Perú S.A. Ilo.

HERNÁNDEZ, H., Y HERNÁNDEZ C. (1999). *Estudio de las características físico – mecánicas en adoquines de concretos fabricados con arena caliza y arena de rio* (tesis de pregrado) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

HUAQUISTO CÁCERES, Samuel. Efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural. Artículo original.

LAURA, Samuel, 2006. Diseño de Mezcla. Recuperado de <https://itacanet.org/esp/construccion/concreto/dise%C3%B1o%20de%20mezclas.pdf>.

MARYLUZ y ULLOA, 2018. "Uso de las cenizas Volantes de carbón excedentes de la central termoeléctrica Ilo 21- Moquegua como adición para mejorar las propiedades del concreto: Resistencia a la compresión absorción, manejabilidad y temperatura". Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Nacional del Santa-Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3288/48966.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

METODO 211 ACI (American Concrete Institute), Diseño de mezclas de concreto, 2017. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/edwinticonaguispe3/diseo-de-mezclas-concreto-metodoaci#:~:text=Conceptos%20generales%3A%20El%20comite%20211,la%20unidad%20cubica%20del%20concreto.>

NIÑO HERNANDEZ, Jesús. Tecnología del Concreto. 3ra Ed. Colombia: Asocreto, 2010. ISBN: 9789588564036.

NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

NTP 399.613:2005 UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería.

NTP ITINTEC 400.012:2006 AGREGADOS.

NTP 400.017:1999. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el peso unitario de los agregados.

PASQUEL CARBAJAL, Enrique. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú. 2da Ed. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú, 1998.

PEÑA Y CONTRERAS, 2017. "Análisis de la Resistencia a Compresión y permeabilidad en el Concreto adicionando Dosificaciones de Cenizas Volantes de Carbón en la mezcla". Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Privada del Norte–Perú.

PEREZ, T. (2016) Comportamiento físico – mecánico del ladrillo de concreto tipo IV. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

PEREZ, Jafet, 2018. "Influence of fly ash" fly ash "as a partial substitute for Portland IP cement on the properties of concrete $f'c = 210 \text{ Kg / cm}^2$ ". Tesis para optar el título de Ingeniero civil. Universidad Unión.

QUILLA R. (2013). *Plantas de Generación Térmica, Central térmica Ilo II*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Perú

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, E.030 (2006) – Diseño Sismo resistente

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, E.060 (2006) – Concreto armado

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, E.070 (2006) – Albañilería

RIVVA LOPEZ, Enrique. 1992. Tecnología del Concreto, Diseño de Mezclas. Lima: Hozlo

REYES Y RODRÍGUEZ (2010). "Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla en un 3%, 4% y 7% respecto al peso de la mezcla. Bucaramanga, 147p. Tesis de grado (Ingeniero Civil). Universidad Pontifica

Boliviana Seccional Bucaramanga. Facultad de Ingeniería Civil. Escuela de ingenierías.

RODRÍGUEZ Y AGUILERA, E.S. (2011). Mejoramiento de las propiedades del concreto mediante la aplicación de aditivos en la región San Martín, (Tesis de Licenciatura). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

SALAMANCA CORREA, Rodrigo. Tecnología de los morteros, Colombia: Revista; Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 2001. Recuperado de <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/1353>

SAN BARTOLOME, Ángel. CONSTRUCCIONES DE ALBAÑILERIA COMPORTAMIENTO SISMICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU, 1994. ISBN: 8483909650

SANZ, Juan. Mecánica de Suelos [En línea]. Paris: Técnicos Asociados, 1975. Disponible en:
https://books.google.com.pe/books?id=oQFZRKlix_EC&pg=PP5&hl=es&source=gs_selected_pages&cad=2#v=onepage&q&f=false

TORRE, A. (2004), Curso básico de tecnología del concreto. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú

TORRES, Ana, 2018, “Valorización de cenizas volantes de plantas de Producción de energía y residuos de construcción y demolición en morteros industriales”. Tesis para optar el título de Doctor en Ingeniería Química. Universidad de Córdoba. Recuperado de:
<https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/16381/2018000001758.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

VALBUENA LEGUÍZAMO, Humberto. Petrografía de concretos hidráulicos con adición de ceniza volantes de TERMOPAIPA. Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá, Facultad de Ciencias.

YAPUCHURA RICHARD (2019). "Influencia de la ceniza volante en el incremento de la resistencia a la compresión y flexión para losas de concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ utilizando agregado de la cantera Arunta - Tacna" (tesis de pregrado). Universidad privada de Tacna, Tacna, Perú.

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO	"Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".					
AUTOR	Br. CHRISTIAN LOPE SOSA					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE, INDICADOR E INSTRUMENTO			
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V.DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la adición de residuos de cenizas volantes en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo - 2021?	Determinar como influye la adición de residuos de cenizas volantes en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	La adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	VARIABLE DEPENDIENTE (Y) UNIDADES DE ALBAÑILERIA	Propiedades Físicas	Variación dimensional	Ensayo de Variación Dimensional
					Alabeo	Ensayo de Alabeo
					Succión	Ensayo de Succion
					Densidad	Ensayo de Densidad
					Absorción	Ensayo de Absorción
					Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresion
				Resistencia a tracción por flexion	Ensayo de Modulo de Rotura	
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V. INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
¿Cómo influye la adición de residuos de ceniza volante en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?	Determinar como influye la adición de residuos de cenizas volantes en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	La adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las Propiedades físicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	VARIABLE INDEPENDIENTE (X) RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES	Dosificación	Ceniza Volante al 4%	Diseño de mezcla
¿Cómo influye la adición de residuos de ceniza volante en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?	Determinar como influye la adición de residuos de cenizas volantes en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	La adición de residuos de cenizas volantes influye de manera positiva en las Propiedades Mecánicas de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.			Ceniza Volante al 8%	
¿Cómo influye la dosificación óptima de adición de residuos de ceniza volante en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?	Determinar la dosificación óptima de adición de residuos de ceniza volante en unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	La dosificación óptima de adición de residuos de cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo - 2021.			Ceniza Volante al 12%	
					Ceniza Volante al 16%	
¿Cómo influye la composición química de residuos de ceniza volante en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021?	Determinar la composición química de los residuos de cenizas volantes mediante la prueba de análisis químico, para unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	La composición química de los residuos de cenizas volantes influye positivamente en las propiedades de unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Ilo – 2021.	Analisis quimico	Fluorecencia de rayos x	Espectrometria	

ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO	"Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".					
AUTOR	CHRISTIAN LOPE SOSA					
Tipo de variable	VARIABLES	DEFINICION	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
		CONCEPTUAL	OPERACIONAL			
VARIABLE INDEPENDIENTE (X)	VARIABLE INDEPENDIENTE (X) RESIDUOS DE CENIZA VOLANTE	Las cenizas volantes son los residuos sólidos que se obtienen por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas alimentadas por carbones pulverizados.	La variable independiente son los residuos de cenizas volantes tiene una dimensión, cuatro indicadores y un instrumento con la que será medido	Composicion Química	Fluorecencia de rayos X	Razón
				DOSIFICACIÓN	Ceniza Volante al 4%	
					Ceniza Volante al 8%	
					Ceniza Volante al 12%	
					Ceniza Volante al 16%	
VARIABLE DEPENDIENTE (Y)	VARIABLE DEPENDIENTE (Y) UNIDADES DE ALBAÑILERIA	Las unidades de albañilería a las que se refiere la Norma E070 del Reglamento Nacional de Edificaciones, son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima. Estas unidades de albañilería pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares	La variable dependiente tiene 3 dimensión y 5 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que serán medidos	Propiedades Físicas	Variación dimensional	Razón
					Alabeo	
					Succión	
					Densidad	
					Absorción	
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresion	
					Resistencia a traccion por flexion	

ANEXO 03: VALIDACION DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION

Informe validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: LEIVA MEJIA JOSÉ LUIS
 Institución donde labora : SUA REGION DE DESARROLLO 160
 Especialidad : INGENIERIA CIVIL
 Instrumento de evaluación : ENSAYOS DE LABORATORIO, PROP. FÍSICAS Y MEC.
 Autor (s) del instrumento (s) : CHRISTIAN LOPE SOSA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					45	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

TEMA ATRAYENTE E INNOVADOR PARA LA INGENIERIA POR LO QUE SE DEBE CONTINUAR CON LA INVESTIGACION.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 18.0

10 de Mayo de 2021


 Mg. José Luis Leiva Mejía
 INGENIERO CIVIL
 CIP 97098

Informe validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: LA ROSA CARDENAS, CESAR AUGUSTO
 Institución donde labora : INDEPENDIENTE
 Especialidad : CONSULTOR, PROYECTISTA, SUPERVISOR
 Instrumento de evaluación : ENSAYOS DE LABORATORIO, PROP. FISICAS Y MECANICAS.
 Autor (s) del instrumento (s) : CHRISTIAN LOPE SOSA

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				✓	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					✓
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE				✓	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					✓
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					✓
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					✓
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					✓
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					✓
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				✓	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					✓
PUNTAJE TOTAL					47	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

TRAS LA REVISIÓN DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN, SE CONSIDERA: OPORTUNA
 NOVÉDOSA, PRACTICA, INTERESANTE, TANTO TÉCNICA COMO ECONÓMICAMENTE

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 18,8

06 de MAYO de 2021


 César A. La Rosa C.
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 56468

Informe validación de instrumentos

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Quispe Llanos Katerine Tatiana
 Institución donde labora : Gobierno Regional - Moquegua
 Especialidad : Ingeniero Civil
 Instrumento de evaluación : Ensayos de laboratorio Prop. Físicas y Mec.
 Autor (s) del instrumento (s) : Christian Lope Sosa

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: COLOCAR EL NOMBRE DE LA VARIABLE				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
PUNTAJE TOTAL					44	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Considero noveclosa e interesante la presente Investigación.

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

17.6

08 de Mayo de 2021



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

Katerine Tatiana Quispe Llanos
 INGENIERO CIVIL
 N° Reg. C I P 209181

TESIS: "Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".

ENSAYO DE VARIACION DIMENSIONAL DE LADRILLOS DE CONCRETO

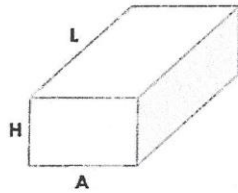
Descripción: _____ fecha: _____
 % de ceniza: _____
 Laboratorio: _____
 Tesista: _____

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
PROMEDIO			

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
PROMEDIO			

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
PROMEDIO			

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
PROMEDIO			



Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
PROMEDIO			

Observaciones:

TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR


 Mg. José Luis Leiva Mejía
 INGENIERO CIVIL
 CIP 97098

TESIS: "Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO

Descripción: _____ fecha: _____
 % de ceniza: _____
 Laboratorio: _____
 Tesista: _____

Nº	CARGA (Kg)	d (mm)
1	0	
2	1000	
3	2000	
4	3000	
5	4000	
6	5000	
7	6000	
8	7000	
9	8000	
10	9000	
11	10000	
12	11000	
13	12000	
14	13000	
15	14000	
16	15000	
17	16000	
18	17000	
19	18000	
20	19000	
21	20000	

Nº	CARGA (Kg)	d (mm)
22	21000	
23	22000	
24	23000	
25	24000	
26	25000	
27	26000	
28	27000	
29	28000	
30	29000	
31	30000	

Carga Maxima = _____ kg

Muestra	a (cm)	b (cm)	Area de contacto cm2
Promedio			

Resistencia (f'b) = _____ kg/cm2

Observaciones:

TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR


 César A. La Rosa C.
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 56468

TESIS: "Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".

ENSAYO DE MODULO DE ROTURA A TRACCION POR FLEXION DE LADRILLOS DE CONCRETO

Descripcion: _____
 % de ceniza: _____
 Laboratorio: _____
 Tesista: _____

fecha: _____

Muestra	Ancho (b)	Espesor (h)	Unidades
PROMEDIO			

Muestra	Ancho (b)	Espesor (h)	Unidades
PROMEDIO			

Muestra	L (mm)	H (mm)	A (mm)
PROMEDIO			

Muestra	Ancho (b)	Espesor (h)	Unidades
PROMEDIO			

Muestra	Ancho (b)	Espesor (h)	Unidades
PROMEDIO			

Muestra	Ancho (b)	Espesor (h)	Unidades
PROMEDIO			

Muestra	Ancho (b)	Espesor (h)	Unidades
PROMEDIO			

Muestra	Ancho (b)	Espesor (h)	Unidades
PROMEDIO			

Observaciones:

TESISTA

COORDINADOR DE LABORATORIO

ASESOR


 Mg. José Luis Leiva Mejía
 INGENIERO CIVIL
 CIP 97098

TESIS: "Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".

ENSAYO DE MODULO DE ROTURA A TRACCION POR FLEXION DE LADRILLOS DE CONCRETO

Descripcion: _____ fecha: _____
 % de ceniza: _____
 Laboratorio: _____
 Tesista: _____

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Muestra		
Distancia entre apoyos (L)		cm
Carga de Rotura (P)		kg
Carga de Rotura (P)		kg/cm ²

Observaciones:

TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR


 Mg. José Luis Leiva Mejía
 INGENIERO CIVIL
 CIP 97098

TESIS: "Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".

ENSAYO DE SUCCIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO

Descripción: _____ fecha: _____
 % de ceniza: _____
 Laboratorio: _____
 Tesista: _____

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Muestra:			
Largo (cm)	Ancho (cm)	Wseco (gr)	Whumedo (gr)

Observaciones:

TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR


 César A. La Rosa C.
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 56468



TESIS: "Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".

ENSAYO DE ABSORCIÓN DE LADRILLOS DE CONCRETO

Descripción: _____ fecha: _____
 % de ceniza: _____
 Laboratorio: _____
 Tesista: _____

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Muestra:			
Wseco (gr)	Promedio	Whumedo (gr)	Promedio

Observaciones:

TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

 Katherine Tatiana Quispe Llanos
 INGENIERO CIVIL
 N.º Reg. C. I. P. 20910

TESIS: "Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021".

ENSAYO DE DENSIDAD DE LADRILLOS DE CONCRETO

Descripción: _____ fecha: _____
 % de ceniza: _____
 Laboratorio: _____
 Tesista: _____

Muestra:			
Nº	Wseco	Wsumergido	Whumedo
Promedio:			

Muestra:			
Nº	Wseco	Wsumergido	Whumedo
Promedio:			

Muestra:			
Nº	Wseco	Wsumergido	Whumedo
Promedio:			

Muestra:			
Nº	Wseco	Wsumergido	Whumedo
Promedio:			

Muestra:			
Nº	Wseco	Wsumergido	Whumedo
Promedio:			

Muestra:			
Nº	Wseco	Wsumergido	Whumedo
Promedio:			

Observaciones:

TESISTA	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Katerine Fabián Quispe Llanos
 Katerine Fabián Quispe Llanos
 INGENIERO CIVIL
 N.º Reg. C. I. P. 2891b.

ANEXO 05: ENSAYOS DE LABORATORIO



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO IE-190521-012

1. DATOS DEL CLIENTE

- 1.1 Cliente : CHRISTIAN LOPE SOSA
1.2 RUC/DNI : 70162997
1.3 Proyecto de tesis : MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO – 2021.

2. FECHAS

- 2.1 Fecha de Muestreo : 05 de Abril de 2021 (Realizado por el cliente)
2.2 Inicio : 19 de Mayo de 2021
2.3 Fin : 19 de Mayo de 2021
2.4 Emisión de informe : 19 de Mayo de 2021

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

- 3.1 Temperatura : 20.2 °C
3.2 Humedad Relativa : 54.5 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

- 4.1 Ensayo solicitado : ANALISIS QUIMICO (Composición por FRX)
4.2 Método Utilizado : Fluorescencia de Rayos X

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Código Interno de Muestra	Tipo de Muestra	Descripción
S-01525	Ceniza	CENIZA VOLANTE DE CARBON

6. RESULTADOS

6.1. Resultados Obtenidos

TABLA N°2: COMPOSICIÓN QUÍMICA EXPRESADO COMO ÓXIDOS

Parámetro	UNIDAD	Resultado
Óxido de Silicio, SiO ₂	%	62.81
Óxido de Azufre, SO ₃	%	11.44
Óxido de Aluminio, Al ₂ O ₃	%	10.74
Óxido de Calcio, CaO	%	7.64
Óxido de Hierro, Fe ₂ O ₃	%	3.98
Óxido de Potasio, K ₂ O	%	2.21
Óxido de Zinc, ZnO	%	0.75
Óxido de Magnesio, MgO	%	0.24
Óxido de Sodio, Na ₂ O	%	0.18

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.

"FIN DEL DOCUMENTO"

DIEGO ROMANO VERGARA D'ARANGO
Químico
CQP. 1337



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

DISEÑO DE MEZCLAS F'C 190 Kg/cm²

SOLICITA : BACH. CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON CENIZAS VOLANTES
LOCALIZACION : ILO-MOQUEGUA-PERU
AGREGADO FINO : CANTERA SAN PABLO
AGREGADO GRUESO : CANTERA SAN PABLO
FECHA : MARZO DEL 2021

CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA

Densidad	2533
Relación Arena/Agregado	0.43

PESOS S.S.S.

Agua	200	Lt./m ³
Cemento	364	Kg./m ³
Ag. Fino	856	Kg./m ³
Ag. Grueso	1113	Kg./m ³
Relación A/C	0.55	

PESOS CORREGIDOS POR HUMEDAD (OBRA)

Agua	215	Lt./m ³
Cemento	364	Kg./m ³
Ag. Fino	849	Kg./m ³
Ag. Grueso	889	Kg./m ³
Relación A/C	0.59	
Cemento	8.56	Bls/m ³

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción en peso(kg)	1	2.33	2.44
Agua		25.10	Litros/saco

	Cemento	Ag. Fino	Ag. Grueso
Proporción aproximadas en volumen(Pie ³)	1	2.40	2.48
Agua		24.37	Litros/saco

NOTA :

- ° Se recomienda dosificar en volúmenes fijos (latas o pies³) mas no en lampadas.
- ° Se debera corroborar diseño a los 7 dias.
- ° La correccion por humedad (campo) se realizara mediante ensayo de SLUMP.



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA. PAREZES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157385
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS.

PESO ESPECIFICO DE MASA

Agregado Fino

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.		a
Peso (fiola + muestra sumerg. en agua)	gr.		b
Peso (fiola + agua)	gr.		c
Peso muestra Seca	gr.		d
Peso muestra sumergida	gr.		e=b-c
Volumen de la muestra	cm3		f=a-e
Peso Especifico Seco (Masa)	gr/cm3	2.362	d/f
Peso Especifico Saturado Sup. Seco	gr/cm3	2.441	a/f

Agregado Grueso

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.		a
Peso (canastilla + muestra) sumergida	gr.		b
Peso canastilla sumergida	gr.		c
Peso muestra Seca	gr.		d
Peso muestra sumergida	gr.		e=b-c
Volumen de la muestra	cm3		f=a-e
Peso Especifico Seco	gr/cm3	2.351	d/f
Peso Especifico Saturado Sup. Seco	gr/cm3	2.450	a/f

ABSORCION

Agregado Fino

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.	200.00	a
Peso muestra Seca	gr.	193.54	b
Absorción	%	3.338	(a-b)/b %

Agregado Grueso

	Unid.		Formula
Peso muestra Saturada Sup. Seca	gr.		a
Peso muestra Seca	gr.		b
Absorción	%	4.201	(a-b)/b %

CONTENIDO DE HUMEDAD

Agregado Fino

	Unid.		Formula
Peso muestra natural	gr.	280.47	a
Peso muestra Seca	gr.	278.00	b
Humedad	%	0.888	(a-b)/b %

Agregado Grueso

	Unid.		Formula
Peso muestra natural	gr.	380.10	a
Peso muestra Seca	gr.	378.03	b
Humedad	%	0.548	(a-b)/b %

PESO UNITARIO SUELTO

Agregado Fino

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	4696	4613.7	4636	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	3230	3230	3230	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm3	1.454	1.428	1.435	a/b

Peso Unitario Suelto 1.439 gr/cm3

Agregado Grueso

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	4099	4096.3	4093.9	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	3230	3230	3230	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm3	1.269	1.268	1.267	a/b

Peso Unitario Suelto 1.268 gr/cm3

PESO UNITARIO COMPACTADO

Agregado Fino

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	5120	5140	5180	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	3230	3230	3230	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm3	1.585	1.591	1.604	a/b

Peso Unitario Varillado 1.593 gr/cm3

Agregado Grueso

	Unid.	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Formula
Peso de muestra	gr.	4513.6	4530.9	4559	a
Volumen de molde (Cte.)	gr.	3230	3230	3230	b
Peso Unitario Suelto	gr/cm3	1.397	1.403	1.411	a/b

Peso Unitario Varillado 1.404 gr/cm3



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBER A. PAJEDES CROQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



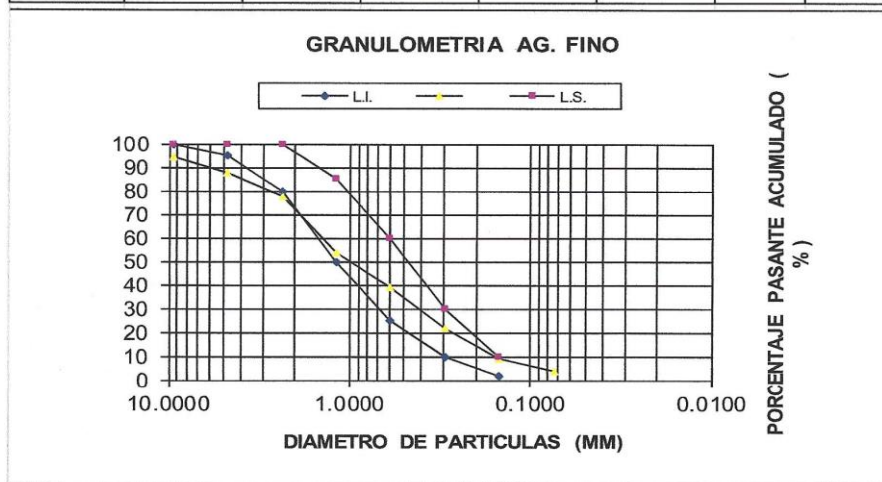
GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ANALISIS GRANULOMETRICO DE ARENA

SOLICITA : BACH. CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECT : MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON CENIZAS VOLANTES
SOLICITA : ILO-MOQUEGUA-PERU
CANTERA : CANTERA SAN PABLO
CANTERA : CANTERA SAN PABLO
RESPONS : MARZO DEL 2021

Malla	Abertura mm	Peso	Porcentaje	Porcentaje	Pasante Acumulado	ASTM 33-78 PASA	
		Retenido gr.	Retenido %	Ret. Acum. %		L.I.	L.S.
3/8"	9.5250	0.00	0.00	0.00	94.48	100	100
Nº 4	4.7500	22.00	6.80	6.80	87.68	95	100
Nº 8	2.3813	31.00	9.80	16.60	77.88	80	100
Nº 16	1.1906	80.00	24.15	40.75	53.73	50	85
Nº 30	0.5953	50.53	15.05	55.80	38.68	25	60
Nº 50	0.2977	53.49	16.74	72.54	21.94	10	30
Nº 100	0.1488	41.67	12.84	85.38	9.10	2	10
Nº 200	0.0744	17.22	5.30	90.68	3.80		
< 200		11.60	3.80	94.48	0.00		
Total		307.51					



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBER A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



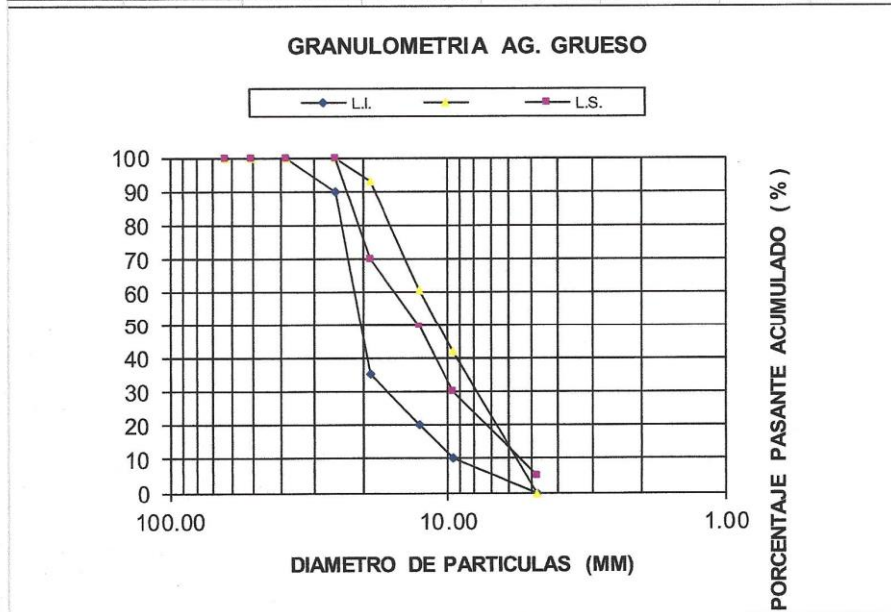
ANALISIS GRANULOMETRICO DE GRAVA

SOLICITA : BACH. CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECT: MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON CENIZAS VOLANTES
ZONA : ILO-MOQUEGUA-PERU
CANTERA : CANTERA SAN PABLO
CANTERA : CANTERA SAN PABLO
FECHA : MARZO DEL 2021

DESIGNACION : ASTM 467

FECHA :

Malla	Abertura mm	Peso	Porcentaje	Porcentaje	Pasante Acumulado %	ASTM PASA	
		Retenido gr.	Retenido %	Ret. Acum. %		L.I.	L.S.
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
2	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.05	0.00	7.16	7.16	92.84	35	70
1/2"	12.70	254.00	31.90	39.07	60.93		
3/8"	9.53	421.51	19.25	58.32	41.68	10	30
Nº 4	4.75	912.40	41.68	100.00	0.00	0	5
< Nº 4		0.00	0.00	100.00	0.00		
Total		2189.11					



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C. MODULO DE FINEZA

INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO





GEOTECNIA&PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP 399.604 – NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON

N° MUESTRA	LARGO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L (cm)				L prom.	V.D.
		1	2				1	2				1	2	3	4		
01	24.00	24.10	23.87	23.99	0.06%	14.00	14.13	14.16	14.15	-1.04%	10.00	10.05	10.15	9.85	10.01	10.02	-0.15%
02	24.00	23.85	23.93	23.89	0.46%	14.00	13.95	13.82	13.89	0.82%	10.00	9.94	10.04	10.06	9.75	9.95	0.53%
03	24.00	24.07	24.15	24.11	-0.46%	14.00	14.25	13.85	14.05	-0.36%	10.00	10.00	10.04	10.11	10.08	10.06	-0.57%
04	24.00	23.91	24.06	23.99	0.06%	14.00	13.87	14.07	13.97	0.21%	10.00	9.94	9.89	10.05	10.04	9.98	0.20%
05	24.00	24.13	23.78	23.96	0.19%	14.00	14.09	14.01	14.05	-0.36%	10.00	10.13	9.96	9.82	10.12	10.01	-0.08%
V.D. PROMEDIO					0.06%	-0.14%											
PARAMETRO :					≤3%	≤3%					≤3%						



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL - O.P. Nº 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP 399.604 – NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 4% DE CENIZA

N° MUESTRA	LARGO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L (cm)				L prom.	V.D.
		1	2				1	2				1	2	3	4		
01	24.00	24.00	24.10	24.05	-0.21%	14.00	13.85	14.10	13.98	0.18%	10.00	10.05	10.15	9.87	10.10	10.04	-0.43%
02	24.00	23.94	24.00	23.97	0.13%	14.00	14.15	14.10	14.13	-0.89%	10.00	9.84	9.75	10.03	10.00	9.91	0.95%
03	24.00	23.85	23.75	23.80	0.83%	14.00	13.96	13.96	13.96	0.29%	10.00	10.13	10.00	9.98	9.92	10.01	-0.08%
04	24.00	24.03	24.09	24.06	-0.25%	14.00	14.08	14.00	14.04	-0.29%	10.00	9.90	10.17	10.05	10.18	10.08	-0.75%
05	24.00	24.01	23.98	24.00	0.02%	14.00	13.95	14.05	14.00	0.00%	10.00	10.12	9.92	10.04	9.89	9.99	0.08%
		V.D.		0.10%				-0.14%								-0.04%	
PARAMETRO :				≤3%				≤3%								≤3%	



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP 399.604 – NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 8% DE CENIZA

N° MUESTRA	LARGO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L (cm)				L prom.	V.D.
		1	2				1	2				1	2	3	4		
01	24.00	24.00	24.04	24.02	-0.08%	14.00	13.95	14.00	13.98	0.18%	10.00	10.00	10.00	10.03	10.07	10.03	-0.25%
02	24.00	23.96	24.00	23.98	0.08%	14.00	14.00	13.98	13.99	0.07%	10.00	10.03	10.11	10.04	10.04	10.06	-0.55%
03	24.00	23.89	24.05	23.97	0.13%	14.00	13.85	14.11	13.98	0.14%	10.00	10.05	10.10	10.07	9.89	10.03	-0.27%
04	24.00	24.00	23.90	23.95	0.21%	14.00	13.98	14.00	13.99	0.07%	10.00	9.98	10.09	10.05	10.00	10.03	-0.30%
05	24.00	23.81	23.97	23.89	0.46%	14.00	14.00	14.05	14.03	-0.18%	10.00	10.00	9.90	9.90	10.00	9.95	0.50%
V.D.					0.16%	0.06%					-0.18%						
PARAMETRO :					≤3%	≤3%					≤3%						



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUERUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP 399.604 – NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 12% DE CENIZA

N° MUESTRA	LARGO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L (cm)				L prom.	V.D.
		1	2				1	2				1	2	3	4		
01	24.00	24.25	24.50	24.38	-1.56%	14.00	14.20	14.00	14.10	-0.71%	10.00	10.00	10.11	10.09	10.10	10.08	-0.75%
02	24.00	24.11	25.11	24.61	-2.54%	14.00	14.10	14.41	14.26	-1.82%	10.00	10.14	10.26	10.14	10.07	10.15	-1.53%
03	24.00	24.31	24.03	24.17	-0.70%	14.00	14.20	14.25	14.23	-1.61%	10.00	10.09	10.11	10.31	10.10	10.15	-1.53%
04	24.00	24.19	24.80	24.50	-2.06%	14.00	14.31	14.50	14.41	-2.89%	10.00	10.06	10.28	10.07	10.07	10.12	-1.20%
05	24.00	24.17	24.80	24.49	-2.02%	14.00	14.13	14.65	14.39	-2.79%	10.00	10.00	10.04	10.06	10.04	10.04	-0.35%
V.D.					-1.78%	V.D.					-1.96%	V.D.					-1.07%
PARAMETRO :					≤3%	PARAMETRO :					≤3%	PARAMETRO :					≤3%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. AREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL. I.P. N° 157355
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL NTP 399.604 – NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 16% DE CENIZA

Nº MUESTRA	LARGO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ANCHO (cm)	L (cm)		L prom.	V.D.	ALTO (cm)	L (cm)				L prom.	V.D.
		1	2				1	2				1	2	3	4		
01	24.00	24.30	24.39	24.35	-1.44%	14.00	14.10	14.53	14.32	-2.25%	10.00	10.15	10.31	10.29	10.27	10.26	-2.55%
02	24.00	24.16	24.61	24.39	-1.60%	14.00	14.33	14.14	14.24	-1.68%	10.00	10.27	10.12	10.33	10.20	10.23	-2.30%
03	24.00	24.10	24.50	24.30	-1.25%	14.00	14.00	14.23	14.12	-0.82%	10.00	10.31	10.34	10.18	10.00	10.21	-2.08%
04	24.00	24.51	24.53	24.52	-2.17%	14.00	14.37	14.42	14.40	-2.82%	10.00	10.15	10.29	10.31	10.23	10.25	-2.45%
05	24.00	24.00	24.40	24.20	-0.83%	14.00	14.36	14.30	14.33	-2.36%	10.00	10.10	10.37	10.27	10.19	10.23	-2.33%

V.D. -1.46% -1.99% -2.34%

PARAMETRO : ≤3% ≤3% ≤3%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. BARRALES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, OIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON

N° MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	1.00	2.00	2.14	1.10	1.57	1.55
02	1.10	2.75	1.50	1.75	1.30	2.25
03	1.80	1.10	2.33	2.10	2.07	1.60
04	2.10	2.00	1.50	2.25	1.80	2.13
05	2.13	1.70	1.00	1.50	1.57	1.60
				PROMEDIO	1.66	1.83
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm
				CUMPLIMIENTO	OK	OK



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL O.P. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 4% DE CENZA

N° MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	1.50	2.50	2.30	1.75	1.90	2.13
02	1.65	1.64	1.60	2.10	1.63	1.87
03	2.05	1.10	2.00	1.70	2.03	1.40
04	1.90	2.50	1.75	1.95	1.83	2.23
05	1.45	1.50	1.26	1.05	1.36	1.28
				PROMEDIO	1.75	1.78
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm
				CUMPLIMIENTO	OK	OK



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA, PAREDES MOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 8% DE CENZA

N° MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	2.00	2.10	1.90	1.75	1.95	1.93
02	1.80	2.30	1.65	1.60	1.73	1.95
03	1.75	1.50	2.50	1.50	2.13	1.50
04	2.10	2.05	1.60	1.30	1.85	1.68
05	1.97	1.79	1.20	1.00	1.59	1.40
				PROMEDIO	1.85	1.69
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm
				CUMPLIMIENTO	OK	OK



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, O.P. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 12% DE CENZA

N° MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	1.50	1.00	2.10	3.10	1.80	2.05
02	2.30	1.30	1.75	2.10	2.03	1.70
03	2.30	1.60	2.00	2.35	2.15	1.98
04	2.56	2.05	2.15	1.95	2.36	2.00
05	2.10	3.10	2.10	3.00	2.10	3.05
				PROMEDIO	2.09	2.16
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm
				CUMPLIMIENTO	NO CUMPLE	NO CUMPLE



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL IP. N° 157655
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ALABEO NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE GENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ALABEO EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 16% DE CENZA

N° MUESTRAS	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)		ALABEO	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
01	3.40	3.40	2.56	1.95	2.98	2.68
02	3.25	2.98	1.50	2.00	2.38	2.49
03	2.50	1.90	2.70	2.10	2.60	2.00
04	3.45	2.85	1.85	2.45	2.65	2.65
05	2.00	2.15	1.75	2.61	1.88	2.38
				PROMEDIO	2.50	2.44
				PARAMETRO	≤ 2 mm	≤ 2 mm
				CUMPLIMIENTO	NO CUMPLE	NO CUMPLE



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.601

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON

07 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43388	24.1	14.0	337.7	128.49
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	44550	24.1	14.0	337.4	132.04
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	44302	24.2	14.2	344.4	128.65
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43504	24.0	14.0	335.7	129.59
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	45421	23.9	14.1	337.6	134.56
						PROMEDIO	130.66

14 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	54752	24.2	14.0	339.2	161.40
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	55264	24.0	14.0	335.3	164.82
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	55123	24.0	14.1	339.1	162.55
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57412	24.1	14.0	337.4	170.16
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	56186	24.0	14.2	339.8	165.33
						PROMEDIO	164.85

28 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	63927	24.0	14.1	338.4	188.91
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64671	24.1	14.0	337.4	191.67
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64317	24.2	14.1	341.4	188.39
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64316	24.0	14.0	336.0	191.42
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	64807	24.2	14.1	341.0	190.05
						PROMEDIO	190.09



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 167865
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.601

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 4% DE CENIZA

07 DÍAS DE EDAD

Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46385	24.0	14.1	339.1	136.78
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46591	24.1	14.1	340.7	136.74
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46708	24.2	14.0	339.4	137.61
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	47457	24.0	14.0	336.0	141.24
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	46631	24.2	14.1	340.7	136.87
						PROMEDIO	137.85

14 DÍAS DE EDAD

Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57742	24.1	14.0	337.8	170.92
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57563	24.2	14.0	339.2	169.69
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58013	24.0	14.1	338.6	171.31
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57412	24.1	14.1	340.3	168.71
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	57186	24.0	14.2	339.6	168.39
						PROMEDIO	169.81

28 DÍAS DE EDAD

Nº PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67146	24.1	14.0	337.7	198.84
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67148	24.1	14.1	340.7	197.08
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	68169	24.0	14.2	339.8	200.59
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67290	24.1	14.0	338.4	198.87
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	67967	24.0	14.2	340.6	199.57
						PROMEDIO	198.99



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. AREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. Nº 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.601

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 8% DE CENIZA

07 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	47931	24.1	14.1	340.2	140.88
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	47902	24.0	14.1	338.9	141.35
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	48410	24.1	14.1	340.5	142.16
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	48692	24.2	14.0	338.2	143.96
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	48930	24.0	14.0	336.0	145.62
						PROMEDIO	142.79

14 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58731	24.2	14.1	340.7	172.41
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	59202	24.1	14.1	340.2	174.00
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58410	24.0	14.0	336.0	173.84
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	59092	24.0	14.0	336.0	175.87
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	58930	24.1	14.1	340.3	173.17
						PROMEDIO	173.86

28 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm2)	F'b (Kg/cm2)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	69801	24.1	14.1	340.0	205.33
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	70452	24.1	14.1	340.4	206.97
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	69790	24.0	14.0	336.0	207.71
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	70496	24.0	14.1	337.7	208.77
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	69946	24.1	14.0	337.1	207.48
						PROMEDIO	207.25



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.601

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 12% DE CENIZA

07 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	44174	24.1	14.1	340.4	129.76
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43309	24.2	14.1	341.0	127.01
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43002	24.2	14.0	338.4	127.08
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	42525	24.0	14.2	341.9	124.36
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	43269	24.0	14.1	338.6	127.77
PROMEDIO							127.20

14 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	53274	24.1	14.2	342.6	155.48
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	53009	24.2	14.1	341.6	155.16
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	53302	24.2	14.0	339.0	157.25
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	52825	24.2	14.1	341.6	154.62
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	52869	24.3	14.1	342.6	154.30
PROMEDIO							155.36

28 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	61446	24.2	14.1	341.6	179.85
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	62224	24.2	14.2	343.7	181.06
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	61786	24.2	14.1	342.1	180.61
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	62717	24.1	14.2	342.6	183.04
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	61637	24.1	14.2	342.3	180.06
PROMEDIO							180.93



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157055
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 399.601

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 16% DE CENIZA

07 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	7 días	39821	24.3	14.2	345.1	115.40
02	LADRILLO (10*14*24)	7 días	38830	24.5	14.1	345.2	112.48
03	LADRILLO (10*14*24)	7 días	37683	24.2	14.3	346.7	108.68
04	LADRILLO (10*14*24)	7 días	38953	24.2	14.1	340.3	114.47
05	LADRILLO (10*14*24)	7 días	38323	24.4	14.0	342.6	111.87
						PROMEDIO	112.58

14 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	14 días	46582	24.2	14.1	340.5	136.80
02	LADRILLO (10*14*24)	14 días	45553	24.2	14.2	343.1	132.77
03	LADRILLO (10*14*24)	14 días	47783	24.3	14.1	343.3	139.20
04	LADRILLO (10*14*24)	14 días	45953	24.3	14.2	344.2	133.49
05	LADRILLO (10*14*24)	14 días	46523	24.2	14.3	346.1	134.43
						PROMEDIO	135.34

28 DÍAS DE EDAD

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA (cm ²)	F'b (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	54390	24.1	14.2	342.5	158.80
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	54978	24.4	14.1	345.0	159.35
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	55663	24.2	14.3	346.4	160.67
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	54196	24.3	14.3	346.5	156.40
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	55004	24.1	14.1	340.6	161.50
						PROMEDIO	159.34



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBER PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE ROTURA NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm ²)
			(Kg)				
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3399	20.0	14.1	10.0	72.32
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3354	20.0	14.3	10.2	67.63
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3385	20.0	14.2	10.0	71.36
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3312	20.0	14.0	10.0	71.01
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3351	20.0	14.1	10.0	71.84
PROMEDIO =							70.83



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, NIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE ROTURA NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 4% DE CENIZA

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm2)
			(Kg)				
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3515	20.0	14.2	10.0	73.66
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3526	20.0	14.1	10.1	74.17
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3565	20.0	14.3	10.0	74.75
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3546	20.0	14.2	10.0	75.00
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3495	20.0	14.1	10.0	74.70
PROMEDIO =							74.46



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEJANCA
INGENIERO CIVIL L.P. N° 57965
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE ROTURA NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 8% DE CENIZA

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm ²)
			(Kg)				
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3718	20.0	14.1	10.0	79.42
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3726	20.0	14.1	10.2	75.89
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3745	20.0	14.2	10.1	77.53
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3759	20.0	14.2	10.1	77.61
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3775	20.0	14.1	10.2	76.80
PROMEDIO =							77.45



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES MOQUEGUANCA
INGENIERO CIVIL N° 157355
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE ROTURA NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 12% DE CENIZA

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA (Kg)	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm ²)
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3451	20.0	14.3	10.3	68.97
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3394	20.0	14.2	10.2	69.01
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3365	20.0	14.1	10.1	69.87
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3337	20.0	14.1	10.2	68.77
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3326	20.0	14.2	10.2	67.36
PROMEDIO =							68.79



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 167855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE ROTURA NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE MODULO DE ROTURA EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 16% DE CENIZA

N° PROB.	DESCRIPCION	ROTURA	CARGA	L. A. (cm)	ANCHO (cm)	ALTURA (cm)	Fb (Kg/cm2)
			(Kg)				
01	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2945	20.0	14.2	10.1	60.59
02	LADRILLO (10*14*24)	28 días	3019	20.0	14.2	10.2	61.06
03	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2989	20.0	14.2	10.2	60.26
04	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2976	20.0	14.2	10.3	60.01
05	LADRILLO (10*14*24)	28 días	2971	20.0	14.1	10.1	61.64
PROMEDIO =							60.71



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA AREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL - IP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



**ENSAYO DE MODULO DE SUCCION
NTP 399.613**

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON

N° MUESTRAS	PESO SECO Wd (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7079.05	7094.88	24.10	14.13	340.53	9.30
02	7077.22	7096.74	23.85	13.95	332.71	11.74
03	7080.10	7097.79	24.07	14.25	343.00	10.32
04	7088.44	7109.89	23.91	13.87	331.63	12.94
05	7072.22	7091.66	24.13	14.09	339.99	11.44
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						11.14



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT BARDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE SUCCION NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 4% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO Wd (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7099.25	7117.81	24.00	13.85	332.40	11.17
02	7086.25	7108.71	23.94	14.15	338.75	13.26
03	7106.35	7124.81	23.85	13.96	332.95	11.09
04	7088.94	7104.11	24.03	14.08	338.34	8.97
05	7086.46	7097.44	24.01	13.95	334.94	6.56
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						10.21



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE SUCCION NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 8% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO Wd (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7096.24	7111.88	24.00	13.95	334.80	9.34
02	7086.34	7103.83	23.96	14.00	335.44	10.43
03	7097.29	7118.21	23.89	13.85	330.88	12.65
04	7079.13	7095.59	24.00	13.98	335.52	9.81
05	7172.22	7184.53	23.81	14.00	333.34	7.39
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						9.92



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERZA PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE SUCCION NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 12% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO Wd (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7045.36	7064.62	24.25	14.20	344.35	11.19
02	7036.53	7058.00	24.11	14.10	339.95	12.63
03	7029.98	7043.54	24.31	14.20	345.20	7.86
04	7056.48	7066.76	24.19	14.31	346.16	5.94
05	7089.41	7102.27	24.17	14.13	341.52	7.53
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						9.03



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE MODULO DE SUCCION NTP 399.613

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE SUCCION EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 16% DE CENIZA

Nº MUESTRAS	PESO SECO Wd (gr.)	PESO SUCCION (gr)	LARGO (cm)	ANCHO (cm)	AREA(cm2)	SUCCION
01	7015.69	7031.63	24.30	14.10	342.63	9.30
02	7029.38	7051.76	24.16	14.33	346.21	12.93
03	7058.31	7069.87	24.10	14.00	337.40	6.85
04	7042.98	7052.40	24.51	14.37	352.21	5.35
05	7026.01	7042.88	24.00	14.36	344.64	9.79
PROMEDIO SUCCION (gr/200cm2/min)						8.84



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERTA PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	ABSORCION (kg/m3)	ABSORCION (%)
01	7079.05	3762.81	7449.31	100.44	5.23%
02	7077.22	3749.26	7387.25	85.22	4.38%
03	7080.10	3772.16	7376.27	82.17	4.18%
04	7088.44	3710.65	7474.08	102.47	5.44%
05	7072.22	3797.11	7487.53	112.54	5.87%
PROMEDIO ABSORCION=					5.02%
ABSORCION PERMISIBLE					≤12%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. FERRERES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL - R.P. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 4% DE CENIZA

Nº MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	ABSORCION (kg/m3)	ABSORCION (%)
01	7099.25	3725.12	7417.55	86.20	4.48%
02	7086.25	3786.49	7425.53	93.23	4.79%
03	7106.35	3760.16	7446.28	92.22	4.78%
04	7088.94	3794.09	7437.28	95.61	4.91%
05	7086.46	3724.60	7425.52	91.62	4.78%
PROMEDIO ABSORCION =					4.75%
ABSORCION PERMISIBLE					≤12%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 8% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	ABSORCION (kg/m3)	ABSORCION (%)
01	7096.24	3791.96	7406.14	85.75	4.37%
02	7086.34	3775.57	7426.34	93.13	4.80%
03	7097.29	3762.14	7406.94	84.96	4.36%
04	7079.13	3751.67	7391.63	85.85	4.41%
05	7172.22	3797.12	7415.77	67.30	3.40%
PROMEDIO ABSORCION =					4.27%
ABSORCION PERMISIBLE					≤12%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT K. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO – MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA Nº: 01 de 01

RESULTADOS DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 12% DE CENIZA

Nº MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	ABSORCION (kg/m3)	ABSORCION (%)
01	7045.36	3611.23	7348.76	81.18	4.31%
02	7036.53	3697.56	7329.51	80.67	4.16%
03	7029.98	3671.41	7324.18	80.54	4.18%
04	7056.48	3698.32	7313.87	71.19	3.65%
05	7089.41	3675.67	7360.51	73.57	3.82%
PROMEDIO ABSORCION =					4.03%
ABSORCION PERMISIBLE					≤12%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. Nº 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE ABSORCIÓN NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE ABSORCIÓN EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 16% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	ABSORCION (kg/m3)	ABSORCION (%)
01	7015.69	3671.92	7288.90	75.54	3.89%
02	7029.38	3594.25	7232.40	55.80	2.89%
03	7058.31	3605.14	7360.27	80.41	4.28%
04	7042.98	3613.76	7266.11	61.09	3.17%
05	7026.01	3604.43	7304.52	75.27	3.96%
PROMEDIO ABSORCION =					3.64%
ABSORCION PERMISIBLE					≤12%



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL O.P. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE DENSIDAD NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE DENSIDAD EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA PATRON

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	DENSIDAD (kg/m ³)
01	7079.05	3762.81	7449.31	1920.2631
02	7077.22	3749.26	7387.25	1945.3654
03	7080.10	3772.16	7376.27	1964.4533
04	7088.44	3710.65	7474.08	1883.5052
05	7072.22	3797.11	7487.53	1916.3727
DENSIDAD PROMEDIO =				1925.9920



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHAVEZ
INGENIERO CIVIL O.P. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE DENSIDAD NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE DENSIDAD EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 4% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	DENSIDAD (kg/m ³)
01	7099.25	3725.12	7417.55	1922.6499
02	7086.25	3786.49	7425.53	1947.2855
03	7106.35	3760.16	7446.28	1927.8672
04	7088.94	3794.09	7437.28	1945.8057
05	7086.46	3724.60	7425.52	1914.7834
DENSIDAD PROMEDIO =				1931.6783



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL N° 157355
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE DENSIDAD NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE DENSIDAD EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 8% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	DENSIDAD (kg/m ³)
01	7096.24	3791.96	7406.14	1963.4440
02	7086.34	3775.57	7426.34	1941.0535
03	7097.29	3762.14	7406.94	1947.2372
04	7079.13	3751.67	7391.63	1944.8373
05	7172.22	3797.12	7415.77	1982.0154
DENSIDAD PROMEDIO =				1955.7175



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PARRALES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL, N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE DENSIDAD NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE DENSIDAD EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 12% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	DENSIDAD (kg/m ³)
01	7045.36	3611.23	7348.76	1885.0310
02	7036.53	3697.56	7329.51	1937.3973
03	7029.98	3671.41	7324.18	1924.5614
04	7056.48	3698.32	7313.87	1951.7031
05	7089.41	3675.67	7360.51	1923.9397
DENSIDAD PROMEDIO =				1924.5265



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO



GEOTECNIA & PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

CONSULTORIAS EN PAVIMENTOS, CIMENTACIONES, CANTERAS Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS

ENSAYO DE DENSIDAD NTP 399.604

SOLICITA : CHRISTIAN LOPE SOSA
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE UNIDADES DE ALBAÑILERIA DE CONCRETO ADICIONANDO RESIDUOS DE CENIZAS VOLANTES EN LA CIUDAD DE ILO-2021"
UBICACIÓN : ILO - MOQUEGUA
FECHA : ABRIL DEL 2021

PÁGINA N°: 01 de 01

RESULTADOS DE DENSIDAD EN UNIDADES DE ALBAÑILERIA CON 16% DE CENIZA

N° MUESTRAS	PESO SECO (Wd)	PESO SUMERGIDO (Wi)	PESO SATURADO (Ws)	DENSIDAD (kg/m ³)
01	7015.69	3671.92	7288.90	1939.6541
02	7029.38	3594.25	7232.40	1932.1303
03	7058.31	3605.14	7360.27	1879.6446
04	7042.98	3613.76	7266.11	1928.3420
05	7026.01	3604.43	7304.52	1898.8780
DENSIDAD PROMEDIO =				1915.7298



GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

WILBERT A. PAREDES CHOQUEHUANCA
INGENIERO CIVIL CIP. N° 157855
JEFE DE CALIDAD Y LABORATORIO

ANEXO 06: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

7 125

EMISION:2020-12-15

Solicitante: GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR SAC
Dirección: Calle Tacna 1217 El Siglo-Moquegua
Ciudad: Moquegua
Instrumento/Tipo: PRENSA DE CONCRETO "PINZUAR" L
Fabricante: MG LABORATORIO Y FABRICACION DE EQUIPOS
Modelo: LFP 009
Año: 2018
Serie: 292-5106
Carga Máxima (kg): 2000 kg (de muestra)
Método de Calibración: Según ASTM E 4/NTC 3761

Lectura del disparo (Unid.de escala)	Carga Aplicada(Lect del Patrón)			promedio F	Error de Repetibilidad b %
	D1 (KG)	D2 (KG)	D3 (KG)	(F1+F2+F3)/3 (KG)	
500	500.18	500.00	500.11	500.10	0,08
1000	1000.01	1000.11	1000.08	1000.07	0,06
1500	1500.02	1500.01	1500.05	1500.03	0,05
2000	2000.03	2000.08	2000.00	2000.04	0,03

Conclusión : Los disparos de esclerómetro cumple con la especificación técnica <0.5% de variabilidad.

Técnico:

Oscar Rosero

PINZUAR LTDA.

Ing. Alexander Jaimes
Director Laboratorio de Metrología (e).
PINZUAR LTDA

TRAZABILIDAD. Pinzuar Ltda. asegura y mantiene la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(*)Este informe expresa únicamente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.
Pinzuar Ltda. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento y/o la información contenida en este documento.

Telefax: 415 7020 -267 7441-418 0984 – 413 0383

CALLE 18 N°103 B-72 Bogotá D.C.-COLOMBIA

www.pinzuar.net



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 370 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 163-2020
Fecha de emisión : 2020-11-26

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
Dirección : CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Descripción del Equipo : CELDA DE CARGA

Marca de Celda : ZEMIC
Modelo de Celda : H3-C3-5.0t-6B-C
Serie de Celda : M2D025453
Capacidad de Celda : 5 t
Marca de Indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X2
Serie de Indicador : 0284042

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. LAS SILVITAS 276 SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
24 - NOVIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	A&P TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	A&P TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	20,1
Humedad %	77	78


7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CÉRTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 370 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	503,75	503,98	-0,75	-0,80	503,87	-0,77	-0,05
1000	1002,95	1003,37	-0,30	-0,34	1003,16	-0,32	-0,04
1500	1501,20	1502,01	-0,08	-0,13	1501,61	-0,11	-0,05
2000	2000,70	2001,20	-0,04	-0,06	2000,95	-0,05	-0,03
2500	2500,40	2500,96	-0,02	-0,04	2500,68	-0,03	-0,02
3000	3000,20	3000,29	-0,01	-0,01	3000,25	-0,01	0,00
3500	3498,05	3498,45	0,06	0,04	3498,25	0,05	-0,01
4000	3999,02	3991,20	0,02	0,22	3995,11	0,12	0,20

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- 1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = \frac{(A-B)}{B} \cdot 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$
- 2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- 3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0022x - 5,3247$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

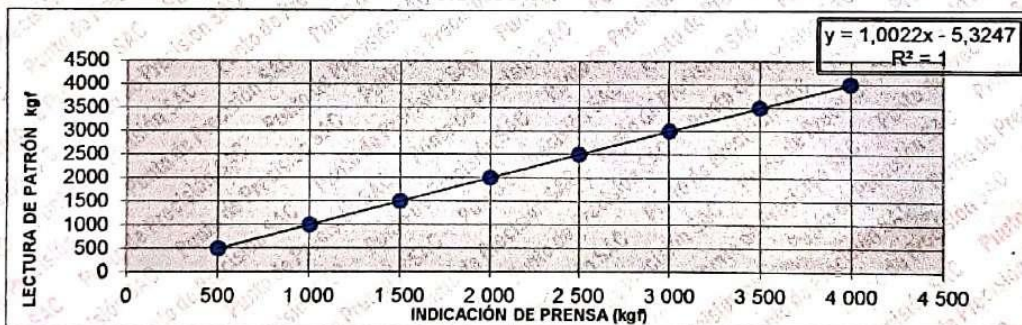
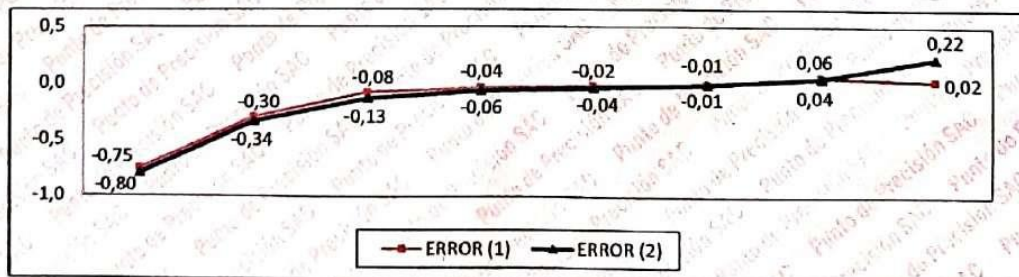


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

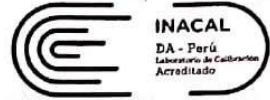
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 566 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : 163-2020
Fecha de Emisión : 2020-11-26

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CALJORGE CHAVEZ MZA, S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8335410496

Alcance de Indicación : 30000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LOCAL

Fecha de Calibración : 2020-11-24

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

JR. LAS SILVITAS 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

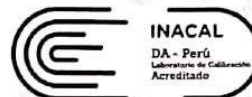
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 566 - 2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,8 °C	20,0 °C
Humedad Relativa	76 %	76 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud E2 y F1)	LM-411-2018
		IP-307-2018 / IP-308-2018
		LM-165-2019 / LM-166-2019
		LM-172-2019 / LM-173-2019

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)
1	15 000	0,5	0,0	29 999	0,9	-1,4
2	15 000	0,5	0,0	30 000	1,0	-0,5
3	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
4	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,9	-0,4
5	15 000	0,4	0,1	30 000	0,8	-0,3
6	15 000	0,5	0,0	29 999	1,0	-1,5
7	15 000	0,5	0,0	30 000	1,1	-0,6
8	15 001	0,9	0,6	29 999	0,7	-1,2
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
10	15 001	0,8	0,7	30 000	1,0	-0,5
Diferencia Máxima	0,9			1,2		
Error máximo permitido ±	2 g			3 g		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2020 / Rev 02

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Scanned by CamScanner



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 566 - 2020

Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,9	19,9

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	k(g)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	k(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)
1	10	10	0,7	-0,2	10 000	10 000	0,5	0,0	0,2
2		10	0,8	-0,3		10 002	0,9	1,6	1,9
3		10	0,8	-0,3		10 002	0,7	1,8	2,1
4		10	0,6	-0,1		9 999	0,5	-1,0	-0,9
5		10	0,7	-0,2		9 999	0,9	-1,4	-1,2

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,9	20,0

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(g)
	k(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	k(g)	ΔL(g)	E(g)	Ec(g)	
10	10	0,6	-0,1	-	10	0,7	-0,2	-0,1	1
50	50	0,8	-0,3	-0,2	50	0,7	-0,2	-0,1	1
500	500	0,8	-0,3	-0,2	500	0,7	-0,2	-0,1	1
2 000	2 000	0,5	0,0	0,1	2 000	0,8	-0,3	-0,2	1
5 000	5 000	0,8	-0,3	-0,2	5 000	0,8	-0,3	-0,2	1
7 000	7 000	0,7	-0,2	-0,1	7 000	0,9	-0,4	-0,3	2
10 000	10 000	0,5	0,0	0,1	10 000	0,8	-0,3	-0,2	2
15 000	15 000	0,6	-0,1	0,0	15 000	0,8	-0,3	-0,2	2
20 000	20 000	0,8	-0,3	-0,2	19 999	0,6	-1,1	-1,0	2
25 000	25 000	1,1	-0,6	-0,5	24 999	0,8	-1,3	-1,2	3
30 000	29 999	0,9	-1,4	-1,3	29 999	0,9	-1,4	-1,3	3

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,0000136 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,439 \text{ g}^2 + 0,00000000415 \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Scanned by CamScanner



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 567 - 2020

Página: 1 de 3

Expediente : 163-2020
Fecha de Emisión : 2020-11-26

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.

Dirección : CAL JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : HENKEL

Modelo : BQ1001

Número de Serie : 1609260866

Alcance de Indicación : 1000 g

División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g

División de Escala Real (d) : 0,01 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LOCAL

Fecha de Calibración : 2020-12-24

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

JR. LAS SILVITAS 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F08 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Scanned by CamScanner



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 567 - 2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,1 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	70 %	70 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Pesas (exactitud E2 y F1)	LM-411-2018 IP-307-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSORS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 500,00 g			Carga L2= 1 000,00 g		
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)
	Temp. (°C) Inicial 19,1 Final 19,1					
1	500,01	2	13	1 000,00	19	-14
2	500,01	2	13	1 000,02	5	20
3	499,99	9	-14	1 000,03	9	26
4	500,00	2	3	999,99	7	-12
5	500,01	4	11	1 000,04	9	36
6	500,01	9	6	1 000,04	14	31
7	500,01	7	8	1 000,03	7	28
8	500,01	15	0	1 000,03	19	16
9	500,01	7	8	1 000,01	9	6
10	500,01	7	8	1 000,03	14	21
Diferencia Máxima			27	50		
Error máximo permitido ±			30 mg	± 30 mg		



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 567 - 2020

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E ₀ (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)
1	0,10	0,10	9	-4	300,00	300,00	10	-5	-1
2		0,10	5	0		300,01	7	6	8
3		0,10	9	-4		300,00	9	-4	0
4		0,10	7	-2		300,00	9	-4	-2
5		0,10	5	0		300,01	5	10	10

Temp. (°C) Inicial: 19,1 Final: 19,2

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 30 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	l(g)	CRECIENTES			DECRECIENTES				emp(**)
		ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
0,10	0,09	4	-9						10
0,20	0,20	5	0	9	0,19	7	-12	-3	10
1,00	1,00	5	0	9	0,99	9	-14	-5	10
10,00	10,00	9	-4	5	9,98	5	-20	-11	10
50,00	50,00	7	-2	7	49,98	5	-20	-11	10
100,00	100,00	5	0	9	99,97	5	-30	-21	20
150,00	150,00	7	-2	7	149,97	7	-32	-23	20
200,00	200,00	10	-5	4	199,97	5	-30	-21	20
500,00	499,99	12	-17	-8	499,95	5	-50	-41	30
700,00	699,99	12	-17	-8	699,99	5	-10	-1	30
1 000,00	999,99	9	-14	-5	999,99	9	-14	-5	30

Temp. (°C) Inicial: 19,2 Final: 19,2

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,00000840 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,000407 \text{ g}^2 + 0,000000000787 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



[Signature]
 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

PT-06.F06 / Diciembre 2020 / Rev 02

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



MG
LABORATORIOS SAC
RUC: 20000340079

COMERCIALIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS CONCRETO ASFALTO Y MINERIA
TELF.: 017644215 - CEL.: 934839621

REPRESENTANTES DE:



Husqvarna

PAG. 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MG - 0515-2020

1. - SOLICITANTE : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C

DIRECCIÓN : CALLE JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE 01 P.J. SAN FRANCISCO

CERTIFICA QUE : Los instrumentos de medición indicados líneas abajo, han sido calibrados, probados y verificados utilizando patrones certificados con trazabilidad en el Instituto Nacional de Calidad INACAL.

2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

EQUIPO: TAMICES DE GRANULOMETRIA DE ACERO INOXIDABLE AGREGADO GRUESO

3.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

**FECHA : 27 DE NOVIEMBRE DEL 2020
(VIGENCIA 1 AÑO)**

LUGAR : Instalaciones de MG LABORATORIOS S.A.C

4.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN

- Método de Calibración se realizó por comparación directa tomando como referencia los procedimientos descritos en la norma ASTM E11, "Estándar Specification for Woven Wire Test Sieves Cloth and Test Sieves".

5.- TRAZABILIDAD

- Los patrones (certificados) son emitidos por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL)

6.- CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

- Temperatura promedio : 23.6 °C
- Humedad Relativa promedio : 41 HR%

MG LABORATORIOS S.A.C.
Luis Alberto Villanueva Andrade
GERENTE GENERAL

JR LAS SILVITAS N° 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO -LIMA
TEL.017644215 - CEL.: 934839621



MG
LABORATORIOS SAC
RUC: 20600318079

COMERCIALIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS CONCRETO ASFALTO Y MINERIA
TELF.: 017644215 - CEL.: 934839621

REPRESENTANTES DE :



PAG. 2 de 2

7.- RESULTADO DE LA MEDICIÓN

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma arqueológica metrológica consultada.

ITEM	ID	MARCA	SERIE	N	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	PROMEDIO mm	STANDAR mm	ERROR mm
1	LL240	LVA	NO INDICA	3"	75,25	74,16	74,13	72,77					74,08	75,00	0,92
2	LL241	LVA	NO INDICA	2 1/2"	62,87	62,47	62,58	62,35	62,78	63,02	63,03	62,89	62,75	63,00	0,25
3	LL242	LVA	NO INDICA	2"	50,94	49,95	50,02	49,64	50,21	49,71	51,34	50,08	50,24	50,00	0,24
4	LL243	LVA	NO INDICA	1 1/2"	37,62	37,64	39,98	39,43	40,65	41,09	40,08	39,85	39,54	37,50	2,04
5	LL244	LVA	NO INDICA	1"	24,46	24,97	24,98	24,31	24,86	25,04	24,66	24,99	24,78	25,00	0,22
6	LL245	LVA	NO INDICA	3/4"	18,90	19,02	18,93	19,11	19,01	19,01	19,00	18,99	19,00	19,00	0,00
7	LL246	LVA	NO INDICA	3/4"	18,97	18,99	18,99	18,94	19,02	19,01	18,97	18,92	18,98	19,00	0,02
8	LL247	LVA	NO INDICA	1/2"	12,59	12,54	12,61	12,56	12,51	12,60	12,52	12,64	12,57	12,50	0,07
9	LL248	LVA	NO INDICA	3/8"	9,61	9,35	9,55	9,56	9,48	9,57	9,64	9,47	9,53	9,50	0,03
10	LL249	LVA	NO INDICA	1/4"	6,39	6,45	6,36	6,32	6,43	6,30	6,35	6,12	6,34	6,30	0,04

MG LABORATORIOS S.A.C.
Leis Alberto Silva Andrade
GERENTE GENERAL

JR LAS SILVITAS N° 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO -LIMA
TEL.017644215 - CEL.: 934839621



MG
LABORATORIOS SAC
RUC: 20600340079

COMERCIALIZACION DE EQUIPOS DE LABORATORIO
DE SUELOS CONCRETO ASFALTO Y MINERIA
TELF.: 017644215 - CEL.: 934839621

REPRESENTANTES DE:



PAG. 2 de 2

7.- RESULTADO DE LA MEDICIÓN

- Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma arqueológica metrológica consultada.

ITEM	ID	MARCA	SERIE	N°	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm	8 mm	PROMEDIO mm	STANDAR mm	ERROR mm
1	LL240	LVA	NO INDICA	4	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,74	4,75	0,00
2	LL241	LVA	NO INDICA	8	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,40	2,39	2,36
3	LL242	LVA	NO INDICA	10	2,07	2,06	2,07	2,05	2,0	2,07	2,07	2,07	2,07	2,00	0,09
4	LL243	LVA	NO INDICA	16	37,62	37,64	39,98	39,43	40,65	41,09	40,08	39,85	39,54	37,50	2,04
5	LL244	LVA	NO INDICA	20	850	850	850	850	850	850	850	850	850,50	850	0,52
6	LL245	LVA	NO INDICA	30	600	600	600	600	600	600	600	600	600,63	600	0,63
7	LL246	LVA	NO INDICA	40	400	440	425	420	430	430	420	420	423,38	425	0,63
8	LL247	LVA	NO INDICA	50	310	300	290	300	290	300	310	290	300	300	0,05
9	LL248	LVA	NO INDICA	60	250	250	255	240	250	250	250	250	249,38	250	0,63
10	LL249	LVA	NO INDICA	80	180	170	190	180	180	180	180	180	180,00	180	0,02
11	LL248	LVA	NO INDICA	100	160	155	145	150	150	145	150	145	150	150	0,01
12	LL249	LVA	NO INDICA	200	75	74	75	74	75	74	75	75	74,63	75	0,38

MG LABORATORIOS S.A.C.

Luis Alberto Villanueva Andrade
GERENTE GENERAL

JR LAS SILVITAS N° 276 - SAN JUAN DE LURIGANCHO -LIMA
TEL.017644215 - CEL.: 934839621



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 577 - 2020

Página : 1 de 4

Expediente : 163-2020
Fecha de emisión : 2020-11-20

1. Solicitante : GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C.
Dirección : CALJORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : ESTUFA
Indicación : DIGITAL
Marca del Equipo : MG LABORATORIOS
Modelo del Equipo : NO INDICA
Serie del Equipo : NO INDICA
Capacidad del Equipo : 55 L
Marca de indicador : AUTONICS
Modelo de indicador : TCN4S
Temperatura calibrada : 110 °C
Procedencia : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. LAS SILVITAS 276 SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
31 - DICIEMBRE - 2019

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 075 - 2018	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,5	20,7
Humedad %	62	62

7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 577 - 2020

Página : 2 de 4

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	111	114,7	113,9	114,9	113,4	114,9	113,8	113,4	114,5	113,8	114,7	114,2	1,5
2	110	114,6	113,7	114,5	113,8	114,8	113,9	113,9	114,8	113,7	114,5	114,2	1,1
4	111	114,8	113,4	114,6	113,7	114,6	113,7	113,4	114,8	113,8	114,4	114,1	1,4
6	110	114,5	113,4	114,8	113,7	114,4	113,5	113,8	114,6	113,7	114,9	114,1	1,5
8	111	114,5	113,9	114,7	113,7	114,6	113,5	113,4	114,4	113,8	114,8	114,1	1,4
10	110	114,6	113,6	114,5	113,9	114,4	113,4	113,8	114,5	113,4	114,5	114,1	1,2
12	110	114,7	113,4	114,8	113,4	114,8	113,5	113,6	114,4	113,8	114,4	114,1	1,4
14	111	114,5	113,9	114,9	113,8	114,7	113,6	113,4	114,6	113,7	114,6	114,2	1,5
16	111	114,5	113,6	114,9	113,7	114,5	113,4	113,5	114,7	113,7	114,8	114,1	1,5
18	111	114,2	113,4	114,7	113,8	114,9	113,7	113,4	114,5	113,7	114,5	114,1	1,5
20	110	114,6	113,5	114,9	113,7	114,5	113,6	113,4	114,6	113,9	114,8	114,2	1,5
22	111	114,9	113,4	114,7	113,8	114,4	113,4	113,6	114,4	113,4	114,9	114,1	1,5
24	111	114,6	113,4	114,9	113,8	114,2	113,5	113,8	114,7	113,8	114,7	114,1	1,5
26	111	114,8	113,8	114,9	113,7	114,8	113,4	113,8	114,9	113,7	114,8	114,3	1,5
28	111	114,4	113,6	114,8	113,6	114,7	113,4	113,4	114,7	113,8	114,6	114,1	1,4
30	110	114,6	113,4	114,9	113,8	114,7	113,4	113,8	114,5	113,7	114,7	114,2	1,5
32	110	114,8	113,5	114,7	113,8	114,6	113,4	113,7	114,6	113,8	114,8	114,2	1,4
34	111	114,2	113,4	114,8	113,4	114,3	113,4	113,8	114,5	113,8	114,6	114,0	1,4
36	111	114,6	113,4	114,7	113,4	114,8	113,9	113,8	114,6	113,7	114,8	114,2	1,4
38	110	114,8	113,6	114,8	113,6	114,7	113,7	113,1	114,7	113,6	114,9	114,2	1,8
40	110	114,9	113,8	114,8	113,8	114,7	113,4	113,9	114,9	113,8	114,9	114,3	1,5
42	110	114,6	113,8	114,8	113,8	114,8	113,4	113,4	114,8	113,8	114,8	114,2	1,4
44	111	114,7	113,4	114,7	113,4	114,4	113,9	113,4	114,6	113,7	114,5	114,1	1,3
46	111	114,9	113,8	114,6	113,8	114,5	113,6	113,9	114,8	113,6	114,4	114,2	1,3
48	110	114,8	113,7	114,8	113,7	114,4	113,4	113,4	114,7	113,8	114,9	114,2	1,5
50	110	114,7	113,8	114,7	113,8	114,6	113,9	113,7	114,6	113,8	114,7	114,2	1,0
52	111	114,8	113,8	114,8	113,8	114,8	113,6	113,8	114,8	113,9	114,9	114,3	1,3
54	111	114,6	113,8	114,9	113,1	114,4	113,4	113,9	114,6	113,8	114,6	114,1	1,8
56	110	114,7	113,8	114,7	113,9	114,7	113,5	113,4	114,6	113,6	114,8	114,2	1,4
58	111	114,9	113,7	114,6	113,4	114,5	113,4	113,8	114,8	113,8	114,6	114,2	1,5
60	110	114,7	113,6	114,7	112,9	114,6	113,8	113,9	114,7	113,8	114,5	114,1	1,8
T. PROM	110,5	114,7	113,6	114,8	113,6	114,6	113,6	113,6	114,6	113,7	114,7	114,2	
T. MAX	111,0	114,9	113,9	114,9	113,9	114,9	113,9	113,9	114,9	113,9	114,9	114,9	
T. MIN	110,0	114,2	113,4	114,5	112,9	114,2	113,4	113,1	114,4	113,4	114,4		
DTT	1,0	0,7	0,5	0,4	1,0	0,7	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,9	0,4
Mínima Temperatura Medida	112,9	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,0	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,2	0,3
Estabilidad Media (±)	0,5	0,02
Uniformidad Media	2,0	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
 La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



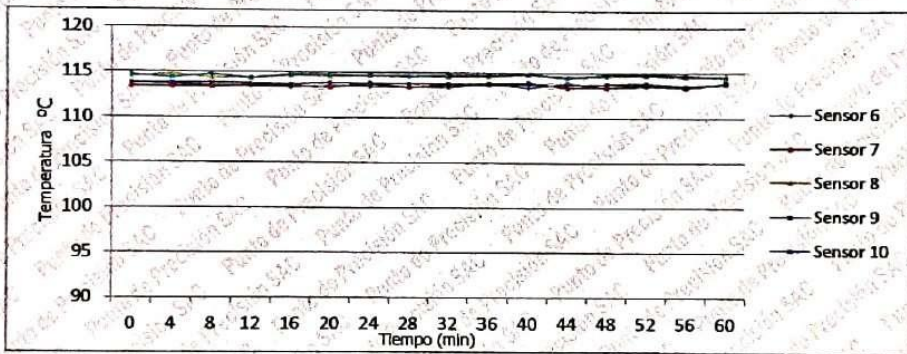
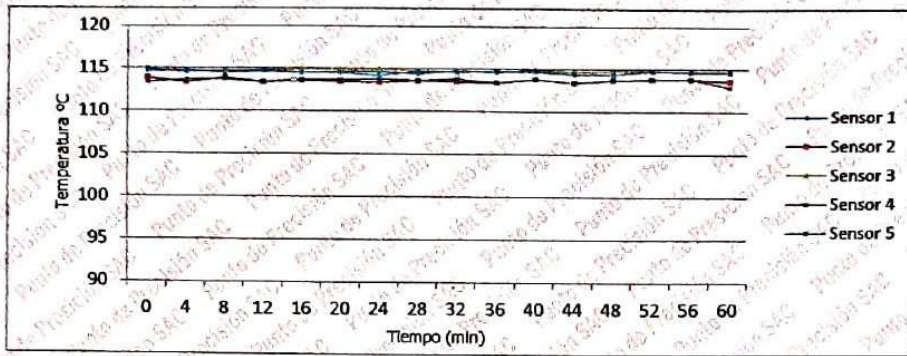
Punto de Precisión SAC

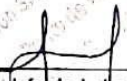
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 577 - 2020

Página : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631



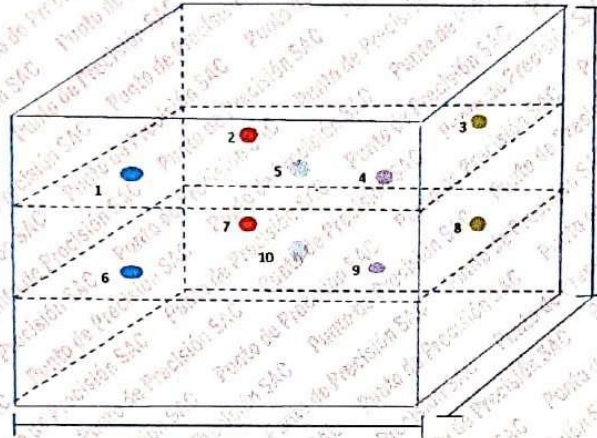
Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 577 - 2020

Página : 4 de 4

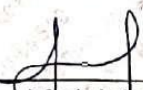
DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

ANEXO 08: NORMAS TECNICAS

Artículo 4.- NOMENCLATURA

- A = área de corte correspondiente a la sección transversal de un muro portante.
- A_c = área bruta de la sección transversal de una columna de confinamiento.
- A_{cF} = área de una columna de confinamiento por corte fricción.
- A_{cn} = área del núcleo confinado de una columna descontando los recubrimientos.
- A_s = área del acero vertical u horizontal.
- A_{sv} = área del acero vertical por corte fricción en una columna de confinamiento.
- A_{st} = área del acero vertical por tracción en una columna de confinamiento.
- A_e = área de estribos cerrados.
- d = peralte de una columna de confinamiento (en la dirección del sismo).
- D_s = diámetro de una barra de acero.
- e = espesor bruto de un muro.
- E = módulo de elasticidad del concreto.
- E_s = módulo de elasticidad de la albañilería.
- f'_s = resistencia característica a compresión axial de las unidades de albañilería.
- f_c = resistencia a compresión axial del concreto o del «grout» a los 28 días de edad.
- f_{cs} = resistencia característica a compresión axial de la albañilería.
- f_{cs} = esfuerzo admisible a tracción por flexión de la albañilería.
- f_{cs} = esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo.
- G_m = módulo de corte de la albañilería.
- h = altura de entrepiso o altura del entrepiso agrietado correspondiente a un muro confinado.
- I = momento de inercia correspondiente a la sección transversal de un muro.
- L = longitud total del muro, incluyendo las columnas de confinamiento (si existiesen).
- L_m = longitud del paño mayor en un muro confinado, o $0,5 L$; lo que sea mayor.
- L_t = longitud tributaria de un muro transversal al que está en análisis.
- M_e = momento flector en un muro obtenido del análisis elástico ante el sismo moderado.
- M_s = momento flector en un muro producido por el sismo severo.
- N = número de pisos del edificio o número de pisos de un pórtico.
- N_c = número total de columnas de confinamiento. $N_c \geq 2$. Ver la Nota 1.
- P = peso total del edificio con sobrecarga reducida según se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.
- P_s = carga gravitacional de servicio en un muro, con sobrecarga reducida.
- P_v = carga vertical de servicio en una columna de confinamiento.
- P_w = carga axial sísmica en un muro obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- P_{w0} = carga gravitacional máxima de servicio en un muro, medida con el 100% de sobrecarga.
- P_w = carga axial en un muro en condiciones de sismo severo.
- P_t = carga de gravedad tributaria proveniente del muro transversal al que está en análisis.
- s = separación entre estribos, planchas, o entre refuerzos horizontales o verticales.
- S = factor de suelo especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- t = espesor efectivo del muro.
- t_n = espesor del núcleo confinado de una columna correspondiente a un muro confinado.
- U = factor de uso o importancia, especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- V_c = fuerza cortante absorbida por una columna de confinamiento ante el sismo severo.
- V_e = fuerza cortante en un muro, obtenida del análisis elástico ante el sismo moderado.
- V_{e0} = fuerza cortante en el entrepiso «i» del edificio producida por el sismo severo.
- V_{e0} = fuerza cortante producida por el sismo severo en el entrepiso «i» de uno de los muros.
- V_{cs} = resistencia al corte en el entrepiso «i» de uno de los muros.

- v_c = resistencia característica de la albañilería al corte obtenida de ensayos de muretes a compresión diagonal.
- Z = factor de zona sísmica especificado en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.
- δ = factor de confinamiento de la columna por acción de muros transversales.
- $\delta = 1$, para columnas de confinamiento con dos muros transversales.
- $\delta = 0,8$, para columnas de confinamiento sin muros transversales o con un muro transversal.
- ϕ = coeficiente de reducción de resistencia del concreto armado (ver la Nota 2).
- $\phi = 0,9$ (flexión o tracción pura).
- $\phi = 0,85$ (corte fricción o tracción combinada con corte-fricción).
- $\phi = 0,7$ (compresión, cuando se use estribos cerrados).
- $\phi = 0,75$ (compresión, cuando se use zunchos en la zona confinada).
- ρ = cuantía del acero de refuerzo = $A_s / (s \cdot l)$.
- σ = esfuerzo axial de servicio actuante en un muro = $P_v / (t \cdot L)$.
- σ_c = $P'_v / (t \cdot L)$ = esfuerzo axial máximo en un muro.
- μ = coeficiente de fricción concreto endurecido - concreto.

Nota 1: En muros confinados de un paño sólo existen columnas extremas ($N_c = 2$); en ese caso: $L_m = L$.

Nota 2: El factor « ϕ » para los muros armados se proporciona en el Artículo 26 (26.3).

CAPÍTULO 3 COMPONENTES DE LA ALBAÑILERÍA

Artículo 5.- UNIDAD DE ALBAÑILERÍA

5.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

- a) Se denomina ladrillo a aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manejo.
- b) Las unidades de albañilería a las que se refiere esta norma son ladrillos y bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.
- c) Estas unidades pueden ser sólidas, huecas, alveolares o tubulares y podrán ser fabricadas de manera artesanal o industrial.
- d) Las unidades de albañilería 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.

5.2. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES

Para efectos del diseño estructural, las unidades de albañilería tendrán las características indicadas en la Tabla 1.

TABLA 1 CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA FINES ESTRUCTURALES					
CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_s mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 6	± 6	± 4	10	4,9 (95)
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 (95)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,6 (20)

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

5.3. LIMITACIONES EN SU APLICACIÓN

El uso o aplicación de las unidades de albañilería estará condicionado a lo indicado en la Tabla 2. Las zonas sísmicas son las indicadas en la NTE E.030 Diseño Sísmorresistente.

TIPO	ZONA SÍSMICA 2 Y 3		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	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 Celdas totalmente rellenas con grout	Si Celdas parcialmente rellenas con grout	Si 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 excepcionadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

5.4. PRUEBAS

a) **Muestreo.** - El muestreo será efectuado a pie de obra. Por 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.

b) **Resistencia a la Compresión.** - Para la determinación de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, 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_c) se obtendrá restando una desviación estándar al valor promedio de la muestra.

c) **Variación Dimensional.** - Para la determinación de la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

d) **Alabeo.** - Para la determinación del alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP 399.613.

e) **Absorción.** - Los ensayos de absorción se harán de acuerdo a lo indicado en las Normas NTP 399.604 y 399.613.

5.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD

a) 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 dispersión de resultados, se rechazará el lote.

b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico calcáreas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

c) 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.

d) 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.

e) 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.

f) La unidad de albañilería no tendrá resquebrajaduras, fracturas, hendiduras grietas u otros defectos similares que degraden su durabilidad o resistencia.

g) La unidad de albañilería no tendrá manchas o vetas blanquecinas de origen salitroso o de otro tipo.

Artículo 6.- MORTERO

6.1. DEFINICIÓN. El mortero estará constituido por una mezcla de aglomerantes y agregado fino a los cuales se

añadirá la máxima cantidad de agua que proporcione una mezcla trabajable, adhesiva y sin segregación del agregado. Para la elaboración del mortero destinado a obras de albañilería, se tendrá en cuenta lo indicado en las Normas NTP 399.607 y 399.610.

6.2. COMPONENTES

a) Los materiales aglomerantes del mortero pueden ser:

- Cemento Portland tipo I y II, NTP 334.009
- Cemento Adicionado IP, NTP 334.630
- Una mezcla de cemento Portland o cemento adicionado y cal hidratada normalizada de acuerdo a la NTP 339.002.

b) El agregado fino será arena gruesa natural, libre de materia orgánica y sales, con las características indicadas en la Tabla 3. Se aceptarán otras granulometrías siempre que los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias según lo especificado en los planos.

MALLA ASTM	% QUE PASA
N° 4 (4,75 mm)	100
N° 5 (2,36 mm)	95 a 100
N° 16 (1,18 mm)	70 a 100
N° 30 (0,60 mm)	40 a 75
N° 50 (0,30 mm)	10 a 35
N° 100 (0,15 mm)	2 a 15
N° 200 (0,075 mm)	Menos de 2

•No deberá quedar retenido más del 50% de arena entre dos mallas consecutivas.

•El módulo de fineza estará comprendido entre 1,6 y 2,5.

•El porcentaje máximo de partículas quebradizas será: 1% en peso.

•No deberá emplearse arena de mar.

c) El agua será potable y libre de sustancias deletéreas, ácidos, álcalis y materia orgánica.

6.3. CLASIFICACIÓN PARA FINES ESTRUCTURALES. Los morteros se clasifican en: tipo P, empleado en la construcción de los muros portantes; y NP, utilizado en los muros no portantes (ver la Tabla 4).

6.4. PROPORCIONES. Los componentes del mortero tendrán las proporciones volumétricas (en estado suelto) indicadas en la Tabla 4

TIPO	COMPONENTES			USOS
	CEMENTO	CAL	ARENA	
P1	1	0 a 1/4	3 a 3 1/2	Muros Portantes
P2	1	0 a 1/2	4 a 5	Muros Portantes
NP	1	-	Hasta 6	Muros No Portantes

a) Se podrán emplear otras composiciones de morteros, morteros con cementos de albañilería, o morteros industriales (embolsado o pre-mezclado), siempre y cuando los ensayos de pilas y muretes (Capítulo 5) proporcionen resistencias iguales o mayores a las especificadas en los planos y se asegure la durabilidad de la albañilería.

b) De no contar con cal hidratada normalizada, especificada en el Artículo 6 (6.2*), se podrá utilizar mortero sin cal respetando las proporciones cemento-arena indicadas en la Tabla 4.

Artículo 7.- CONCRETO LÍQUIDO O GROUT

7.1. DEFINICIÓN. El concreto líquido o Grout es un material de consistencia fluida que resulta de mezclar cemento, agregados y agua, pudiéndose adicionar cal hidratada normalizada en una proporción que no exceda de 1/10 del volumen de cemento u otros aditivos que no disminuyan la resistencia o que originen corrosión del acero de refuerzo. El concreto líquido o grout se emplea para

NORMAS DE UNIDADES

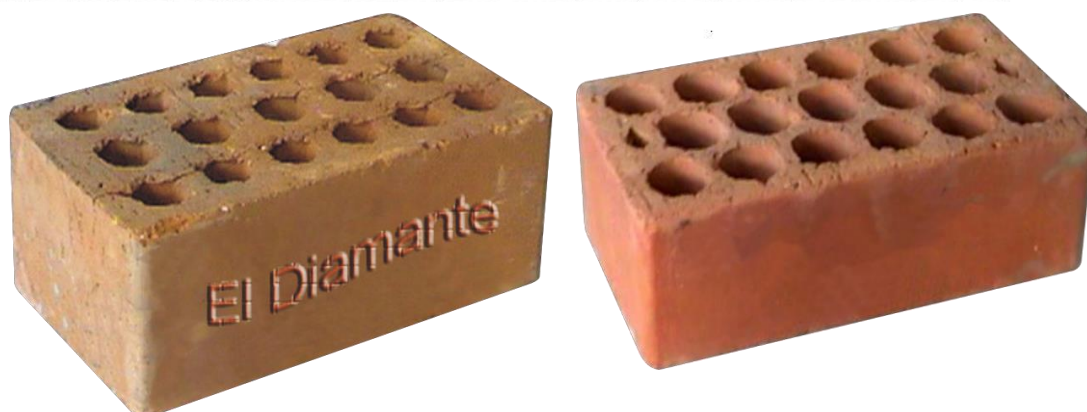
NTP 399.613

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 399.613
2005

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú



UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

2005-06-14
1ª Edición



R.0055-2005/INDECOPI-CRT.Publicada el 2005-07-13

Precio basado en 36 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptorios: Absorción, Resistencia a la compresión, eflorescencia, congelamiento y descongelamiento, cambio inicial de absorción, cambio de longitud, módulo de rotura, descuadre, muestreo, tamaño, área de vacíos, distorsión

ÍNDICE

	página
ÍNDICE	i
PREFACIO	iii
1. OBJETO	1
2. REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3. CAMPO DE APLICACIÓN	2
4. DEFINICIONES	2
5. MUESTREO	2
6. PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES	3
7. MÓDULO DE ROTURA	4
8. RESISTENCIA A LA COMPRESION	5
9. ABSORCIÓN	9
10. CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO	12
11. PERÍODO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)	15
12. EFLORESCENCIA	19
13. PESO POR UNIDAD DE ÁREA	21
14. MEDIDA DEL TAMAÑO	21
15. MEDIDA DEL ALABEO	22
16. MEDIDA DEL CAMBIO DE LONGITUD	24
17. CAMBIO INICIAL DE ABSORCIÓN	25
18. MEDIDA DEL ÁREA DE VACÍOS EN UNIDADES PERFORADAS	29
19. MEDIDA DE DESCUADRES	32

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana 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 la norma ASTM C 67:2003 a Standard test methods of sampling and testing clay bricks used in masonry work

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2004-12-06, el PNTP 399.613:2004 para su revisión y aprobación siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2005-04-11. No habiéndose presentado ninguna observación, fue oficializado como Norma Técnica Peruana NTP 399.613:2005 UNIDADES DE ALBAÑILERIA, Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería, 1ª Edición. El 13 de julio del 2005

A.3 Esta Norma Técnica Peruana reemplaza a la NTP 331.018 y NTP 331.019 y fue tomada en su totalidad de la ASTM C 67:2003 La Presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TÉCNICA PERUANA

Secretaría	SERVICIO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN, CAPACITACIÓN E INVESTIGACIÓN PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN – SENCICO
Presidente	Carlos Pérez Bardález
Secretaria	Gabriela Esparza Requejo

UNIDADES DE ALBAÑILERIA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece los procedimientos para el muestreo y ensayo de los ladrillos de arcilla cocida, utilizados en albañilería.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

Normas Técnicas Peruanas

- | | | |
|-----|------------------|--|
| 2.1 | NTP 331.017:2003 | UNIDADES DE ALBAÑILERIA.
Ladrillos de arcilla usados en albañilería.
Requisitos |
| 2.2 | NTP 821.003:1998 | Sistema internacional de unidades y recomendaciones para el uso de sus múltiplos y de algunas otras unidades |

3. CAMPO DE APLICACIÓN

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

4. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en la NTP 331.017.

5. MUESTREO

5.1 Selección de los especímenes de prueba: Para el propósito de la ejecución de los ensayos, el comprador o su representante autorizado, seleccionará unidades enteras que sean representativas del lote al cual pertenecen. Se deberá considerar especímenes representativos del rango completo de colores, texturas, y tamaños, libres de impurezas, limo u otros materiales no asociados con el proceso de fabricación.

5.2 Número de especímenes: Para la determinación del módulo de rotura, la resistencia a la compresión, resistencia a la abrasión y la absorción, 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 podrá tomar mayor número de unidades a criterio del comprador.

5.3 Identificación: Se marcará cada espécimen de manera que pueda ser identificado en cualquier momento. Las marcas no cubrirán más del 5 % del área superficial de la(s) cara(s) del espécimen.

6. PREPARACIÓN DE ESPECÍMENES

6.1 Determinación del peso

6.1.1 **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 incremento o pérdida no mayor del 0,2 %.

6.1.2 **Enfriamiento:** Después del secado se enfriarán los especímenes en una cámara a $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$, 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, y hasta que la temperatura de la superficie difiera en 2,8 °C de la temperatura de cámara de enfriamiento. No se deberá usar especímenes muy calientes; para cualquier prueba se requiere unidades secas.

Los especímenes permanecerán en la cámara de secado, con las condiciones de humedad y temperatura indicados, hasta el momento de las pruebas.

6.1.2.1 Método alternativo para enfriamiento de los especímenes puede ser el siguiente: almacenar las unidades separadas, no apiladas, en un ambiente ventilado a temperatura de $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$, con una humedad relativa entre 30 % y 70 %, por un periodo 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. Los especímenes deben permanecer en el ambiente ventilado, con las condiciones de temperatura y humedad indicadas.

6.1.3 Determinación del peso e informe

6.1.3.1 Se determinará el peso de 5 especímenes, como mínimo, enteros y secos. La balanza a utilizar tendrá una capacidad no menor de 3 000 g y una aproximación de 0,5 g.

6.1.3.2 En el reporte de los resultados se indicará separadamente el peso de cada unidad y el promedio de todas las 5 unidades ensayadas o más con aproximación a 0,1 g.

6.2 Eliminación de la silicona de las unidades de ladrillo: Cualquiera de los polímeros orgánicos de silicona compuesta que se colocan sobre la superficie de los ladrillos, pueden ser eliminados por este proceso: caliente el ladrillo a $510\text{ °C} \pm 28\text{ °C}$ en un ambiente ventilado, por un período no menor de 3 horas. La diferencia de temperatura de calentamiento y enfriamiento no excederá los 150 °C .

NOTA 1: Dónde se indique las especificaciones individuales de las pruebas, adicionalmente se indicará el detalle de la preparación de los especímenes.

7. MÓDULO DE ROTURA (ENSAYO DE FLEXIÓN)

7.1 Especímenes de prueba: Se ensayarán 5 unidades enteras completamente secas (véase 6.1.1).

7.2 Procedimiento

7.2.1 Apoye el espécimen de prueba en su mayor dimensión, salvo que se indique de otra manera (de manera tal que la carga se aplique en la dirección del espesor de la unidad), sobre un tramo no menor a la longitud de la unidad menos 2,5 mm y cargado en el centro del tramo.

Si el espécimen tiene imperfecciones (desniveles o depresiones), colóquelo de tal manera que éstas estén de lado de la compresión. Aplique la carga en la superficie superior del espécimen a través de una plancha de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho, y de una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

7.2.2 Los apoyos del espécimen de ensayo deberán estar libres para rotar en las direcciones longitudinal y transversal y se deberán ajustar de manera tal que no ejerzan fuerza alguna en esas direcciones.

7.2.3 Velocidad de prueba: La velocidad de aplicación de la carga no deberá exceder de 8896 N/m, pero este requerimiento se considera satisfecho si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayo, no es mayor que 1,27 mm / min, inmediatamente antes de aplicar la carga.

7.3 Cálculo e informe

7.3.1 El módulo de rotura de cada espécimen se calcula con la expresión que se indica a continuación, con aproximación a 0,01 MPa:

$$S = 3W(l/2 - x)/bd^2$$

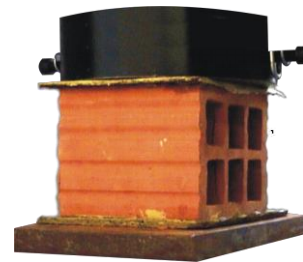
Donde:

- S = Módulo de rotura del espécimen en el plano de falla, (Pa)
- W = Máxima carga aplicada con la máquina de prueba, (N)
- l = Distancia entre apoyos (mm)
- b = Ancho neto (cara a cara menos los huecos) del espécimen en el plano de falla, (mm)
- d = Espesor del espécimen en el plano de falla, (mm)
- x = Distancia promedio desde el centro del espécimen hacia el plano de falla, medido en la dirección del paño a lo largo de la línea central de la superficie sometida a tensión, (mm).

7.3.2 El módulo de rotura del lote se determinará como el promedio de los módulos de rotura de los especímenes ensayados, con aproximación a 0,01 MPa.

8. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

8.1 Espécimen de prueba



8.1.1 Se ensayarán medias unidades secas (véase 6.1.1), de ancho y altura equivalentes a las de la unidad original, y longitud igual a media unidad \pm 25 mm. Si la capacidad de resistencia del espécimen excede la capacidad de la máquina, se podrá ensayar piezas menores, con altura y espesor de la unidad original y longitud no menor de $\frac{1}{4}$ de la longitud total de la unidad, y con un área de sección horizontal bruta no menor de 90 cm².

El espécimen de 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 especímenes.

Eventualmente se podrá utilizar para el ensayo de compresión, unidades enteras, en cuyo caso deberá efectuarse la corrección en el valor promedio de resistencia, mediante un coeficiente que responde a la correlación obtenida en investigaciones de laboratorio. Estos coeficientes se detallan en el anexo A.



8.2 Refrentado del espécimen

8.2.1 Todos los especímenes deberán estar preparados según lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2, antes de proceder al refrentado de los mismos.

8.2.2 Si las superficies de contacto del espécimen son ahuecadas o apaneladas, llenar las depresiones con un mortero compuesto 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.

Para refrentar los especímenes se aplicarán los procedimientos indicados en los apartados 8.2.3 y 8.2.4.

8.2.3 **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 hemihidrato), 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.

Cúbrase 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 sí y perpendiculares al eje vertical del espécimen y que los espesores de refrentado sean

aproximadamente los mismos sin exceder de 3 mm. Se dejará reposar el refrentado por lo menos 24 horas antes de ensayar los especímenes.

NOTA: El yeso calcinado tendrá una resistencia a la compresión a las dos horas de 10 MPa, determinada en cubos de 50 mm.

8.2.4 Refrentado con azufre: Usar una mezcla que contenga 40 % a 60 % de azufre y el resto arcilla refractaria de suelo u otro material inerte apropiado, que pase el tamiz normalizado N°100 (150 μ m) con o sin plastificante. Los requerimientos para las placas de la superficie del refrentado serán las descritas en 8.2.3. Colocar cuatro barras de acero cuadradas de 25 mm sobre la placa de superficie para formar un molde rectangular 13 mm más grande en cada dimensión interior del espécimen. Calentar la mezcla de azufre en un recipiente termostáticamente controlado, hasta una temperatura suficiente para mantener la mezcla fluida por un periodo de tiempo razonable después del contacto con la superficie del espécimen a ser cubierto. Cuidar de prevenir sobrecalentamiento justo antes de usarse. Llenar el molde hasta la profundidad de 6 mm con el material de azufre derretido.

8.2.4.1 Colocar la superficie de la unidad a ser cubierta, rápidamente en el líquido, y sostener el espécimen de manera tal que el eje vertical esté en ángulo recto con la superficie de cobertura. El espesor de las cubiertas serán aproximadamente las mismas. La unidad debe permanecer sin perturbar hasta que se complete la solidificación; permítase que la cubierta se enfríe por un mínimo de 2 horas antes de ensayar los especímenes.

8.3 Procedimiento

8.3.1 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.

8.3.2 La máquina de ensayo debe satisfacer los requerimientos habituales de práctica que se especifican en la norma ASTM E 4.

8.3.3 El apoyo superior será un bloque metálico endurecido, asentado esféricamente y firmemente fijo en el centro del cabezal superior de la máquina (rótula). El centro de la rótula se alineará con el centro de la superficie del bloque en contacto con el espécimen. La rótula tendrá libertad de girar en cualquier dirección y su perímetro tendrá.

por lo menos 6 mm libres del cabezal para permitir su uso con especímenes cuyas superficies de contacto no sean exactamente paralelos a la placa. El diámetro de la superficie de contacto será al menos de 130 mm. Usar un bloque de contacto de metal endurecido debajo del espécimen para minimizar el desgaste de la placa inferior de la máquina. Las superficies del bloque de apoyo destinadas a contactar los especímenes tendrán una dureza no menor de 60 HRC (HB620). Estas superficies serán planas con una tolerancia de 0,03 mm. Cuando el área de contacto de los bloques apoyados esféricamente no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, colocar una plancha de acero con superficie aplanada con tolerancia de 0,03 mm y con espesor igual a 1/3 de la distancia del extremo del apoyo esférico a la esquina más distante entre el bloque apoyado esféricamente y el espécimen con cobertura. Estas planchas serán de la misma calidad 60 HCR, y tendrán una longitud y ancho que por lo menos exceda 15 mm que la longitud y ancho del espécimen y serán de una dureza similar a los planos de apoyo.

8.3.4 Velocidad de ensayo

Aplicar la carga, hasta la mitad de la máxima carga esperada, con cualquier velocidad adecuada, después de lo cual ajustar los controles de la máquina de manera tal que la carga remanente sea aplicada con una velocidad uniforme en no menos de un minuto ni más de dos minutos.

8.4 Cálculo e informe

8.4.1 Calcúlese la resistencia a la compresión de cada espécimen con la ecuación que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 0,01 MPa:

$$C = \frac{W}{A}$$

Donde:

- C = Resistencia a la compresión del espécimen, MPa
- W = Máxima carga en N, indicada por la máquina de ensayo
- A = Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen ó mm².

9. ABSORCIÓN

9.1 Determinación del peso

9.1.1 La balanza a utilizar tendrá una capacidad no menor a 2 000 g y una aproximación de 0,5 g.

9.2 **Especímenes de prueba:** El espécimen de prueba consistirá en medias unidades, según los requerimientos indicados en 8.1.1. Se ensayarán 5 especímenes.

9.3 Prueba de sumersión de 5 y 24 horas

9.3.1 Procedimiento

9.3.1.1 Secar y ventilar los especímenes de prueba en concordancia con lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2 y pesar cada uno de ellos.

9.3.1.2 **Saturación:** Sumergir parcialmente el espécimen en agua limpia (potable, destilada o agua de lluvia) a temperatura entre 15,5 °C a 30 °C) por el tiempo especificado. Retirar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesar el espécimen. Pesar todos los especímenes dentro de los cinco minutos siguientes luego de ser retirados del agua.

9.3.2 Cálculo e informe

9.3.2.1 Calcular la absorción de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W_s - W_d) / W_d$$

Donde:

W_d = Peso seco del espécimen;

W_s = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua fría;

9.3.2.2 Calcular el promedio de la absorción de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,1 %.

9.4 Ensayo en caliente de 1, 2 y 5 horas

9.4.1 **Especímen de prueba:** los especímenes serán los mismos que los utilizados en la prueba de 5 horas y 24 horas de sumersión en agua fría, y se utilizarán en el estado de saturación que tengan luego de esa prueba.

9.4.2 Procedimiento

9.4.2.1 Utilizar el espécimen que ha sido sometido a la prueba de sumersión en agua fría y proceder al ensayo de sumersión en agua caliente, según lo indicado en 9.4.2.2.

9.4.2.2 Sumergir el espécimen en agua limpia (potable, agua destilada o agua de lluvia), a temperatura entre 15 °C a 30 °C, de tal manera que el agua circule libremente en todo el espécimen.

Calentar hasta el punto de ebullición en una hora, hervir por el tiempo especificado y luego dejar enfriar a una temperatura entre 16 °C a 30 °C. Secar el espécimen, limpiar el agua superficial con un paño y pesar el espécimen. Pesar todos los especímenes antes de 5 minutos después de retirarlos del agua.

9.4.2.3 Si el tanque está equipado con un vertedero y el agua pasa continuamente a través del depósito, a una temperatura de 16 °C a 30 °C, de tal manera que una circulación completa del agua no toma más de 2 minutos, pesar los especímenes después de una hora.

9.4.3 Cálculo e informe

9.4.3.1 Calcular la absorción de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, debiendo darse el resultado con aproximación a 0,1 %:

$$\text{Absorción \%} = 100 (W_b - W_d) / W_d$$

Donde:

W_d = Peso seco del espécimen.

W_b = Peso del espécimen saturado, después de la sumersión en agua caliente.

9.4.3.2 El resultado de la prueba de absorción de cada espécimen en agua caliente se dará con una aproximación de 0,1 %.

9.4.3.3 Calcular el promedio de la absorción en agua caliente de todos los especímenes ensayados e informar con una aproximación de 0,1 %.

9.5 Coeficiente de saturación

9.5.1 Calcular el coeficiente de saturación de cada espécimen con la expresión que se indica a continuación, debiendo darse los resultados con aproximación a 0,01:

$$\text{Coeficiente de Saturación} = \frac{W_s^2 - W_d}{W_b^5 - W_d}$$

Donde:

W_d = peso seco del espécimen,

W_s^2 = peso del espécimen saturado, después de 24 horas de sumersión en agua fría, y

W_b^5 = peso del espécimen saturado después de 5 horas de sumersión en agua caliente.

9.5.2 El informe del coeficiente de saturación de cada espécimen se dará con una aproximación de 0,01 %.

9.5.3 Calcular el promedio del coeficiente de saturación de todos los especímenes ensayados, e informar con una aproximación de 0,01 %.

10. CONGELAMIENTO Y DESCONGELAMIENTO

Este ensayo será aplicable en las regiones del país donde la albañilería esté sometida a ciclos de congelamiento y descongelamiento.

10.1 Equipo

10.1.1 Compresora y cámara congeladora de tal diseño y capacidad que la temperatura del aire en la cámara de congelamiento no excederá de $-9\text{ }^{\circ}\text{C}$, una hora después de haber introducido la muestra de ladrillos, inicialmente a una temperatura no mayor de $32\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.1.2 Bandejas y recipientes de metal, poco profundos, con una profundidad de $38\text{ mm} \pm 13\text{ mm}$ y una adecuada resistencia, de tal modo que conteniendo los especímenes, puedan ser transportadas por un operador.

10.1.3 Balanza: con una capacidad no menor a $2\ 000\text{ g}$ y una aproximación de $0,5\text{ g}$.

10.1.4 Horno de secado: provisto de libre circulación de aire, capaz de mantener una temperatura entre $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $115\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.1.5 **Tanque de descongelamiento:** de dimensiones tales que permitan la inmersión completa de los especímenes en su bandeja. Contará con un dispositivo para mantener el agua en el tanque a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

10.1.6 Cámara de secado: con una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$, con una humedad relativa entre 30% y 70% y libre de corrientes de aire.

10.2 **Especímenes de prueba:** los especímenes de prueba serán medios ladrillos con caras en lo posible planas y paralelas. Si es necesario las caras de los especímenes pueden ser pulidas con una sierra de albañilería; los especímenes estarán libres de astillas. Podrá usarse para este ensayo medio ladrillo remanente del ensayo de flexión o de absorción, sin embargo deberán estar en buen estado sin presentar astillados. Se removerán

las partículas libres adheridas en la superficie, como arena u otro material. Se ensayarán 5 especímenes.

10.3 Procedimiento

10.3.1 Secar y enfriar los especímenes como se describe en los apartados 6.1.1 y 6.1.2. Pesar y registrar el peso seco de cada uno.

10.3.2 Examinar cuidadosamente cada espécimen para determinar si hay presencia de rajaduras. Una rajadura se define como una fisura o separación visible por una persona con visión normal a una distancia de 30 cm bajo una iluminación de 50 fc. Marcar cada rajadura con tinta indeleble en toda su longitud.

10.3.3 Sumergir los especímenes de ensayo en el agua del tanque de descongelamiento por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$.

10.3.4 Retirar los especímenes del tanque de descongelamiento y colocarlos en la bandeja de congelamiento con una de sus caras de menor área hacia abajo. Un espacio de por lo menos 25 mm deberá separar los especímenes en la bandeja. Poner suficiente agua en la bandeja de manera tal que cada espécimen tenga por lo menos 13 mm de altura de agua, luego colocar las bandejas con los especímenes en la cámara de congelamiento por $20 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$.

10.3.5 Remover las bandejas del congelador después del tiempo indicado en el apartado anterior y sumergirlo totalmente incluyendo los especímenes, en el tanque de descongelamiento por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$.

10.3.6 Realizar lo indicado en el apartado 10.3.4 un ciclo cada día, durante una semana de trabajo (05 ciclos consecutivos, 01 ciclo por día). Remover los especímenes de las bandejas y almacenarlos en el cuarto de secado durante $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$. Los especímenes no se apilarán, debiéndose prever entre ellos un espaciamiento de 25 mm. Seguido de este periodo de secado al aire inspeccionar los especímenes, sumergirlos en el tanque de descongelamiento por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ y luego someterlos nuevamente al ensayo por 05 ciclos, de acuerdo al procedimiento indicado en 10.3.4 y 10.3.5.

Si el laboratorio cuenta con personal disponible los 07 días de la semana, el almacenamiento durante $44 \text{ h} \pm 1 \text{ h}$ en la cámara de secado seguido por las $44 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$ de deshelado después del último ciclo de congelamiento, puede ser omitido. Los especímenes pueden ser sometidos a 50 ciclos de helado y deshelado en 50 días consecutivos. Cuando la semana normal de trabajo de 5 días es interrumpida, poner los especímenes dentro del ciclo de secado pudiendo extenderse el tiempo de secado fuera de lo establecido en esta sección.

10.3.7 Continuar alternadamente el secado e inmersión en agua por $4 \text{ h} \pm 0,5 \text{ h}$, luego de los 5 ciclos de congelamiento y deshielo, o el número de ciclos necesarios para completar una semana normal de trabajo, hasta completar 50 ciclos de helado y deshelado. Detener la ejecución del ensayo si el espécimen se ha quebrado o ha perdido más del 3 % de su peso original, según inspección visual.

10.3.8 Después de completar los 50 ciclos o cuando el espécimen ha sido retirado del ensayo a causa de su deterioro, secar y pesar el espécimen como se indica en el apartado 10.3.1.

10.4 Cálculo, análisis, apreciación e informe

10.4.1 **Cálculo:** Calcular la pérdida de peso como un porcentaje del peso seco original del espécimen.

10.4.2 **Análisis:** Examinar el espécimen para detectar las rajaduras (véase 10.3.2) y registrar la presencia de nuevas grietas desarrolladas durante la prueba de helado y deshelado. Medir y registrar la longitud de las nuevas grietas.

10.4.3 **Apreciación:** Se considera que un espécimen ha fallado en el ensayo de congelamiento y deshielo, si:

10.4.3.1 Pérdida de peso: Una pérdida de peso mayor que 0,5 %.

10.4.3.2 Fractura: El espécimen se ha quebrado en varias fracciones.

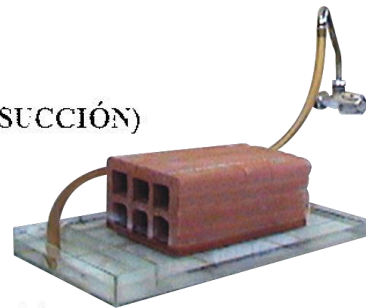
10.4.3.3 **Agrietamiento:** Cuando durante el ensayo se presentan grietas de longitud mayor a la menor dimensión del espécimen.

Si no se presenta ninguna de las tres consideraciones indicadas, se considerará que el espécimen ha pasado la prueba.

10.4.4 **Informe:** El informe deberá indicar si la muestra falló o pasó el ensayo. Cualquier falla será incluida en el informe para su clasificación, así como el número de ciclo en que ésta se produjo.

11. PERIODO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN)

11.1 Aparatos



11.1.1 **Bandejas y recipientes:** Bandejas y recipientes para agua, con una profundidad no menor de 25 mm, y de largo y ancho tales que la superficie de agua no sea menor de 2 000 cm². La base de la bandeja deberá ser plana cuando está apoyada convenientemente. Las dimensiones no serán menores a 200 mm de largo y 150 mm de ancho.

11.1.2 **Soportes para ladrillos:** Se usarán dos barras de acero no corrosible, de 120 mm a 150 mm de longitud, de sección transversal triangular, semicircular o rectangular, de espesor aproximado de 6 mm. El espesor de las dos barras estará entre 0,03 mm y si las barras tienen sección transversal rectangular su ancho no excederá 2 mm.

11.1.3 **Dispositivos para mantener el nivel de agua constante:** Se deberá incorporar a la bandeja un dispositivo que permita mantener el nivel de agua por encima de los soportes del ladrillo (véase Nota 5), incluyendo los dispositivos para agregar el agua a la bandeja en el momento de retirar los ladrillos. Un método adecuado para controlar el agua que se agrega en la bandeja consiste en: controlar que un ladrillo o medio ladrillo proporcionen un desplazamiento de 3 mm de agua que corresponde a $\pm 2,5\%$. Sumergir completamente el ladrillo referencial no más de tres horas.

NOTA 4: Para tener un control exacto del nivel de agua se colocará en el extremo de una de las barras dos alambres de metal rígidos que se proyecten hacia arriba y retornen terminando en los puntos

(3 mm - 0,25 mm) y (3 mm + 0,25 mm) sobre la superficie superior o el borde de la barra. La precisión es posible con el uso de placas de fondo o microscopio micrómetro. Cuando el nivel de agua con respecto de la superficie superior del borde de la barra se ajusta de modo que el punto más bajo de las burbujas de la superficie del agua, sea visto con reflectores de luz y el punto más alto no esté en contacto con el agua, el nivel de agua está dentro de los límites especificados. Cualquier otro método adecuado para mantener una profundidad constante de inmersión puede ser usado si se obtiene un resultado equivalente. Por ejemplo se menciona como otro método adecuado el uso de soportes rígidos móviles con respecto del nivel de agua.

NOTA 5: Un tubo de goma desde un sifón o una alimentación por gravedad, y cerrado por un clip de resorte, proporcionará un control manual adecuado.

11.1.4 **Balanza:** Con una capacidad no menor a 3 000 g y una aproximación de 0,5 g.

11.1.5 **Horno de secado:** Conforme a los requerimientos indicados en el apartado 8.1.4.

11.1.6 **Cámara de temperatura constante:** Mantiene una temperatura de $21\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

11.1.7 **Dispositivo de sincronización:** Para la sincronización se puede usar un reloj o un cronómetro, que indicará un tiempo de un minuto con una aproximación a 1 s.

11.2 **Espécimen de prueba:** Se ensayarán 5 ladrillos enteros.

11.3 **Procedimiento**

11.3.1 El período inicial de absorción deberá determinarse mediante el ensayo especificado, secado al horno o secado al aire. Si no se especifica, el tiempo inicial de absorción podrá ser determinado por una prueba de secado al horno. Secar y enfriar los especímenes de prueba en concordancia con los procedimientos indicados en los apartados 11.3.1.1 o 11.3.1.2. Completar el procedimiento de ensayo en concordancia con los apartados 11.3.2, 11.3.3 y 11.3.4.

NOTA 6: No hay correlación entre el valor del periodo inicial de absorción en ambiente aireado y al horno. Los métodos de prueba proporcionan diferente información.

11.3.1.1 **Secado al horno.** Procedimiento: Secar y enfriar los especímenes de prueba según lo indicado en los apartados 6.1.1 y 6.1.2.

11.3.1.2 **Secado en ambiente aireado:** Almacenar las unidades no apiladas, con separación entre ellas, en un cuarto ventilado, a temperatura entre $24\text{ °C} \pm 8\text{ °C}$ con una humedad relativa entre 30 % y 70 % por un periodo de 4 horas, con una corriente de aire generada por un ventilador eléctrico, por un periodo no menor de dos horas. Continúe hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de dos horas muestren un incremento o pérdida no mayor de 0,2 % desde la última pesada del espécimen.

11.3.2 Medir con una aproximación de 1,27 mm la longitud y el ancho de la superficie plana del espécimen de prueba, para unidades rectangulares, o determinar el área que estará en contacto con el agua para unidades de otras formas, con métodos adecuados similares al propuesto. Pesar el espécimen con una aproximación de 0,5 g.

11.3.3 Ajuste la posición de la bandeja de la prueba de absorción, de manera tal que el fondo de la misma esté nivelado, debiéndose comprobar con un nivel de burbuja y fije el ladrillo referencial saturado encima de los soportes. Agregar agua hasta que el nivel de la misma sea de $3\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ sobre los soportes.

Cuando el espécimen de prueba sea retirado, la profundidad del agua deberá ser de $3\text{ mm} \pm 0,25\text{ mm}$ más la profundidad de los soportes. Después de retirar el ladrillo referencial, sujetar el espécimen de prueba sobre los soportes, contando como tiempo cero el momento de contacto del ladrillo con el agua. Durante el periodo de contacto, $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$, se mantendrá el nivel de agua entre los límites prescritos agregando agua si se requiere. Al final del tiempo de $1\text{ min} \pm 1\text{ s}$, retirar el espécimen y secar el agua superficial con un paño húmedo y volver a pesar el espécimen con aproximación de 0,5 g. El secado del agua superficial se hará dentro de los 10 segundos siguientes luego de retirar el espécimen del agua, y deberá pesarse dentro de los siguientes 2 min.

NOTA 7: Coloque el ladrillo en contacto con el agua rápidamente, pero sin salpicar. Fije el ladrillo en posición con un movimiento oscilante, para evitar atrapar aire en la superficie inferior. De preferencia pruebe el ladrillo con las depresiones en contacto con la superficie del agua. Pruebe el ladrillo moldeado con la cara superficial rugosa hacia abajo.

11.4 Cálculo e informe

11.4.1 La diferencia en el peso, en g, entre el peso inicial y final es el peso del agua absorbida por el ladrillo durante el minuto de contacto con el agua. Si el área (largo x ancho) no difiere más de $\pm 2,5\%$ de 200 cm^2 , reportar el incremento de peso de cada espécimen con una aproximación a 0,1 g, como el índice inicial de absorción en un minuto.

11.4.2 Si el área del espécimen difiere en más de $\pm 2,5\%$ de 200 cm^2 , se corregirá el peso mediante la ecuación que se indica a continuación, con una aproximación a 0,1 g:

$$X = \frac{200W}{LB}$$

Donde:

- X : Diferencia de pesos corregida, sobre la base de 200 cm^2 .
- W : Diferencia de pesos del espécimen (g).
- L : Longitud del espécimen (cm).
- B : Ancho del espécimen (cm).

11.4.3 Informar como la absorción inicial en 1 minuto el resultado de la succión corregida del espécimen (X), con aproximación a 0,1 g.

11.4.4 Si el espécimen de prueba es un ladrillo común, calcular el área neta y sustituir por LB en la ecuación dada en 11.4.2. Reportar la diferencia de peso corregida como la absorción inicial en un minuto.

11.4.5 Si el espécimen no es prismático, calcular el área neta mediante un método geométrico adecuado y sustituir LB en la ecuación dada en 11.4.2.

11.5 Calcular y reportar el promedio de la absorción inicial de todos los especímenes ensayados, con aproximación a $0,1\text{ g}/\text{min}/200\text{ cm}^2$.

11.6 Incluir en el informe si para secar los especímenes se utilizó el horno de secado (en concordancia con lo indicado en 11.3.1.1) o secado al aire (en concordancia con lo indicado en el apartado 11.3.1.2).

12. EFLORESCENCIA

12.1 Aparatos

12.1.1 Bandejas y contenedores: Bandeja hecha de metal resistente a la corrosión u otro material que no genere sales solubles al ponerse en contacto con agua destilada que contenga cenizas de ladrillo. La bandeja será de dimensiones tales que provea no menos de 25 mm de profundidad de agua.

La bandeja deberá proveer un área tal que el total del volumen de agua sea grande en comparación con la cantidad de agua evaporada cada día, se dispondrá de un aparato adecuado para mantener un nivel constante de agua en la bandeja.

12.1.2 Cámara de secado: De acuerdo con los requisitos estipulados en el apartado 10.1.6.

12.1.3 Horno de secado: Conforme con lo estipulado en el apartado 10.1.4.

12.2 Especímenes de ensayo

12.2.1 Los especímenes consistirán en 10 ladrillos enteros.

12.2.2 Los 10 especímenes se distribuirán en 5 pares, de manera tal que los especímenes de cada par tengan la misma apariencia tanto como sea posible.

12.3 Preparación de los especímenes: Remover con una brocha todo polvo que esté adherido y que puede ser erróneamente considerado como eflorescencia. Secar los especímenes y enfriarlos como se prescribe en los apartados 6.1.1 y 6.1.2.

12.4 Procedimiento

12.4.1 Colocar un espécimen de cada uno de los 5 pares, con un extremo parcialmente sumergido en agua destilada en aproximadamente 25 mm, por 7 días en el cuarto de secado. Cuando varios especímenes se ensayan en el mismo contenedor, separar cada uno de los especímenes con un espaciamiento no menor de 50 mm.

NOTA 8: No debe ensayarse especímenes de diferentes fuentes de manera simultánea en el mismo contenedor, porque especímenes con cantidades considerables de sales solubles pueden contaminar los especímenes que están libres de ellos.

NOTA 9: Vaciar y limpiar las bandejas después de cada ensayo.

12.4.2 Almacenar el segundo espécimen de cada uno de los cinco pares en el cuarto de secado, sin contacto con el agua.

12.4.3 Al terminar los siete días inspeccionar el primer conjunto de especímenes y luego secar ambos conjuntos en el horno de secado por 24 horas.

12.5 **Examen y clasificación:** Después de secado, examinar y comparar cada par de especímenes, observando la parte superior y las cuatro caras de cada espécimen, desde una distancia de 3 metros, bajo una iluminación de $538,2 \text{ lm/m}^2$, según un observador de visión normal. Si ninguna diferencia es notoria bajo estas condiciones, indicar la clasificación como "No eflorescente". Si se observa una diferencia perceptible debido a la eflorescencia bajo estas condiciones, indicar la clasificación como "Eflorescente". Registrar el aspecto y distribución de la eflorescencia.

12.6 Precisión y desviación

No existe ninguna información sobre precisión o desviación sobre el método de ensayo por eflorescencia, debido a que el resultado no es cuantitativo.

13. PESO POR UNIDAD DE ÁREA

13.1 **Aparatos:** Una balanza sensible, del rango del 0,2 % del peso del espécimen más pequeño.

13.2 **Espécimen de prueba:** Pesar 5 tejas de arcilla estructural enteras y secas (véase 5.4.1).

13.3 Cálculo e informe

13.3.1 Calcular el peso por unidad de área de un espécimen dividiendo su peso total en kg, entre el área promedio en m^2 de las dos caras de la unidad según se coloca normalmente en una pared.

13.3.2 Reportar los resultados de manera separada para cada unidad, así como el promedio de todas las unidades ensayadas, con aproximación a 1 g.

14. MEDIDA DEL TAMAÑO

14.1 **Aparatos:** Se medirán las unidades individualmente con una regla de acero graduada, de 30 cm, con divisiones de un milímetro, o un calibrador que tenga una escala de 25 mm a 300 mm, y que tenga cabezales paralelos. Para medir ladrillos, bloques de albañilería o tejas de mayor dimensión se usarán reglas de acero o calibradores de aproximación y tamaño requeridos.

14.2 **Especímenes de ensayo:** Medir 10 unidades enteras y secas. Estas unidades serán representativas de cada lote, e incluirán los extremos de los rangos de color y tamaño, según se determina por una inspección visual del cargamento (los mismos especímenes pueden ser usados para determinar la eflorescencia y otras propiedades).

14.3 **Medidas individuales ancho, longitud y altura:** Medir el ancho a través de los dos extremos y en ambas caras, desde el punto medio de los bordes que limitan las



caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm y registre como ancho el promedio de las medidas, con una aproximación de 0,5 mm.

Medir la altura a través de ambas caras y ambos extremos desde los puntos medios de los bordes que limitan las caras. Registre estas cuatro medidas con una aproximación de 1 mm, y registrar como altura su promedio con una aproximación de 0,5 mm. Usar el aparato descrito en 14.1. Repetir el ensayo con el mismo método cuando sea necesario.

14.4 Reportar el promedio del ancho, largo y alto de cada espécimen ensayado, con aproximación a 1 mm.

15. MEDIDA DEL ALABEO

15.1 Aparatos

15.1.1 Varilla de acero con borde recto.

15.1.2 Regla o cuña de medición: Una regla graduada de acero con divisiones desde un extremo, de 1 mm, o alternativamente una cuña de medición de 60 mm de longitud por 12,5 mm de ancho por 12,5 mm de espesor en un extremo, el que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1 mm. Véase Figura 1.

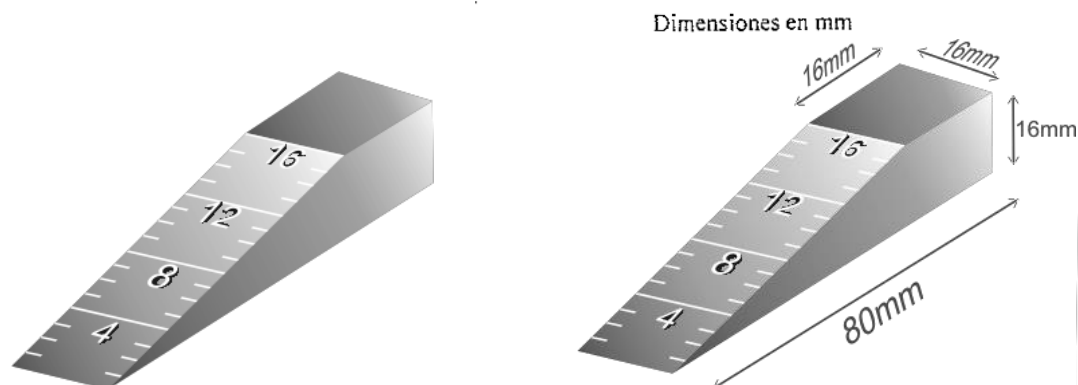


FIGURA 1 – Cuña para medir el alabeo

15.1.3 Superficie plana de acero o vidrio, no menor de 300 mm x 300 mm y plana en el rango de 0,025 mm.

15.2 **Especímenes:** Usar como especímenes las 10 unidades seleccionadas para determinar el tamaño.

15.3 **Preparación de los especímenes:** Los especímenes se ensayarán tal cual se los recibe, únicamente se eliminará con una brocha el polvo adherido a las superficies.

15.4 Procedimiento

15.4.1 **Superficies cóncavas:** En los casos en que la distorsión a ser medida corresponda a una superficie cóncava, se colocará la varilla de borde recto longitudinal o diagonalmente a lo largo de la superficie a ser medida, adoptándose la ubicación que da la mayor desviación de la línea recta. Escoger la distancia mayor de la superficie del espécimen a la varilla de borde recto. Usando la regla de acero o cuña medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión cóncava de la superficie.

15.4.2 **Bordes cóncavos:** Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde y es cóncava, colocar la varilla de borde recto entre los extremos del borde cóncavo a ser medido. Seleccionar la distancia más grande desde el borde del espécimen a la varilla con borde recto. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1 mm, y registrarla como la distorsión cóncava del borde.

15.4.2 Superficies convexas

Cuando la distorsión a ser medida es la de una superficie convexa, colocar el espécimen con la superficie convexa en contacto con una superficie plana y con las esquinas aproximadamente equidistantes de la superficie de la superficie plana. Usando la regla de acero o cuña, medir la distancia con una aproximación de 1 mm de cada una de las 4 esquinas desde la superficie plana. Registrar el promedio de las 4 medidas como la distorsión convexa del espécimen.

15.4.4 Bordes convexos: Cuando la distorsión a ser medida es la de un borde convexo, colocar la varilla de bordes rectos entre los extremos del borde convexo. Seleccionar la distancia más grande del borde del espécimen a la varilla. Usando la regla de acero o cuña, medir esta distancia con una aproximación de 1 mm y registrarla como la distorsión convexa del borde.

16. MEDIDA DEL CAMBIO DE LONGITUD

16.1 Aparatos: Para medir la longitud del espécimen se usará un micrómetro o un dispositivo de medida apropiado, graduado para leer con incrementos de 0,001 mm, fijado sobre un apoyo adecuado para sostener el espécimen de tal manera que se pueda obtener resultados reproducibles. Deben tomarse previsiones para permitir el cambio de posición del micrómetro sobre su varilla montante, a fin de dar cabida a grandes variaciones en el tamaño del espécimen. La base del soporte y el extremo del micrómetro deberán tener una depresión cónica que acepte una bola de acero de 6,35 mm. Debe proveerse un instrumento referencial apropiado, para verificar el dispositivo de medida.

16.2 Preparación del espécimen: Remover los extremos de especímenes con texturas profundas, hasta el nivel de ellas, cortando perpendicularmente a la longitud del espécimen. Perforar en cada extremo del espécimen con un perforador carbonado de 6,35mm. Perforar en la intersección de las 2 diagonales de la respectiva cara. Colocar la bola de acero de 6,35 mm en estas depresiones, fijándolas en su lugar con un cemento de aluminato cálcico. Se puede aplicar cualquier método equivalente para establecer la longitud referencial.

16.3 Procedimiento: Marcar el espécimen para su identificación y medir con aproximación de 0,001 mm en un ambiente controlado y hacer medidas subsecuentes en el mismo ambiente controlado, a $\pm 0,5$ °C y ± 5 % de humedad relativa. Registrar la temperatura y humedad relativa. Colocar una marca referencial al espécimen para su orientación en el dispositivo de medida. Verificar el dispositivo de medida con el instrumento de referencia antes de cada serie de medidas.

16.4 Informe: Cuando se ha ensayado más de un espécimen, calcular y reportar el promedio del cambio de longitud de todos los especímenes ensayados, con aproximación a 0,001 mm. El reporte deberá incluir los registros individuales así como el registro de la temperatura y humedad relativa del laboratorio.

17. CAMBIO INICIAL DE ABSORCIÓN (SUCCIÓN) – PRUEBA DE CAMPO

17.1 Alcances: Este método de ensayo está orientado a servir como un medio volumétrico para la determinación del cambio inicial de absorción (IRA) de cualquier tamaño de ladrillo, cuando la determinación por peso, descrita en el capítulo 11 de esta NTP, no es viable.

Este método de ensayo se aplica para evaluar la necesidad de humedecer el ladrillo. Este método de ensayo se realiza con especímenes tomados en campo sin modificar su contenido de humedad, por lo tanto, el IRA determinado por este método puede diferir del IRA determinado por el método de ensayo de laboratorio según el capítulo 11, el cual requiere secar los especímenes.

17.2 Aparatos

17.2.1 Bandeja de ensayo de absorción: Una bandeja rectangular, impermeable, construida de material no corrosible, con una base rígida y chata con una profundidad interna del orden de 38 mm el largo y el ancho interior de la bandeja deberá exceder al largo y al ancho del ladrillo ensayado por un mínimo de 72 mm pero no más de 127 mm.

17.2.2 Soportes para el ladrillo: Dos barras rectangulares no corrosibles, con 6,4 mm en altura y ancho y con una longitud igual al ancho interno de la bandeja menos 25 mm. Los soportes para el ladrillo pueden ser colocados en la base de la bandeja, justo antes del ensayo puede fijarse permanentemente en dicha base. El espacio entre los soportes debe ser del orden de 100 mm menor que la longitud del ladrillo ensayado. Un dispositivo que indique el nivel de agua requerido puede adjuntarse permanentemente en el extremo de los apoyos para el ladrillo, o suspenderse desde la parte superior de la bandeja Figura 2 (a) y (b). Cualquier dispositivo de precisión equivalente para controlar el nivel de agua requerido, 3 mm sobre los apoyos para el ladrillo, puede ser utilizado en el lugar señalado en la Figura. 2.

17.2.3 Dispositivo de tiempo: Un dispositivo adecuado de tiempo que indique el tiempo de 1 minuto con aproximación de 1 segundo.

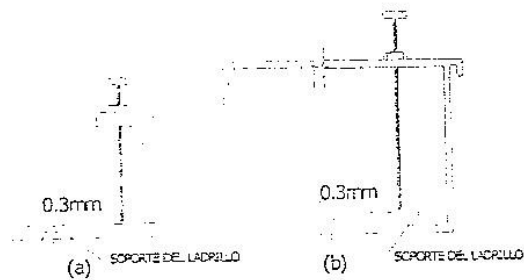


FIGURA 2 – Indicadores del nivel de agua

17.2.4 **Botella deformable:** Una botella de plástico deformable, con una capacidad de 100 ml (botella de lavado tipo Guth).

17.2.5 **Un cilindro graduado:** Un cilindro graduado de medición, de plástico o vidrio, con capacidad de 100 ml.

17.3 Especímenes de ensayo

Seleccionar 6 ladrillos enteros, de conformidad con lo indicado en 5.1.

17.4 Procedimiento

17.4.1 Sumergir completamente un espécimen de ladrillo en un contenedor, por dos horas.

17.4.2 Medir con aproximación de 2 mm, el largo y el ancho de 5 especímenes remanentes, en la superficie que estará en contacto con el agua. Si los especímenes de ensayo están perforados, determinar el área de las perforaciones en el medio de la superficie.

17.4.3 Prehumedecer y dejar secar la bandeja de absorción y colocarla sobre una superficie plana y nivelada.

17.4.4 Retirar el espécimen prehumedecido del contenedor, removiendo el agua de la superficie y colocar el espécimen sobre los apoyos para ladrillo de la bandeja. Agregar el agua en la bandeja hasta que el agua alcance un nivel de 3 mm sobre los apoyos para ladrillo. (En el caso de estar usándose un indicador de punta de nivel de agua, poner agua en la bandeja hasta que el agua haga un contacto mínimo). Remover el ladrillo prehumedecido e inclinar suficientemente el ladrillo de manera que una de las esquinas sirva como punto de goteo del agua que escurre de su superficie para retornar a la bandeja. Una sacudida ligera puede ser necesaria para hacer que caiga la última gota. Colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en el contenedor de agua.

17.4.5 Utilizando el cilindro graduado llenar la botella deformable con 100 ml de agua exactamente.

17.4.6 Colocar el primer espécimen de ensayo cuadrándolo sobre los apoyos para ladrillo, contando como tiempo cero el momento que el ladrillo contacte con el agua. Al término de $1\text{min} \pm 1$ seg retirar el espécimen de ensayo del agua e inclinar suficientemente el ladrillo de manera tal que una de las esquinas sirva como punto de goteo del agua que escurre de su superficie para retornar a la bandeja. Una sacudida ligera puede ser necesaria para hacer que caiga la última gota.

17.4.6.1 Continuar colocando los especímenes remanentes de ensayo dentro de la bandeja, de la misma manera hasta que los 5 especímenes sean ensayados. Durante el ensayo agregar agua a la bandeja, utilizando la botella deformable para mantener el nivel de agua aproximadamente constante a 3mm de profundidad. Volver a llenar la botella deformable con 100 ml de agua cuando esté vacía registrando cada llenada.

17.4.6.2 Después que el último espécimen es ensayado colocar el ladrillo prehumedecido nuevamente en la bandeja, restaurando el nivel original de agua con agua de la botella deformable.

NOTA 10: Colocar el ladrillo en contacto con el agua rápidamente pero sin derramar. Colocar el ladrillo en posición con un movimiento rotatorio para evitar el atrapado de aire bajo su superficie.

17.4.7 Utilizando el cilindro graduado medir el volumen de agua remanente en la botella deformable.

17.5 Cálculo e informe

17.5.1 El número de llenadas más la primera botella completamente llena, multiplicado por 100 ml, menos el volumen de agua remanente en la botella deformable, es el total del volumen de agua medido en mililitros, absorbido por los 5 especímenes.

$$V_t = 100(n + 1) - V_r$$

Donde:

- V_t : Volumen total de agua absorbido por todos los especímenes ensayados, ml
 n : Número de llenadas de la botella deformable
 V_r : Volumen de agua remanente en la botella deformable, ml

17.5.2 Cuando el promedio del área de la superficie neta en contacto con el agua (suma de áreas de superficie neta dividida entre el número de especímenes) difiera para muestra dada en $\pm 5 \text{ cm}^2$ o menos de 195 cm^2 , informar como IRA (campo), en g/minuto/ 195 cm^2 , el volumen total de agua absorbida dividida entre 5, el número de especímenes de ensayo.

$$IRA(\text{Field}) = \frac{V_t}{5}$$

17.5.3 Si el promedio de la superficie neta en contacto con el agua difiere en más de $\pm 5 \text{ cm}^2$ de 195 cm^2 , calcular el volumen equivalente en un minuto para 195 cm^2 de superficie como sigue:

$$V_c = \frac{30V_t}{A_n} \quad \text{o} \quad V_c = \frac{195V_t}{A_n}$$

Donde:

- V_c : Volumen promedio de agua absorbida por un espécimen, corregido sobre la base de 195 cm^2 de superficie, ml
 A_n : Suma de las áreas de superficie netas en contacto con el agua de todos los especímenes ensayados cm^2

17.5.4 Informe: Informar el volumen corregido (V_c) como el IRA (campo) en $\text{g/min}/195\text{cm}^2$.

17.6 Precisión y desviación: A la fecha no se dispone de datos suficientes para una declaración de precisión y sesgo.

18. MEDIDA DEL ÁREA DE VACÍOS EN UNIDADES PERFORADAS

18.1 Aparatos

18.1.1 Regla de acero o calibradores: según dispuesto en el apartado 14.1.

18.1.2 Cilindro graduado: un cilindro de vidrio con capacidad de 500 ml.

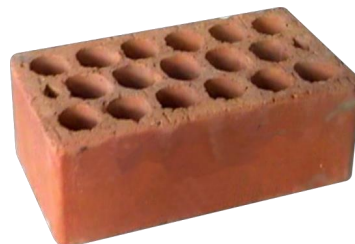
18.1.3 Papel: una hoja de papel con superficie dura no menor de 610 mm x 610 mm.

18.1.4 Arena: 500 ml de arena limpia y seca.

18.1.5 Varilla de acero con borde recto.

18.1.6 Superficie chata: una superficie limpia, seca, chata, lisa y nivelada.

18.1.7 Escobilla: de cerda suave.



18.1.8 Felpudo de neopreno: una esponja de neopreno celulada de 610 mm x 610 mm y 6 mm de espesor.

18.1.9 Balanza: véase 11.1.4.

18.2 **Especímenes de prueba:** Se usará una muestra de 10 unidades seleccionada según lo descrito para la determinación del tamaño (pueden ser utilizadas las muestras tomadas para la determinación del tamaño).

18.3 **Preparación de las muestras:** Ensayar los especímenes tal cual se reciben, únicamente se eliminará con la escobilla las partículas de polvo u otras adheridas a las superficies.

18.4 Procedimiento

18.4.1 Medir y registrar la longitud, el ancho y altura del espécimen tal como se describe en el procedimiento para determinación del tamaño.

18.4.2 Sobre la superficie chata apoyar la esponja de neopreno y sobre ella extender la hoja de papel. Sobre el papel colocar el espécimen a ser ensayado (perforaciones verticales).

18.4.3 Rellenar las perforaciones con arena, permitiendo que la arena caiga libremente. Utilizando la varilla de acero con borde recto nivelar la arena en las perforaciones. Con la escobilla, remover todo exceso de arena de la parte superior del espécimen y de la hoja de papel.

18.4.4 Levantar el espécimen posibilitando que la arena de las perforaciones caiga sobre las hojas de papel.

18.4.5 Transferir la arena de la hoja de papel a la balanza, pesando y registrando con aproximación de 0,5 g.

18.4.6 Con una porción separada de arena, llenar un cilindro de 500 ml hasta la graduación de 500 ml, posibilitando que la arena caiga de manera natural y sin agitar ni vibrar el cilindro. Transferir esta arena a la balanza, pesando y registrando con aproximación de 0,5 g.

18.5 Cálculo e informe

18.5.1 Determinar el volumen de arena contenido en el espécimen de ensayo como sigue:

$$V_s = \frac{500ml}{S_c} \times S_u$$

Donde:

- V_s : Volumen de arena contenida en el espécimen de ensayo.
- S_c : Peso, en g de 500 ml de arena contenida en el cilindro graduado.
- S_u : Peso en g de la arena contenido en el espécimen de ensayo.

18.5.2 Determinar el porcentaje de vacíos como sigue:

$$\% \text{Área vacíos} = \frac{V_s}{V_u} \times \frac{1}{16,4} \times 100$$

Donde:

- V_s : Volumen de arena determinado en 18.5.1, ml
- V_u : Longitud x ancho x profundidad registrada en 18.5.1, cm^3

18.5.3 Informar, como el porcentaje de área de vacíos, el resultado de la ecuación dada en 18.5.2, para cada espécimen, con una aproximación a 1 %.

19. MEDIDA DE LA DEFORMACIÓN DEL ENCUADRE EN ESQUINAS

19.1 Aparatos

19.1.1 Regla de acero o calibrador: según se describe en el apartado 14.1.

19.1.2 Escuadra de carpintero de acero.

19.2 Procedimiento

19.2.1 Colocar un brazo de la escuadra de carpintero adyacente a lo largo del espécimen ubicado de soga. Alinear el brazo de la escuadra paralelamente al brazo del espécimen teniendo las esquinas de la cara del espécimen en contacto con el brazo de la escuadra. Ubicar la escuadra paralela a la cara del espécimen a ser expuesta a 6 mm de ella. Véase Figura 4.

19.2.2 Medir la desviación del ángulo de 90° en cada esquina de la cara expuesta del espécimen. Registrar la medida con aproximación de 1 mm para cada esquina. Véase Figura 3.



FIGURA 3 – Medida de descuadres



FIGURA 4 – Ubicación de la escuadra

20. MÓDULO DE ROTURA

20.1 **Especímenes de prueba:** Los especímenes de ensayo consistirán de unidades enteras (véase 6.1.1). Se ensayarán cinco de tales especímenes.

20.2 Procedimiento

20.2.1 Ensayar unidades que han sido secadas de conformidad con lo prescrito en el apartado 6.1.1.

20.2.2 A menos que se especifique y se informe de otra manera, apoyar el espécimen de ensayo sobre su base (esto es, aplicar la carga en la dirección de la altura del espécimen. La carga debe aplicarse en el centro del tramo, con aproximación de 2 mm de dicho centro. Si el espécimen tiene cavidades o depresiones, colocar el espécimen de manera tal que las cavidades o depresiones estén en sus caras inferiores. Los apoyos para los especímenes serán barras de acero sólido de $12,7 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ de diámetro, colocadas a $13 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ de cada extremo. La longitud de cada apoyo será por lo menos igual al ancho del espécimen. Véase Figura 5.

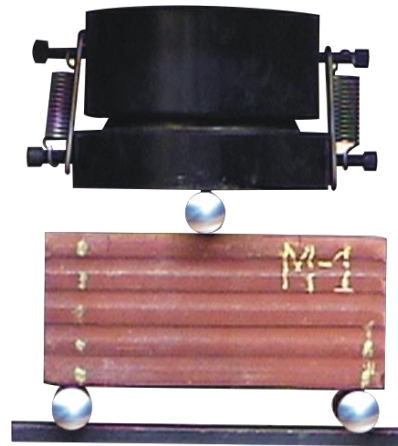


FIGURA 5 - Aplicación de la carga

20.2.3 Aplicar la carga sobre la superficie superior del espécimen a través de una plancha de soporte de acero de 6 mm de espesor y 40 mm de ancho y con una longitud por lo menos igual al ancho del espécimen.

20.2.4 **Velocidad de ensayo:** La velocidad de carga no excederá las 8 896 N minuto, este requerimiento puede considerarse como satisfecho si la velocidad del cabezal móvil de la máquina de ensayos inmediatamente antes de aplicarse la carga, no es mayor que 1,3 mm minuto.

20.3 Informe

20.3.1 Registrar las dimensiones del espécimen y la longitud del tramo de carga.

20.3.2 Registrar la carga de rotura transversal P , para cada espécimen con aproximación a 1 N.

20.3.3 Calcular y registrar la carga de rotura por unidad de ancho de cada espécimen como $p = P/w$ por cada unidad, N/mm. Registrar el promedio de las cargas de rotura por unidad de ancho para todos los especímenes ensayados, considerándole como la carga de rotura del lote.

22. ANTECEDENTE

ASTM C 67:2003a Standard test methods for sampling and testing
brick and structural clay tile

ANEXO A
(INFORMATIVO)

En relación al ensayo de eflorescencia, se calculará el peso por unidad de área de cada espécimen con la siguiente expresión:

$$W_a = \frac{nW_d}{A_{fa1} + A_{fa2}} \quad (1)$$

donde:

- W_a : peso por unidad de área del espécimen (kg/m^2)
- N : número de caras del espécimen (2 para el caso de ladrillos)
- W_d : peso seco del espécimen (kg)
- A_{fa1} : área de la cara final del espécimen (m^2)
- A_{fa2} : área de la cara posterior del espécimen (m^2)

El reporte debe incluir los resultados del cálculo de la ecuación (1) separadamente para cada unidad, y el promedio de los especímenes ensayados.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 399.604
2002**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

MASONRY UNITS. Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units

**2002-12-05
1ª Edición**

R.0130-2002/INDECOPI-CRT.Publicada el 2002-12-15

Precio basado en 16 páginas

I.C.S.: 91.100.01

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Absorción, resistencia a la compresión, unidades de albañilería de concreto, densidad, espesor equivalente, espesor equivalente del tabique, cara lateral, contenido de agua, espesor del tabique, tabique

ÍNDICE

		página
	ÍNDICE	i
	PREFACIO	ii
1.	OBJETO	1
2.	REFERENCIAS NORMATIVAS	1
3.	CAMPO DE APLICACIÓN	1
4.	DEFINICIONES	2
5.	MUESTREO	2
6.	MEDICION DE DIMENSIONES	3
7.	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	4
8.	ABSORCIÓN	9
9.	CÁLCULOS	10
10.	INFORME	13
11.	ANTECEDENTE	16

PREFACIO

A. RESEÑA HISTÓRICA

A.1 La presente Norma Técnica Peruana fue elaborada por el Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería, mediante el Sistema 2 u Ordinario, durante los meses de junio a setiembre del 2002, utilizando como antecedente la ASTM C 140:1997 Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units.

A.2 El Comité Técnico de Normalización de Unidades de Albañilería presentó a la Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -CRT-, con fecha 2002-09-24, el PNTD 399.604:2002 para su revisión y aprobación, siendo sometido a la etapa de Discusión Pública el 2002-10-04. No habiéndose presentado observaciones fue oficializada como Norma Técnica Peruana **NTP 399.604:2002 UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto**, 1ª Edición, el 15 de diciembre del 2002.

A.3 Esta Norma Técnica Peruana tomó en su totalidad la ASTM C 140:1997 Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units. La presente Norma Técnica Peruana presenta cambios editoriales referidos principalmente a terminología empleada propia del idioma español y ha sido estructurada de acuerdo a las Guías Peruanas GP 001:1995 y GP 002:1995.

B. INSTITUCIONES QUE PARTICIPARON EN LA ELABORACIÓN DE LA NORMA TECNICA PERUANA

Secretaría	SENCICO
Presidente	Carlos Pérez Bardales - SENCICO
Secretaria	Gabriela Esparza - SENCICO
ENTIDAD	REPRESENTANTE
Firth Industries Perú S.A.	Maria Inés Castillo
Ladrillos LARK	Rubén Aspilcueta

Cementos Pacasmayo S.A.A.	Rosaura Vasquez
Compañía Minera Luren S.A. LA CASA	Gerardo Jauregui
Unión de Concreteras S.A. UNICON	María Teresa Siemund
Grupo HUACHIPA	Javier Vargas
Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento	Carlos Carbajal
Pontificia Universidad Católica del Perú	Francisco Ginocchio Gladys Villagarcía
Universidad Nacional de Ingeniería	Javier Moreno Rafael Cachay
Universidad Ricardo Palma	Victor Edgardo Venero Liliana Chavarria
Ladrillos Piramide	Gisela Silva
Colegio de Ingenieros del Perú	Ana Biondi
ASOCEM	Manuel Gonzales de la Cotera

---0000000---

UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto

1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para el muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto para obtener dimensiones, resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad), y contenido de humedad.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos en base a ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

2.1 Norma Técnica Peruana

NTP 339.035:1999	HORMIGÓN (Concreto). Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el cono de Abrams
------------------	--

2.2 Normas Técnicas de Asociación

2.2.1	ASTM E 4:2001	Standard practices for force verification of testing machines
-------	---------------	---

- 2.2.2 ASTM E 6:1999e2 Standard terminology relating to methods of mechanical testing

3. CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Técnica Peruana se aplica al control de calidad de los bloques de concreto con huecos, utilizados como unidades de albañilería estructural y no estructural y a los ladrillos de concreto.

4. DEFINICIONES

Para los efectos de la presente Norma Técnica Peruana se aplican las definiciones dadas en las NTP 399.602 y NTP 399.601

5. MUESTREO

5.1 Selección de los especímenes para los ensayos

5.1.1 Para propósito de los ensayos, unidades enteras de albañilería de concreto serán seleccionadas por el comprador y el vendedor o sus representantes de acuerdo a lo establecido por un método aceptado para el muestreo aleatorio que acuerden o adopten. En todo caso las unidades deberán ser seleccionadas utilizando una tabla estadística de números aleatorios. Se deberá tener cuidado para que no se modifiquen las características de las unidades. Los especímenes serán representativos del lote total de unidades de los cuales han sido seleccionados. Si los especímenes para el ensayo son seleccionados en obra, las unidades para el ensayo del contenido de humedad serán muestreadas de la remesa del comprador y colocadas en un envase sellado hasta que el peso recibido (W_r) sea determinado de acuerdo con el ítem 4.3.2. Los especímenes seleccionados tendrán configuración y dimensiones similares.

5.1.2 El término "lote" se refiere a cualquier número de unidades de albañilería de

concreto de cualquier configuración o dimensión fabricado por el productor usando los mismos materiales, diseño de mezcla de concreto, proceso de fabricación, y método de curado.

5.2 Número de especímenes

Para determinar la resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad), y contenido de humedad, se seleccionarán seis unidades de cada lote de 10 000 unidades o menos y 12 unidades de cada lote de más de 10 000 y menos de 100 000 unidades. Para lotes de más de 100 000 unidades, se seleccionarán seis unidades por cada 50 000 unidades o fracción. Especímenes adicionales se pueden tomar por acuerdo del comprador y el vendedor.

5.3 Identificación

5.3.1 Marcar cada espécimen de manera que puedan ser identificados en cualquier momento. Las marcas cubrirán no más del 5 % del área superficial del espécimen.

5.3.2 Pesar las unidades para los ensayos del contenido de humedad inmediatamente después de muestreadas, marcar y registrar como W_r (peso recibido).

6. MEDICIÓN DE DIMENSIONES

6.1 Aparatos

Medir todas las dimensiones con una regla de acero graduada en divisiones de 1,0 mm . Los espesores de las paredes laterales y los tabiques se medirán con un calibre Vernier (pie de rey), graduado en divisiones de 0,4 mm y con quijadas paralelas de no menos de 12,7 mm ni más de 25,4 mm de longitud.

6.2 Especímenes

Se medirán tres unidades enteras para el ancho, la altura, longitud, y los espesores mínimos de las paredes laterales y tabiques.

NOTA 1: Los mismos especímenes podrán utilizarse en otros ensayos.

6.3 Dimensiones

6.3.1 Para cada unidad, se medirá y registrará, el ancho (A) en la longitud media de las superficies de apoyo superior e inferior, la altura (H) en la longitud media de cada cara, y la longitud (L) en la altura media de cada cara.

6.3.2 Para cada unidad, se medirá el espesor de la pared lateral y el espesor del tabique en la parte más delgada de cada elemento a 12,7 mm encima del plano de la cama de mortero y a la división más cercana de la regla o calibrador. Cuando la parte más delgada lateral opuesta de la pared difiera en espesor por lo menos en 3,0 mm, promediar sus medidas para determinar el espesor mínimo de pared lateral de la unidad. No considerar los surcos de la banda, los empalmes simulados, y detalles similares en las mediciones.

7. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

7.1. Aparatos

7.1.1 **Máquina de ensayo:** La máquina será equipada con dos bloques de soporte de acero (Véase NOTA 2), uno de los cuales es una rótula con plato que transmitirá la carga a la superficie superior del espécimen de albañilería, y la otra un bloque rígido plano sobre el cual descansará el espécimen. Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir la sección del espécimen de albañilería refrentado, se colocará entre éstos y el espécimen placas de acero que cumplan los requisitos del apartado 7.1.2, después que el centroide de la superficie de apoyo de la albañilería se haya alineado con el centro de la rótula (Véase el apartado 7.4.1).

7.1.2 Bloques de soporte de acero y platos: Las superficies de los bloques de soporte de acero y las placas no se apartarán de un plano por más de 0,025 mm en cualquier dimensión de 152,4 mm . El centro de la esfera de la rótula coincidirá con el centro de su cara de apoyo. Si se utiliza placa de apoyo, el centro de la esfera de la rótula reposará en una línea que pasa verticalmente a través del centroide de la cara de apoyo del espécimen. El plato de la rótula podrá girar en cualquier dirección. El diámetro de la cara de los bloques de soporte será por lo menos de 152,4 mm . Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, se colocará entre éstos y el espécimen refrentado, placas de acero con un espesor no menor de 25,4 mm . La longitud y el ancho de la placa de acero serán de por lo menos 15 mm mayor que la longitud y ancho del espécimen.

NOTA 2: Es deseable que las caras de apoyo de los bloques y placas usadas para la prueba de la compresión de hormigón (concreto) de albañilería tengan una dureza Rockwell de no menos que HRC 60 (BHN 620).

7.2 Especímenes de prueba

7.2.1 De las seis unidades muestreadas, tres serán ensayadas en compresión. Después de la llegada al laboratorio, almacene (no apiladas y separadas por no menos de 13 mm en todas sus lados) en aire a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de menos de 80 % por no menos de 48 horas. Alternativamente, si los resultados de la compresión son requeridos prontamente, almacene unidades no apiladas en el mismo ambiente descrito arriba con una corriente de aire proporcionada por un ventilador eléctrico que pase sobre ellas por un período no menor de 4 horas. Se continúa hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de 2 horas muestren un incremento de pérdida no mayor que 0,2 % del peso previo determinado del espécimen y hasta que ninguna humedad o mancha de humedad sea visible sobre cualquiera de las superficies de la unidad. Los especímenes no serán sometidos a secado en horno. Los especímenes serán unidades enteras excepto según lo modificado en los apartados 7.2.2 hasta 7.2.4.

NOTA 3: En este método de ensayo, el área neta (con excepción de ciertas unidades sólidas, véase el apartado 9.4) se determina con otros especímenes distintos de los sujetos al ensayo de compresión. El método de la resistencia a la compresión se basa en la asunción que las unidades utilizadas para determinar el volumen neto (especímenes de absorción) tienen el mismo volumen neto que las unidades usadas para el ensayo de compresión. Las unidades con caras partidas, que tienen superficies irregulares, se deben separar al mismo tiempo que son muestreadas del lote, de tal modo que los especímenes del ensayo de absorción tengan un volumen neto que sea visualmente representativo y un peso que sea representativo de los especímenes del ensayo de compresión.

7.2.2 Las proyecciones sin apoyo que tienen una longitud mayor que su espesor serán removidas por cortadora. Para unidades con tabiques rebajados, se cortarán las caras laterales al mismo nivel para proporcionar una superficie de sustento completa sobre la sección transversal neta de la unidad. Cuando la altura de la unidad que resulta quede reducida por más de un tercio de la altura original de la unidad, la unidad cortada será ensayada de acuerdo con el apartado 7.2.4.

7.2.3 Cuando las unidades enteras para el ensayo de compresión sean demasiado grandes para los bloques de la máquina de ensayo o excedan la capacidad de carga de la misma, cortar las unidades para adecuarlas correctamente con las capacidades de la máquina de ensayo. El espécimen resultante no tendrá proyecciones de las caras laterales ni tabiques irregulares y constará de celda o celdas completas de 4 caras. La resistencia a la compresión del segmento será considerada como la resistencia a la compresión de la unidad entera.

7.2.4 Cuando las unidades del ensayo de compresión tengan dimensiones y formas inusuales (tales como, pero no limitadas a, unidades en enlace de vigas, unidades del extremo abierto, y unidades de pilastras), los especímenes serán aserrados para quitar cualquier proyección de la cara lateral. El espécimen resultante será una celda o celdas que contienen cuatro caras que aseguren una superficie de apoyo del 100 % . Cuando el corte no de lugar a una unidad con cuatro lados, el espécimen será un segmento cortado de la cara lateral de cada unidad. Este segmento cortado tendrá una relación altura espesor de 2 a 1 antes del refrentado y una relación de longitud a espesor de 4 a 1. El segmento será cortado de la unidad de modo que su altura esté en la misma dirección que la altura de la unidad entera. La resistencia a la compresión del segmento será la resistencia a la compresión del área neta de la unidad entera.

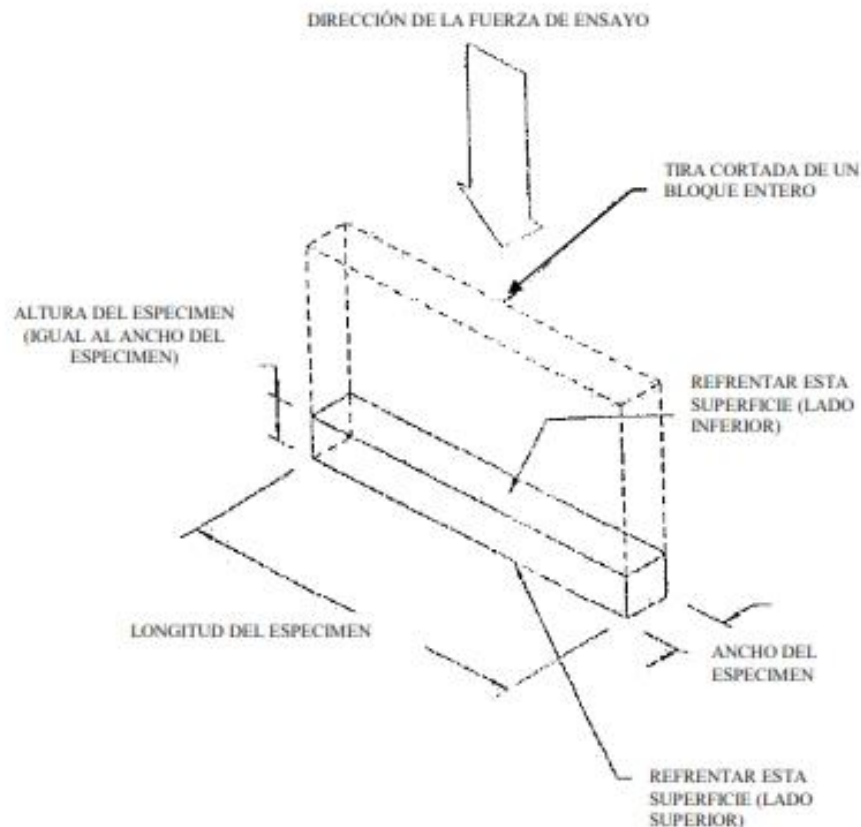


FIGURA 1 - Esquema de ensayo de compresión

7.2.5 Para el ensayo de resistencia a la compresión de segmentos cortados de muros, los especímenes ensayados serán no menos del 75 % sólidos y tendrán una relación de altura a espesor de no menos que 1:1 y no más que 2:1. Si es necesario el corte del espécimen en el ensayo, será realizado de acuerdo con los apartados 7.2.3 y 7.2.6.

7.2.6 El aserrado será realizado de una manera exacta y competente sometiendo al espécimen a la mínima vibración posible de la sierra. Utilizar una sierra de diamante con dureza apropiada. Si el espécimen se moja durante el aserrado, permita que el espécimen se seque a las condiciones del aire del laboratorio antes del ensayo utilizando los procedimientos indicados en el apartado 7.2.1.

7.2.7 Si los especímenes del ensayo de compresión han sido cortados de unidades enteras de acuerdo con las provisiones de los apartados 7.2.2 a 7.2.4 y el área neta de compresión de los especímenes de prueba no puede ser determinada por el apartado 9.4.1, cortar tres unidades adicionales con las dimensiones y configuración de los tres especímenes del ensayo de compresión. El área neta promedio de los especímenes de compresión cortados será el promedio del área neta de las tres unidades adicionales cortadas calculada de acuerdo a lo referido en el apartado 9.4. Los volúmenes netos calculados de los especímenes cortados no deberán usarse en el cálculo del espesor equivalente.

7.3 Refrentado de los especímenes de prueba

7.3.1 Refrentar las superficies de apoyo de las unidades por uno de los métodos de los apartados 7.3.2 ó 7.3.3.

7.3.2 Azufre y materiales granulares: Extender uniformemente en una superficie de refrentado no absorbente que haya sido cubierta ligeramente con aceite (Véase NOTA 5) o rociada con una capa de TFE – fluro- carbono. Utilizar mezclas preparadas por el propietario o el laboratorio de 40 % a 60 % de azufre por peso, el resto es bentonita molida convenientemente u otro material inerte que pase por el tamiz N° 100 (150 μ m) con o sin plastificante. Calentar la mezcla de azufre en una olla de calefacción controlada por termostato a una temperatura suficiente para mantener la fluidez después del contacto con la superficie de refrentado. Tener cuidado para evitar el sobrecalentamiento, y revolver el líquido en la olla momentos antes de su uso. La superficie de refrentado será plana dentro de los 0,08 mm en 406,4 mm y será lo suficientemente rígida para no flexionarse durante la operación de refrentado. Colocar cuatro barras de acero cuadradas de 25 mm sobre la placa superficial del refrentado para formar un molde rectangular aproximadamente de 12,7 mm mayor en cualquier dimensión interior que la unidad de albañilería. Llene a una profundidad de 6,4 mm con material fundido de azufre. Lleve la superficie de la unidad para ser refrentada rápidamente en contacto con el líquido e inserte el espécimen, manteniéndolo de modo que su eje sea perpendicular a la superficie del líquido de refrentado. Permitir que la unidad no sea perturbada hasta que la solidificación este completa. Permitir que el refrentado enfríe por un mínimo de 2 horas antes de ensayar los especímenes. No se permitirá el parchado del refrentado. Quitar los refrentados imperfectos y substituirlos por nuevos.

NOTA 4: El uso del aceite en las placas de refrentado puede ser omitido si se encuentra que la placa y la unidad pueden ser separadas sin dañar el refrentado.

7.3.3 **Refrentado con yeso-cemento:** Extender uniformemente en una superficie de refrentado no absorbente que haya sido cubierta ligeramente con aceite (Véase NOTA 4) o rociado con una capa de TFE-fluorocarbono, una pasta de yeso-cemento de alta resistencia (Véase NOTA 5) y agua. Este yeso-cemento cuando esté mezclado con agua a la consistencia de refrentado, tendrá una resistencia a la compresión a las 2 horas no menor de 24,1 MPa ensayada en cubos de 50,8 mm . La superficie de la placa del bastidor estará conforme con los requisitos descritos en el apartado 7.3.2. Poner la superficie de la unidad para ser refrentada en contacto con la pasta de refrentado; presionar firmemente hacia abajo el espécimen con un solo movimiento, manteniéndolo de modo que su eje sea perpendicular a la superficie de refrentado. El espesor medio del refrentado no excederá de 3,2 mm . No se permitirá el parchado del refrentado. Retirar capas imperfectas y reemplazar con capas nuevas. El refrentado se realizará al menos 2 horas antes del ensayo de los especímenes.

NOTA 5: Los dos yeso-cementos siguientes se consideran dentro de esta clasificación: yeso-cemento blanco Hydrostone e Hydrocal. Otros yeso-cementos no deben ser utilizados a menos que se demuestre por ensayos estar dentro de los requerimientos del ensayo de resistencia.

7.4 Procedimiento

7.4.1 **Colocación de los especímenes:** Ensayar los especímenes con el centroide de sus superficies de apoyo alineada verticalmente con el centro de empuje de la rótula de la máquina de ensayo (Véase NOTA 6). A excepción de unidades especiales para uso con sus paredes en una dirección horizontal, ensayar todas las unidades huecas de la albañilería de concreto con sus paredes en dirección vertical. Las unidades de albañilería que sean 100 % sólidas y unidades huecas especiales previstas para su uso, ensayarlas con sus huecos en dirección horizontal, en la misma dirección de servicio.

NOTA 6: Para las unidades de albañilería que sean simétricas respecto a un eje, la localización del eje puede ser determinada geoméricamente dividiendo la dimensión perpendicular a ese eje (pero en el mismo plano) por dos. Para unidades de albañilería que sean asimétricas respecto a un eje, la localización de ese eje puede ser determinada balanceando la unidad de albañilería sobre el borde de un cuchillo o una barra metálica colocada paralela a dicho eje. Si se utiliza una barra de metal, la barra será recta, cilíndrica (capaz de rodar libremente en una superficie plana), tener un diámetro de no menos de 6,4 mm y no más que 19,1 mm, y su longitud sobrepasará cada extremo del espécimen cuando está colocado sobre ella. La barra de metal será colocada sobre una superficie lisa y plana. Determinado el eje centroidal será marcado en el extremo de la unidad usando un lápiz o etiqueta de plástico que tenga un ancho de marca no mayor que 1,3 mm. Una barra de chuceo usada para la consolidación del concreto y para el ensayo de asentamiento conformadas de acuerdo con la NTP 339.035 se utiliza a menudo como barra de balanceo.

7.4.2 Condición de humedad de los especímenes: Cuando se ensayen los especímenes, estarán libres de humedad visible o manchas de humedad.

7.4.3 Velocidad de ensayo: Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, después ajustar los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil tal que la carga restante sea aplicada en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.

7.4.4 Carga máxima: Registrar la carga de compresión máxima en Newtons como $P_{m\acute{a}x}$.

8. ABSORCIÓN

8.1 Aparato: La balanza utilizada será sensible dentro del 0,5 % del peso del espécimen más pequeño probado.

8.2 Ensayo de especímenes: Se utilizarán tres unidades enteras que hayan sido marcadas, pesadas, y registradas de acuerdo con el apartado 5.3.2. Las pruebas serán realizadas en unidades enteras cuando los resultados de la prueba deben ser utilizados para determinar el contenido de humedad de acuerdo con el apartado 9.2 o espesor equivalente de acuerdo con el apartado 9.7.

8.2.1 Las pruebas serán realizadas en unidades enteras o especímenes cortados de unidades enteras. Los valores calculados de absorción y densidad de piezas reducidas serán considerados como representativas de la unidad entera. La razón de la reducción será incluida en el informe del ensayo.

8.3 Procedimiento

8.3.1 Saturación: Sumergir los especímenes de prueba en agua a una temperatura de 15,6 °C a 26,7 °C por 24 horas. Pesar los especímenes mientras están suspendidos por un alambre de metal y sumergidos totalmente en agua y registrar W_i (peso sumergido).

Sacar del agua y permitir el drenado por 1 minuto colocándolo en una malla de alambre más grueso de 9,5 mm, retirando el agua superficial visible con un paño húmedo; pesar y registrar como W_s (peso saturado).

8.3.2 Secado: Subsecuente a la saturación, secar los especímenes en un horno ventilado a 100 °C a 115 °C por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en intervalos de 2 horas muestren un incremento de la pérdida no mayor que 0,2 % del peso último previamente determinado del espécimen. Registrar los pesos de los especímenes secados W_d (peso secado al horno).

9. CÁLCULOS

9.1 Absorción: Calcular la absorción como sigue:

$$\text{Absorción, kg/m}^3 = [(W_s - W_d) / (W_s - W_i)] \times 1000,$$

$$\text{Absorción, \%} = [(W_s - W_d) / W_d] \times 100 \quad (1)$$

donde:

W_s – peso saturado del espécimen, (kg)

W_i – peso sumergido del espécimen, (kg)

W_d – peso seco al horno del espécimen, (kg).

9.2 Contenido de humedad: Calcular el contenido de humedad como sigue:

$$\text{Contenido de humedad, \% de absorción total} = [(W_r - W_d) / (W_s - W_d)] \times 100 \quad (2)$$

donde:

W_r – peso recibido de la unidad, (kg),

W_d – peso seco al horno de la unidad, (kg), y

W_s – peso saturado de la unidad, (kg)

9.3 Densidad: Calcular la densidad seca al horno como sigue:

$$\text{Densidad (D), kg/m}^3 = [Wd / (Ws - Wi)] \times 1000 \quad (3)$$

donde:

Wd – peso seco al horno del espécimen, (kg).

Ws – peso saturado del espécimen, (kg), y

Wi – peso sumergido del espécimen, (kg).

9.4 Área neta media: Calcular el área neta media como sigue:

$$\text{Volumen neto (Vn), mm}^3 = Wd / D - (Ws - Wi) \times 10^4 \quad (4)$$

$$\text{Área Neta Media (An), mm}^2 = Vn / H$$

donde:

Vn – volumen neto del espécimen.

Wd – peso seco al horno del espécimen, kg (Véase el apartado 8.3.2),

D – Densidad seca al horno del espécimen, kg/m³ (Véase el apartado 9.3),

Ws – peso saturado del espécimen, kg (Véase el apartado 8.3.1),

Wi – peso sumergido del espécimen, kg (Véase el apartado 8.3.1).

An – área neta media del espécimen, mm², y

H – altura media del espécimen, mm (Véase el apartado 5.3.2).

9.4.1 A excepción de los especímenes de forma irregular, tales como aquellos con superficies con hendiduras, calcular el área neta de los segmentos de ensayo y aquellos especímenes cuyas áreas de la sección transversal neta en cada plano paralelo a la superficie de apoyo sea el área bruta de la sección transversal medida en el mismo plano, como sigue:

$$\text{Área neta (An), mm}^2 = L \times W \quad (5)$$

donde:

An – área neta del segmento de ensayo o espécimen, mm²,
L – longitud promedio del segmento de ensayo del espécimen, mm, y
W – anchura promedio del segmento de ensayo o espécimen, mm

TABLA 1 - Factores de corrección de la relación altura a espesor para los ensayos de compresión en segmentos de unidades de muros de contención

h/t ^A	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Factor de corrección	0,85	0,88	0,90	0,92	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00

^A h/t – relación de altura del espécimen a la menor dimensión lateral medida.

9.5 Área bruta: Calcular el área bruta como sigue:

$$\text{Área bruta (Ag), mm}^2 = L \times W \quad (6)$$

donde:

Ag – área bruta del espécimen, mm²,
L – longitud promedio del espécimen, mm (Véase el apartado 6.3.2), y
W – ancho promedio del espécimen, mm (véase el apartado 6.3.2).

El área bruta de la sección transversal de un espécimen es el área total de la sección perpendicular a la dirección de la carga, incluyendo áreas dentro de las celdas y espacios reentrantes, a menos que estos espacios vayan a ser ocupados por porciones de la albañilería adyacente.

9.6 Esfuerzo de compresión

9.6.1 Esfuerzo de compresión del área neta: Calcular el esfuerzo de compresión del área neta del espécimen como sigue:

$$\text{Esfuerzo de compresión del área neta, MPa} = P_{\max} / A_n \quad (7)$$

donde:

P máx – carga de compresión máxima, N (Véase el apartado 6.4.3), y

An – área neta promedio del espécimen, mm² (Véase el apartado 9.4)

9.6.2 Esfuerzo de compresión del área bruta: Calcular el esfuerzo de compresión del área bruta del espécimen como sigue:

$$\text{Esfuerzo de compresión del área bruta, MPa} = P \text{ max} / A_g \quad (8)$$

donde:

P max – carga, (N), y

A_g – área bruta del espécimen, mm²

9.6.3 Resistencia a la compresión del área neta corregida para especímenes cortados de muros de contención: Multiplique la fuerza de compresión del área neta calculada de cada espécimen por el factor de corrección de la relación altura a espesor de la tabla 1.

9.7 Espesor equivalente del tabique:El espesor equivalente del tabique de cada unidades igual a la suma de los espesores medidos de todos los tabiques en la unidad multiplicada por 12 y dividida por la longitud de la unidad.

NOTA 7: El espesor equivalente del tabique no se aplica a la porción de la unidad que se llenará con lechada. La longitud de esa porción se debe deducir de la longitud total de la unidad.

9.8 Espesor equivalente: El espesor equivalente para la albañilería de concreto se define como el espesor promedio del material sólido en la unidad y se calcula como sigue:

$$T_e, \text{ mm} = [V_n / (L \times H)] \quad (9)$$

donde:

T_e – espesor equivalente, mm,

V_n – volumen neto promedio de unidades enteras, mm³,

L – longitud promedio de las unidades enteras, mm, y

H – altura promedio de las unidades enteras, mm.

10. INFORME

10.1 Un informe completo incluirá lo siguiente:

10.1.1 La resistencia a la compresión del área bruta con aproximación a las 0,1 MPa por separado para cada espécimen y como el promedio para de especímenes según lo determinado por el apartado 9.6.1.

a) Para las unidades segmentadas de muros, reportar la resistencia a la compresión con aproximación a 0,1 MPa, la relación altura espesor, y la resistencia a la compresión corregida por separado para cada espécimen según lo determinado por el apartado 9.6. También, reportar la resistencia a la compresión del promedio corregida para el conjunto de tres especímenes.

10.1.2 La absorción y la densidad resultante por separado para cada unidad y como el promedio para las tres unidades según lo determinado por los apartados 9.1 y 9.3. También, en caso sea necesario, reportar la razón de la reducción de medida de los especímenes utilizados en el ensayo de absorción.

10.1.3 El ancho, la altura, y la longitud promedios de cada espécimen según lo determinado por el apartado 6.3.2.

10.1.4 El espesor mínimo de la pared lateral del bloque como promedio de las medidas en cada uno de los tres especímenes según lo determinado en el apartado 6.3.2.

10.1.5 El espesor mínimo del tabique como promedio del espesor mínimo del tabique registrado para cada uno de tres especímenes según lo determinado en el apartado 6.3.2.

10.1.6 El espesor equivalente del tabique como promedio de tres especímenes según lo determinado por el apartado 9.7.

10.1.7 El espesor equivalente como promedio de tres especímenes según lo determinado en el apartado 9.8 cuando sea requerido.

El contenido de humedad como promedio de tres especímenes según lo determinado en el apartado 9.2 cuando sea requerido.

11. ANTECEDENTE

ASTM C 140:1997	Standard test methods of sampling and testing concrete masonry units
-----------------	--

ANEXO 09: PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen 01: Entrada de la planta termoeléctrica de Engie.



Imagen 02: Acarreo de residuos de ceniza de la planta termoeléctrica de Engie.



Imagen 03: Acarreo de agregado fino y grueso de la cantera.



Imagen 04: Acarreo de agregado fino y grueso de la cantera.



Imagen 05: Tamices para análisis de la granulometría del agregado.



Imagen 09: Análisis, granulometría de agregados.



Imagen 07: Muestras de Ladrillos con dosificación patrón y dosificaciones experimentales.



Imagen 08: Muestras de Ladrillos con dosificación patrón y dosificaciones experimentales.



Imagen 09: Toma de datos de unidad de albañilería.



Imagen 09: Muestra 03 de Ladrillo para ensayo de variación dimensional



Imagen 10: Muestras Patrón para ensayo de compresión.



Imagen 11: Ensayo de compresión de unidades de albañilería.

ANEXO 10: OTROS DOCUMENTOS

GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR SOCIEDAD ANONIMA CERRADA - GEOTECNIA Y PAVIMENTOS DEL SUR S.A.C. CAL. JORGE CHAVEZ MZA. S LOTE. 01 P.J. SAN FRANCISCO ALTURA DE ANTIGUA MUN. DE SAN FRANCISCO MOQUEGUA - MARISCAL NIETO - MOQUEGUA		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20532877947 E001-46			
Fecha de Vencimiento	:				
Fecha de Emisión	:	08/05/2021			
Señor(es)	:	LOPE SOSA CHRISTIAN			
RUC	:	10701629979			
Dirección del Cliente	:	A.H. NUEVO ILO MZA. 20 LOTE. 09 2 CDRAS ATRAS DEL GRIFO COPACABANA MOQUEGUA-ILO-ILO			
Tipo de Moneda	:	SOLES			
Observación	:				
Cantidad	Unidad	Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER
1.00		UNIDAD	*ENSAYOS:GRANULOMETRIA,DISEÑO DE MEZCLAS,ENSAYOS DE CALIDAD SEGUN LOS SIGUIENTES INDICADORES:(RESISTENCIA A LA COMPRESION,RESISTENCIA A LA FLEXO-TRACCION,ALABEO,VARIABILIDAD,SUCCION,DENSIDAD ,ABSORCION,COEF. DE SAT.,EFLORESCENCIA) *INFORME TECNICO	2330.51	0.00
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas :		S/ 0.00			
SON: DOS MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y 00/100 SOLES					
				Sub Total Ventas : S/ 2,330.51 Anticipos : S/ 0.00 Descuentos : S/ 0.00 Valor Venta : S/ 2,330.51 ISC : S/ 0.00 IGV : S/ 419.49 ICBPER : S/ 0.00 Otros Cargos : S/ 0.00 Otros Tributos : S/ 0.00 Monto de redondeo : S/ 0.00 Importe Total : S/ 2,750.00	
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>					

Cantidad		Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD		COMPOSICIÓN QUÍMICA EN MUESTRA DE CENIZA	700.00	0.00	826.00	0.00
Otros Cargos :							S/0.00
Otros :							S/0.00
Tributos :							S/0.00
ICBPER :							S/ 0.00
Importe Total :							S/826.00
SON: OCHOCIENTOS VEINTISEIS Y 00/100 SOLES							
(*) Sin impuestos.							
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.							
Op. Gravada :							S/ 700.00
Op. Exonerada :							S/ 0.00
Op. Inafecta :							S/ 0.00
ISC :							S/ 0.00
IGV :							S/ 126.00
ICBPER :							S/ 0.00
Otros Cargos :							S/ 0.00
Otros Tributos :							S/ 0.00
Monto de Redondeo :							S/ 0.00
Importe Total :							S/ 826.00
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.							

ANEXO 11: PANTALLAZO TURNITIN



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Mejoramiento de Unidades de Albañilería de concreto Adicionando residuos de Cenizas Volantes en la Ciudad de Ilo – 2021"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:
Br. Lope Sosa, Christian
<https://orcid.org/0000-0003-2870-4301>

ASESOR:
Dr. Ing. Luis Alberto Vargas Chacaltana
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ
2021

Resumen de coincidencias

22 %

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %	>
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2 %	>
3	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %	>
5	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
6	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
7	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>
8	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %	>
9	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1 %	>