



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos
adicionando escorias de acero para uso clasificado
en edificaciones de interés social Ate 2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Yantas Rivera, Roberto Michael (orcid.org/0000-0002-4283-6418)

ASESOR:

MSc. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (orcid.org/0000-0001-8625-3989)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2021

Dedicado a:

Mis padres Roberto y Esther por su gran amor, cariño, fe y respaldo incondicional.

Mis hermanos Micaela, Rogelio, Héctor y Cecilia por gran su apoyo.

Agradecimientos:

Al MSc. Ingeniero Aybar Arriola, Gustavo Adolfo amigo y asesor quien con sus constantes sugerencias se pudo cristalizar el proyecto de investigación generando con ello la tesis de grado.

Al Ingeniero MSc. Alfonso Cerna Vásquez jefe del Laboratorio de Prueba y Ensayo de Materiales de la UNALM amigo, asesor y guía en el proceso de la investigación y evaluación de resultados.

A todas aquellas personas que de una u otra forma brindaron parte de su tiempo para que este proyecto pueda ser publicado.

Índice de contenidos

Dedicado a	1
Agradecimientos.....	2
Índice de contenidos	3
Índice de tablas	4
Índice de figuras	7
Resumen.....	8
Abstract.....	9
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	13
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1 Tipo y diseño de investigación	18
3.2 Variables y operacionalización.....	18
3.3 Población, muestra y muestreo.....	18
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5 Procedimientos	20
3.6 Método del análisis de datos.....	21
3.7 Aspectos éticos	21
IV. RESULTADOS	22
V. DISCUSIÓN.....	68
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS.....	72
ANEXOS	77

Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de ladrillos con fines estructurales.	15
tabla 2. Restricciones en el uso de ladrillos con fines estructurales.	16
tabla 3. Resistencia a la compresión en la albañilería (kg/cm ²).	17
tabla 4. Condiciones para ladrillos de concreto.	17
tabla 5. Muestreo de juicio.	19
tabla 6. Técnicas, instrumentos y recolección de datos.	20
tabla 7. Análisis granulométrico de la arena muestra 1.	23
tabla 8. Análisis granulométrico de la arena muestra 2.	24
tabla 9. Determinación del pe y el %a la arena muestra 1.	25
tabla 10. Determinación del pe y el %a de la arena muestra 2	26
tabla 11. Peso volumétrico de la arena muestra 1.	27
tabla 12. Peso volumétrico de la arena muestra 2.	27
tabla 13. Determinación del %h de la arena muestra 1.	28
tabla 14. Determinación del %h de la arena muestra 2.	28
tabla 15. Caracterización del agregado fino.	29
tabla 16. Elementos y compuestos químicos de la escoria de acero	29
tabla 17. Propiedades de la escoria de acero.	30
tabla 18. Análisis granulométrico de la escoria de acero muestra 1.	31
tabla 19. Análisis granulométrico de la escoria de acero muestra 2.	31
tabla 20. Determinación del %h de la escoria de acero muestra 1.	32
tabla 21. Determinación del %h de la escoria de acero muestra 2.	33
tabla 22. Determinación del peso volumétrico de la escoria de acero muestra 1.	33
tabla 23. Determinación del peso volumétrico de la escoria de acero muestra 2	34
tabla 24. determinación del pe y el %a de la escoria de acero muestra1	35
tabla 25. Determinación del pe y el %a de la escoria de acero muestra 2	35
tabla 26. Caracterización de la escoria de acero.	36
tabla 27. Proporción al 0% de escoria 3 días de edad.	38
tabla 28. Proporción al 15% de escoria 3 días de edad.	38
tabla 29. Proporción al 25% de escoria 3 días de edad.	39
tabla 30. Proporción al 35% de escoria 3 días de edad.	39
tabla 31. Proporción al 50% de escoria 3 días de edad.	40

tabla 32. Proporción al 75% de escoria 3 días de edad.	40
tabla 33. Proporción al 0% de escoria 7 días de edad.	41
tabla 34. Proporción al 15% de escoria 7 días de edad.	42
tabla 35. Proporción al 25% de escoria 7 días de edad.	42
tabla 36. Proporción al 35% de escoria 7 días de edad.	43
tabla 37. Proporción al 50% de escoria 7 días de edad.	43
tabla 38. Proporción al 75% de escoria 7 días de edad.	44
tabla 39. Proporción al 0% de escoria 28 días de edad.	45
tabla 40. Proporción al 15% de escoria 28 días de edad.	45
tabla 41. Proporción al 25% de escoria 28 días de edad.	46
tabla 42. Proporción al 35% de escoria 28 días de edad.	46
tabla 43. Proporción al 50% de escoria 28 días de edad.	47
tabla 44. Proporción al 75% de escoria 28 días de edad.	47
tabla 45. Evolución temporal de la resistencia a la compresión	48
tabla 46. Dosificación en volumen al 40% de escoria.	50
tabla 47. Dosificación en peso al 40% de escoria	50
tabla 48. Dosificación en volumen al 75% de escoria.	50
tabla 49. Dosificación en peso al 75% de escoria	50
tabla 50. Variación dimensional patrón.	52
tabla 51. Variación dimensional al 40% de escoria de acero.	52
tabla 52. Variación dimensional al 75% de escoria de acero	53
tabla 53. Ensayo de albeo.	54
tabla 54. Ensayo de densidad ladrillo patrón.	54
tabla 55. Ensayo de densidad al 40% de escoria.	55
tabla 56. Ensayo de densidad al 75% de escoria.	55
tabla 57. Ensayo de absorción máxima en ladrillos patrón.	56
tabla 58. Ensayo de absorción máxima en ladrillos al 40% de escoria.	56
tabla 59. Ensayo de absorción máxima en ladrillos al 75% de escoria.	56
tabla 60. Ensayo de porcentaje de vacíos.	57
tabla 61. Ensayo a la resistencia a la compresión ladrillo patrón.	58
tabla 62. Ensayo a la compresión ladrillo al 40% de escoria.	59
tabla 63. Ensayo a la compresión ladrillo al 75% de escoria.	60
tabla 64. Ensayo de la resistencia a la compresión por pila patrón.	61

tabla 65. Ensayo de compresión por pila al 40% de escoria	62
tabla 66. Ensayo de compresión por pila al 75% de escoria	63
tabla 67. Prueba de normalidad	64
tabla 68. Prueba t hipótesis general	65
tabla 69. Prueba t hipótesis específica	65
tabla 70. Prueba t hipótesis específica.	66

Índice de figuras

Figura 1. Curva granulométrica de la arena muestra 1	23
figura 2. Curva granulométrica de la arena muestra 2.	24
figura 3. Escoria de acero.....	30
figura 4. Curva granulométrica de la escoria de acero muestra 1	31
figura 5. Curva granulométrica de la escoria de acero muestra 2	32
figura 6. Molde metálico.	36
figura 7. Comparación de los ensayos de la resistencia compresión a 3 días.	41
figura 8. Comparación de los ensayos de la resistencia a la compresión 7 días..	44
figura 9. Comparación de los ensayos a la resistencia a la compresión a 28 días.	48
figura 10. Evolución temporal de la resistencia a la compresión.	49
figura 11. Comparación de variaciones dimensionales.	53
figura 12. Comparación de densidades.	55
figura 13. Comparación del porcentaje de absorción.	57
figura 14. Comparación del ladrillo patrón.	58
figura 15. Comparación del ladrillo al 40% de escoria.....	59
figura 16. Comparación del ladrillo al 75% de escoria.....	60
figura 17. Comparación de resistencia a la compresión pila patrón.	61
figura 18. Comparación de resistencia a la compresión pila al 40% de escoria..	62
figura 19. Comparación de resistencia a la compresión pila al 75% de escoria..	63

Resumen

El presente trabajo de investigación de tipo experimental titulado: Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionando escorias de acero para su uso clasificado en edificaciones de interés social Ate 2021, propone la utilización de la escoria de acero proveniente de la Planta Pisco de la Corporación Aceros Arequipa CAASA ubicada en el desierto de Paracas Ica, en la elaboración de ladrillos de concreto. La viabilidad de la utilización de la escoria como reemplazo en forma porcentual al agregado fino en la elaboración de ladrillos a base de mortero es el estudio de esta investigación que tiene como objetivo principal la evaluación de las propiedades mecánicas de ladrillos con escoria de acero para su clasificación en edificaciones de interés social; se mencionan trabajos similares de origen internacional y nacional aplicando escoria de diverso origen en la elaboración de concreto de alta resistencia, como árido en la elaboración de terraplenes y en la elaboración de ladrillos.

Los resultados de los materiales ensayados fueron realizados en el Laboratorio de Prueba y Ensayo de Materiales de la UNALM; donde el diseño de mezcla para la elaboración de los ladrillos fue de manera empírica con aproximaciones sucesivas manteniendo constante la relación agua/cemento concluyendo con ladrillos tipo IV para el diseño de mezcla patrón; ladrillos tipo III y ladrillos sin clasificación según el Reglamento Nacional de Edificaciones al 40% y 75% respectivamente en reemplazo de la escoria de acero al agregado fino, además se obtuvo en todos los casos porcentajes de absorción por debajo de un ladrillo de arcilla y propiedades físicas que se encuentran dentro de los parámetros establecidos por las normas peruanas.

Palabras clave: Escoria de acero, ladrillos tipo III, ladrillos tipo IV, elaboración de ladrillos.

Abstract

This experimental research work entitled: Evaluation of mechanical properties in bricks adding steel slag for classified use in buildings of social interest Ate 2021, proposes the use of steel slag from the Pisco Plant of the Aceros Arequipa Corporation CAASA located in the Paracas Ica desert, which is currently considered a steelmaking environmental liability, in the elaboration of concrete masonry units. The feasibility of using slag as a percentage replacement for fine aggregate in the preparation of mortar-based bricks is the study of this research whose main objective is to evaluate the mechanical properties of bricks with steel slag for its classification in buildings of social interest; Similar works of international and national origin are mentioned applying slag of diverse origin in the elaboration of high-resistance concrete, as aggregate in the elaboration of embankments and in the elaboration of bricks.

The results of the materials tested were carried out in the Materials Testing and Testing Laboratory of the Universidad Nacional Agraria La Molina; where the mixture design for the elaboration of the bricks was empirically with successive approximations keeping the water / cement ratio constant, concluding with type IV bricks for the standard mixture design without replacement of steel slag, type III bricks and unclassified bricks According to the National Building Regulations at 40% and 75% respectively in replacement of the fine aggregate steel slag, in addition, absorption percentages below a clay brick and physical properties were obtained in all cases which are within the parameters established by Peruvian standards.

Keywords: Steel slag, type III bricks, type IV bricks, brick making.

I. INTRODUCCIÓN

El incremento de la población produjo el crecimiento de las ciudades y con ello el desarrollo de las industrias alrededor de ellas, lo cual generó la demanda de acero en el Perú. A pesar de las dificultades económicas, la productividad y la posterior compra del acero en el Perú ha mostrado un incremento continuo.

Uno de los problemas ambientales en la producción metalúrgica, es la disposición de los residuos, siendo las escorias su principal residuo; estas escorias no son otra cosa que un producto derivado en la fabricación de los aceros y otras aleaciones metálicas (Bogachkov, 2001). Por tanto, resulta fundamental, estudiar alternativas que permitan el uso o reciclado de estos residuos. Según Mesa (2000), la escoria de acero se usa en muchos países como árido para hormigón y morteros, además como añadidura al cemento.

Según Drissen et al (2009), la escoria se puede reciclar de diversas formas o reutilizar en la industria del acero, sin embargo, en Europa específicamente en Alemania es mayoritario su uso en la construcción de caminos. En España también hay reportes del empleo de escorias en capas de rodadura de pavimentos bituminosos y como material de terraplén, sub bases y bases de carreteras (IHOBE, 1999).

Considerando una de las principales necesidades humanas el lugar donde habitar, lo cual conlleva a la construcción de una vivienda, se plantea la necesidad de optar diferentes agregados a los convencionales para disminuir la huella de carbono de los habitantes, es por ello que se considera generar alternativas para el diseño, elaboración y evaluación de las propiedades mecánicas de los ladrillos con adición de escoria de acero para poder clasificarlas según las normativas peruanas.

En el Perú el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE – 2019) en su versión 2019 establece las peculiaridades generales de los ladrillos, considerando su análisis como también su diseño estructural tanto de elementos de concreto armado y muros de albañilería, con lo cual genera la posibilidad del uso de los agregados tipo escorias para su elaboración.

Una de las dificultades presentadas en la investigación es la falta de experiencias documentadas en el empleo de escorias de acero para elaborar ladrillos de concreto, así que difícilmente se pueden adoptar parámetros de diseño o establecer el comportamiento a largo plazo de estos materiales. Bajo este panorama considero necesario desarrollar una investigación que permita establecer parámetros de compresibilidad a las unidades de albañilería producidas con las escorias en la producción del acero, ya que se trata de un material con características especiales, distintas a los agregados típicos en la construcción.

Proponiendo el **problema general** a partir de la interrogante: ¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los ladrillos con adición de escoria de acero para su clasificación en edificaciones de interés social Ate 2021?, y los siguientes **problemas específicos**: ¿Cuál será la dosificación óptima de las combinaciones de escoria de acero con el cemento portland para determinar la resistencia a la compresibilidad de los ladrillos? , y ¿En qué medida las características de la escoria de acero influyen en las propiedades mecánicas del ladrillo?.

El estudio está justificado a partir de la evaluación de las propiedades mecánicas de los ladrillos con adición de escoria de acero para su uso clasificado en edificaciones sociales ya que está orientado a mejorar los ladrillos, específicamente los de concreto, y así obtener un ladrillo que cumpla la Norma E.070 de Albañilería, a la vez, considerando también la importancia de promover las buenas prácticas constructivas y la aplicación del Reglamento Nacional de Edificaciones evitando riesgos innecesarios ya sea por movimientos telúricos o fenómenos naturales destructivos, y de manera complementaria, reducir la marginalidad y la precariedad de muchas edificaciones logrando minimizar la huella de carbono de sus habitantes.

El **objetivo general** es evaluar las propiedades mecánicas de los ladrillos con escoria de acero clasificando su uso en edificaciones de interés social, además de los siguientes **objetivos específicos**: Determinar la dosificación óptima de las combinaciones de escoria de acero en reemplazo al agregado fino con el cemento portland para clasificar su uso en edificaciones de interés social; como también el de estimar las características de las escorias acero y su influencia en

las propiedades mecánicas del ladrillo para su clasificación en edificaciones de interés social.

Generando con ello la siguiente **hipótesis general**: Evaluando adecuadamente las propiedades mecánicas de ladrillos con adición de escoria de acero se podrá clasificar su uso en edificaciones de interés social; y las siguientes **hipótesis específicas**: La dosis optima es del 40% para la combinación de escorias de acero en reemplazo al agregado fino con el cemento portland para determinar la resistencia a la compresibilidad de los ladrillos y clasificar su uso en edificaciones de interés social; además que las características de las escorias de acero refuerzan las propiedades mecánicas del ladrillo para su clasificación en edificaciones de interés social.

II. MARCO TEÓRICO

En España, González (2015) en la tesis titulada: Comportamiento y diseño de hormigones estructurales con áridos siderúrgicos EAF, la cual fue elaborada en la Universidad Politécnica de Cataluña, tuvo como principal **objetivo** la evaluación de la posibilidad de fabricar hormigones estructurales con protección radiológica, sustituyendo la totalidad del árido grueso y el 80% del árido fino con áridos siderúrgicos, donde **concluyo** que el ensayo de la resistencia a la compresión para los hormigones con áridos siderúrgicos superan el valor de la resistencia de diseño (30MPa) obteniendo resistencias que van de 45 a 50MPa siendo estos valores superiores a de los hormigones con áridos baríticos en un 25%, pero no habiendo mucha diferencia con los valores de los hormigones convencionales ($\pm 5\%$).

En España, Pérez (2015) en la tesis titulada: Estudio de la durabilidad del hormigón con áridos siderúrgicos de horno de arco eléctrico, elaborada en la Universidad Politécnica de Cataluña, tuvo como **objetivo** el análisis de los efectos de la duración de los hormigones fabricados con áridos siderúrgicos, principalmente las escorias de acero, en sustitución al 100% de áridos usuales para su utilización como valor añadido al árido siderúrgico, donde el autor **concluye** que a través del ensayo de hielo y deshielo que determina la degradación de los hormigones, los hormigones con áridos siderúrgicos mantienen su integridad estructural y requisitos de durabilidad.

En Ecuador, Cuásquer y Altamirano (2015) en la tesis titulada, Evaluación del uso de escorias de acero en la producción de hormigón, elaborada en la Universidad de Fuerzas Armadas – ESPE Ecuador, tuvo como **objetivo** proponer la utilidad de agregar escorias negras de acería, procedentes de los hornos de fundición como agregado fino, en la dosificación y producción de hormigón hidráulico de tal manera que se innove como un material provechoso en proyectos sostenibles a futuro y así contribuir con la reducción del impacto ambiental. Los autores **demuestran** que al ir reemplazando el agregado fino por escoria de acero en un porcentaje de 10% y 20%, este no cumple con el huso granulométrico que norma en ese país, en cambio, usando la escoria sola si llega

a cumplir. De esto se obtuvo que el hormigón hidráulico con escoria de acero presenta un aumento del 33.17% en la resistencia a la compresión, 26.77% en la resistencia a la flexión, 26.87% en el módulo de elasticidad, 39.72% en la resistencia a la tracción, todo esto comparado con el hormigón hidráulico elaborado con materiales convencionales.

En el Perú, Pérez (2016) en la tesis titulada Comportamiento físico mecánico del ladrillo de concreto tipo IV, elaborada en la Universidad Nacional Agraria La Molina, tuvo como **objetivo** la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos diseñados en el laboratorio a base de concreto con 4 huecos, es así que se llegó a la **conclusión** que los ladrillos fabricados cumplen con los requisitos físicos mecánicos de la Norma Técnica E. 070 de Albañilería para ser clasificado como ladrillo tipo IV .

En el Perú, Espinoza y Pejerrey (2018) en la tesis titulada Propiedades mecánicas del ladrillo con escoria de acero para viviendas unifamiliares, San Juan de Lurigancho – 2018, elaborada en la Universidad César Vallejo, la tesis tuvo como **objetivo** la elaboración de unidades de albañilería usando la escoria como agregado fino para reutilizar este material sin uso definido en la construcción, llegando a la **conclusión** que la unidad de albañilería con escoria fabricado en el laboratorio cumple con los requisitos mecánicos establecidos según la Norma E.070 de Albañilería y fue clasificado como un ladrillo tipo IV. La resistencia a compresión por unidad al 30% de escoria se obtuvo en promedio el valor de 138.68 kg/cm² superando la resistencia mínima establecido en la Norma E.070.

En el Perú, Corcuera y Vera (2018) en la tesis titulada Impacto en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, Trujillo – 2018, elaborada en la Universidad Privada del Norte, cuyo **objetivo** fue la determinación del efecto causado en la resistencia a la compresión y la permeabilidad del concreto con sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, es así que se llegó a la **conclusión** que el impacto de la sustitución del 50% de la piedra por ecogravilla de escoria genero un incremento del 12% en la resistencia a la

compresión y disminuye en 67% la permeabilidad del concreto elaborado con cemento tipo ICO. Además, en el concreto elaborado con cemento tipo V se generó un incremento del 25.60% en la resistencia a la compresión y disminuye en 59% la permeabilidad con respecto a un concreto patrón.

Además, se tomó como principal referencia la Norma E.070 del Reglamento Nacional de Edificaciones referente a la albañilería, donde en su primer capítulo se establecen las condiciones y requerimientos mínimos para analizar, diseñar, construir, controlar e inspeccionar edificaciones de albañilería (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2019, p. 558).

Las características de los ladrillos para el diseño estructural se encuentran propuestas en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de ladrillos con fines estructurales.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f_{cb} mínimo en Mpa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm		
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 P ⁽²⁾	± 7	± 6	± 8	8	2,0 (20)

Fuente: RNE Norma E.070 Albañilería (2019)

Sin embargo, el uso de la tabla anterior depende de la tabla 2. Referida a la zonificación sísmica, (Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente, 2003).

Tabla 2. Restricciones en el uso de ladrillos con fines estructurales.

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 el edificio
Sólido Artesanal	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí Celdas totalmente rellenas de grout	Sí Celdas parcialmente rellenas de grout	Sí Celdas parcialmente rellenas de grout
Hueca	No	No	Sí
Tubular	No	No	Sí, hasta dos pisos

Fuente: RNE, Norma E.070 Albañilería (2019)

Los ladrillos serán aceptados si cumplen las siguientes condiciones:

- La disociación será menor o igual al 20% para ladrillos industriales, o 40% para ladrillos artesanales.
- La absorción de los ladrillos de concreto será menor o igual al 12%.
- Los ladrillos no tendrán hendiduras o defectos similares que reduzcan su resistencia.
- Los ladrillos no tendrán manchas de salitre o material orgánico.

Lo anterior es propuesto por el RNE y fue considerado en la elaboración de los ladrillos a base de mortero hidráulico.

Los prismas fueron hechos con ladrillos unidos con mortero con una relación de 1 a 4 para el cemento y la arena, con un refrendado de yeso permitiendo corregir las irregularidades superficiales siendo ensayadas a los 28 días en la tabla 3 se observa la resistencia a la compresión características en la albañilería.

Tabla 3. Resistencia a la compresión en la albañilería (kg/cm²).

MATERIA PRIMA	DENOMINACIÓN	UNIDAD f_{cb}	PILAS f_m	MURETES v'_m
Arcilla	King Kong Artesanal	55	35	5.1
	King Kong Industrial	145	65	8.1
	Rejilla Industrial	215	85	9.2
Sílice - cal	King Kong Normal	160	110	9.7
	Dédalo	145	95	9.7
	Estándar y mecano	145	110	9.2
Concreto	Bloque Tipo P	50	74	8.6
		65	85	9.2
		75	95	9.7
		85	120	10.9

Fuente: RNE, Norma E.070 Albañilería (2019).

Los ladrillos tienen diferentes formas y tamaños, además, de acuerdo a su fabricación dependen exclusivamente al molde usado. De acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas 399.600, 399.601, 399.602, se diseña el ladrillo con cemento Portland, agua y agregados, considerando las siguientes dimensiones máximas de 29 cm de largo, 19 cm de ancho y 19 cm de alto.

En la tabla 4 se dan a conocer los requisitos de la resistencia a la compresión y el porcentaje de absorción de los ladrillos de concreto.

Tabla 4. Condiciones para ladrillos de concreto.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f_b mínimo en MPa sobre área bruta			ABSORCIÓN Máximo en % (Promedio de 3 unidades)
Tipo	Promedio de 3 unidades	Unidad individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

Fuente: NTP 399.601

Además, la variabilidad permitida en los tamaños no debe exceder de $\pm 3,2$ mm de las dimensiones estándar.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: Aplicada, se realizaron diferentes ensayos en el Laboratorio de Prueba y Ensayo de Materiales de la UNALM realizando comparaciones que generó las conclusiones propuestas en la investigación, según el Reglamento de RENACYT (2019), se direcciona a la determinación del conocimiento científico, para cubrir una necesidad específica (p. 2).

Diseño de la investigación: Experimental, según Hernández (2014) en el estudio se manipula una variable (antecedentes), para poder analizar las consecuencias que la manipulación (consecuentes), en situaciones controladas. (p. 129).

3.2 Variables y operacionalización

Según Hernández (2014), Una variable puede oscilar generando con esta variación su medición y de esa forma podrá ser contrastada. (p. 105).

Variable independiente: Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionados de escoria de acero.

Variable dependiente: Uso clasificado en edificaciones.

3.3 Población, muestra y muestreo

Población

Según Levin et al. (2010), la población son todos los elementos estudiados, acerca de los cuales sacaremos conclusiones. (p. 10).

La población considerada son 222 ladrillos, elaborados con escoria de acero según el rango de experimentación propuesto y ladrillos sin escoria que son denominados patrón.

Muestra

Según Navidi (2006), constituye un subconjunto de la población. (p. 3).

La muestra considerada en la tesis son los ladrillos elaborados a base de mortero con y sin adición de escoria de acero y las pilas que serán ensayados en el laboratorio.

Muestreo

Según Levin et al. (2010), en el muestreo de juicio, está en función al conocimiento y la opinión personal para la identificación de los elementos en la población. (p. 237).

En la tabla 5 se detalla el muestreo no aleatorio o muestreo de juicio tomado a la población de estudio.

Tabla 5. *Muestreo de juicio.*

Rango de experimentación	Ladrillo					Pilas (Número de ladrillos)	Total
	Variación en su dimensión	Absorción	Porcentaje de vacíos	Alabeo	Resistencia a la compresión		
0%	10	10	10	10	10	9	74
40%	10	10	10	10	10	9	74
75%	10	10	10	10	10	9	74

Fuente: Elaboración propia.

Unidad de análisis

Según Hernández (2014), indica los elementos que van a ser medidos o aquellos elementos que se aplicará el instrumento de medición. (p. 183).

La unidad de análisis en la presente tesis es el ladrillo con adición de escoria de acero, el cual deberá cumplir con los requisitos de la Norma E.070 de Albañilería.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández (2014), tomar datos conlleva la elaboración de un plan detallado de procesos que lleven a reunir datos con un fin. (p. 198).

Las técnicas, los instrumentos y la recolección de datos son detallados en la tabla 6.

Tabla 6. Técnicas, instrumentos y recolección de datos.

TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RECOLECCIÓN DE DATOS
Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.	Tamices de malla cuadrada (MTC E 107)	NTP 400.012:2013 (revisada el 2018), establece el método para la determinación de la distribución por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado
Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo.	Picnómetro, matraz taponado, balanza y horno de secado (MTC E 113)	NTP 339.131: 1999 (revisada el 2019), establece el método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de suelo.
Determinación de la masa por unidad de volumen o densidad (peso unitario) y los vacíos en los agregados.	Balanza, varilla compactadora y vibrador interno (MTC E 714)	NTP 400.017: 2020 establece la determinación de la densidad aparente (peso unitario) del agregado en condición suelta o compactada, y calcula el vacío entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos basados en la misma determinación.
Variabilidad dimensional en unidades de albañilería.	Regla graduada, calibre Vernier (pie de rey).	NTP 331.017 (revisada el 2015) establece los requisitos que deben cumplir los ladrillos destinados para uso de albañilería estructural y no estructural donde la apariencia externa no es un requerimiento.
Métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto (alabeo).	Regla graduada, calibre Vernier (pie de rey), horno de secado.	NTP 399.604: 2002 (revisado el 2015) 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.
Método de ensayo para la determinación de la resistencia en compresión de prismas de albañilería.	Máquina universal de compresión de placa.	NTP 399.605: 2018 establece los procedimientos para la fabricación y ensayo de prismas de albañilería, y los cálculos para determinar la resistencia en compresión, utilizada para determinar el cumplimiento con la resistencia a la compresión especificada para la albañilería.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Procedimientos

Según Melinkoff (1990), los procedimientos consisten en describir en forma detallada las actividades a seguir en un proceso, por medio del cual se asegura la disminución de desaciertos. (p. 28).

Los ladrillos deben cumplir con los requerimientos básicos especificados en la Norma E. 070 de Albañilería; a estas se les efectuaron las pruebas de

variación de dimensional, alabeo, compresión y absorción según la NTP 399.604: 2002 (revisado el 2015).

Las pilas fueron armados con 3 ladrillos asentados uno a uno con mortero y ensayadas a compresión axial a la edad de 28 días; las pilas fueron construidas bajo el control de alineamiento horizontal mediante un cordón, su altura con el escantillón y la verticalidad con un nivel y plomada; los ensayos de compresión se efectuaron bajo el procedimiento que se encuentra establecido en NTP 399.605: 2018.

3.6 Método del análisis de datos

Según Navidi (2006), es inferir respecto de una población por medio del estudio de una muestra. (p. 1).

Los datos analizados en la presente tesis se realizaron mediante la estadística descriptiva realizando medidas de tendencia central y medidas de variabilidad con los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

3.7 Aspectos éticos

Según Smith (2012), ... es la agrupación de valores que se fijan para discernir el bien y del mal. La ética indica la práctica de la acción correcta y el bien común. (p. 8)

El autor de la tesis respeta la norma ISO 690 (Organización Internacional de Normalización) que proporciona las directivas básicas para la preparación de referencias bibliográfica.

El autor de la tesis es responsable de la autenticidad de los resultados y la confiabilidad de los mismos obtenidos por los instrumentos en cada uno de los ensayos considerando las Normas Técnicas Peruanas detalladas en la tabla 6 y la Norma E. 070 de Albañilería.

IV. RESULTADOS

Para el proceso de dosificación es necesario conocer la caracterización del agregado fino y la escoria de acero por lo cual se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico.
- Peso específico.
- Absorción.
- Peso unitario.
- Porcentaje de humedad.

a. Análisis granulométrico

La granulometría nos da a conocer la manejabilidad, la demanda de agua, la compacidad y la resistencia mecánica del concreto (Huincho, 2011). Además, nos permite determinar el módulo de fineza para el agregado fino.

Los resultados del análisis granulométrico son:

- Módulo de fineza es un número adimensional que indica que tan grandes o pequeñas son las partículas de la arena esta es calculada sumando los porcentajes acumulados retenidos entre las mallas N° 3/8, 4, 8, 16, 30,50 y 100 y posteriormente ser dividido entre 100. Según la NTP 400.037 (2002), la variación recomendable estará entre 2.3 y 3.1.
- Husos o límites granulométricos son series normalizadas que producen unas curvas límites del porcentaje que pasa para agregados finos y gruesos; se sugiere que los agregados se deben encontrar dentro de los límites para poder ser usados (Gamboa, 2005).

Análisis granulométrico

En la tabla 7 y 8 se observa el análisis de la granulometría de las muestras de arena provenientes de la cantera de Huachipa y en las figuras 1 y 2 los respectivos husos granulométricos.

Tabla 7. Análisis granulométrico de la arena muestra 1.

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	14.30	3.02	3.02	96.98
Nº 8	2.360	65.30	13.78	16.79	83.21
Nº 16	1.180	114.70	24.20	40.99	59.01
Nº 30	0.580	91.50	19.30	60.30	39.70
Nº 50	0.300	95.30	20.11	80.40	19.60
Nº 100	0.150	64.30	13.57	93.97	6.03
FONDO		28.60	6.03	100.00	0.00
TOTAL		474.00			

Fuente: Elaboración propia.

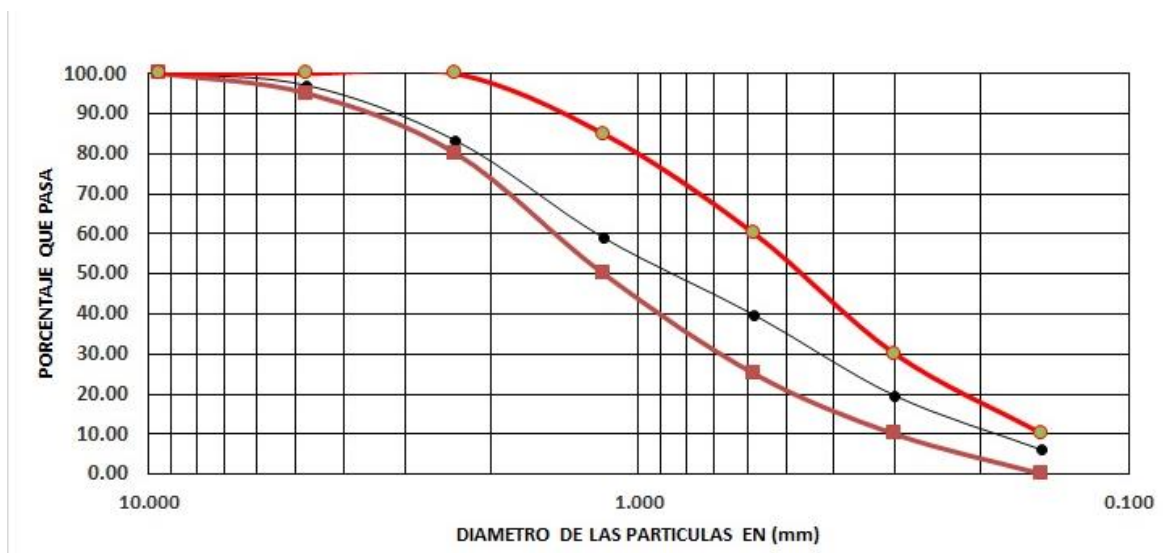


Figura 1. Curva granulométrica de la arena muestra 1

Tabla 8. Análisis granulométrico de la arena muestra 2.

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	18.50	3.80	3.80	96.20
Nº 8	2.360	70.20	14.41	18.21	81.79
Nº 16	1.180	118.20	24.27	42.48	57.52
Nº 30	0.580	93.70	19.24	61.72	38.28
Nº 50	0.300	96.30	19.77	81.50	18.50
Nº 100	0.150	60.80	12.48	93.98	6.02
FONDO		29.30	6.02	100.00	0.00
TOTAL		487.00			

Fuente: Elaboración propia.

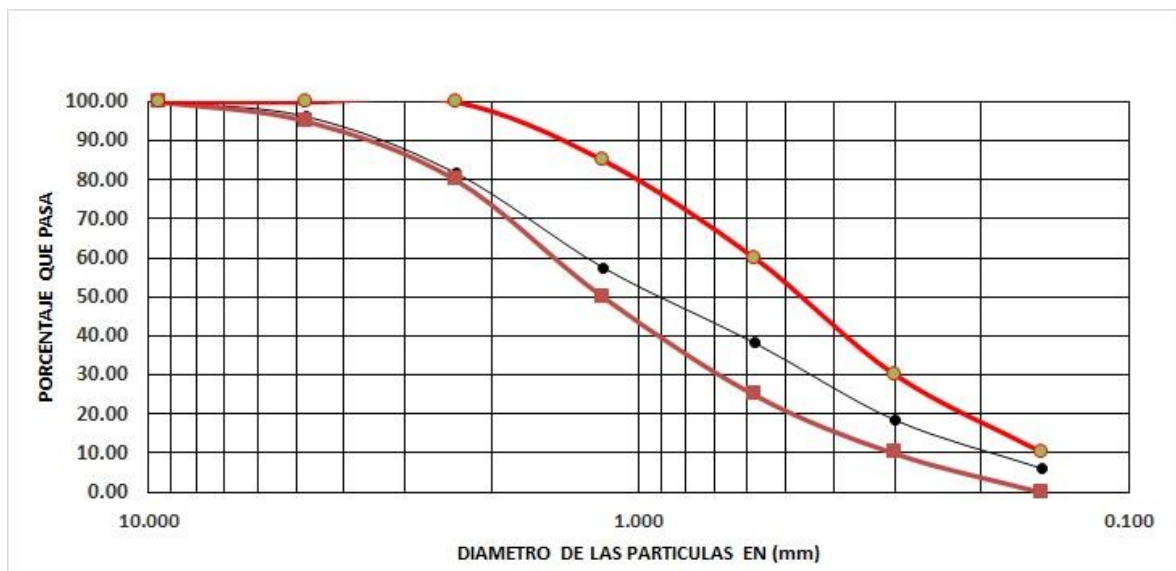


Figura 2. Curva granulométrica de la arena muestra 2.

El ensayo de granulometría fue realizado a la arena proveniente de la cantera de Huachipa a dos muestras de 474.00 g y 487.00 g hallando un módulo de finura de 2.95 y 3.02 los cuales se encuentran dentro de los límites granulométricos requeridos.

b. Peso específico y porcentaje de absorción

Un indicador de calidad se deriva de la obtención del peso específico donde valores elevados corresponden a materiales de buena calidad, mientras que los valores bajos son asociados a agregados absorbentes y débiles (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

El porcentaje de absorción es la propiedad que tienen los agregados de atrapar las moléculas de agua y su influencia radica en la cantidad de agua usado en el concreto con lo cual varían sus características (Huincho, 2011).

Análisis del peso específico y el porcentaje de absorción

En la tabla 9 y 10 se muestra el peso específico (Pe) y el porcentaje de absorción (%A) de la arena.

Tabla 9. Determinación del Pe y el %A la arena muestra 1.

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$Pe_{SSS} = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	488.8	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	639.6	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	950.5	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	2.64
Pe =	2.58
% A =	2.29

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Determinación del Pe y el %A de la arena muestra 2

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION
NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	484.9	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	695.5	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	1005.4	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	2.63
Pe =	2.55
% A =	3.11

Fuente: Elaboración propia.

El ensayo fue realizado a dos muestras de 488.8g y 484.9g generando pesos específicos de 2.58 y 2.55 respectivamente además de un porcentaje absorción del 2.29 y 3.11 respectivamente.

c. Peso volumétrico

Este valor del peso unitario será requerido cuando se clasifiquen los agregados como ligeros o pesado, estos varían de acuerdo a la forma, granulometría, tamaño máximo. (Chumpitaz, 1995).

Análisis del peso volumétrico.

En la tabla 11 y 12 se muestra la determinación del peso volumétrico de la arena.

Tabla 11. *Peso volumétrico de la arena muestra 1.*

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M : Peso del material suelto	3.491	kg.
V _r : Volumen del recipiente	0.0029	m ³
$\gamma_s(A.F.) =$: Peso volumetrico suelto	kg/m ³	

$\gamma_s(A.F.) =$	1203.79
--------------------	---------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. *Peso volumétrico de la arena muestra 2.*

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M : Peso del material suelto	3.670	kg.
V _r : Volumen del recipiente	0.00279	m ³
$\gamma_s(A.F.) =$: Peso volumetrico suelto	kg/m ³	

$\gamma_s(A.F.) =$	1315.30
--------------------	---------

Fuente: Elaboración propia.

El ensayo fue realizado en dos volúmenes distintos de cuyos recipientes se encuentran normados de 3.491 kg y 3.670 kg respectivamente generando 1203.79 kg/m³ y 1315.30 kg/m³ para cada una de las muestras.

d. Porcentaje de humedad

Mide el porcentaje de agua que es retenida por las partículas de arena variando en función del tiempo (Millones, 2008).

Análisis del porcentaje de humedad

En la tabla 13 y 14 se muestra la determinación del porcentaje de humedad (%H) de la arena.

Tabla 13. Determinación del %H de la arena muestra 1.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

% H : humedad natural
Ph : peso humedo 431.9 gr.
Ps : peso seco 423.9 gr.

% H (A.F.) =	1.89
--------------	------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Determinación del %H de la arena muestra 2.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

% H : humedad natural
Ph : peso humedo 511.9 gr.
Ps : peso seco 500.6 gr.

% H (A.F.) =	2.26
--------------	------

Fuente: Elaboración propia.

El ensayo fue realizado en dos muestras húmedas de 431.9g y 511.9g generando porcentajes de humedad de 1.89% y 2.26% respectivamente.

Caracterización del agregado fino

El agregado fino proviene de la cantera de Huachipa, esta fue seleccionada por su fácil disponibilidad. A partir de los ensayos realizados se toman los valores medios para la caracterización de la arena los cuales son detallados en la tabla 15.

Tabla 15. Caracterización del agregado fino.

AGREGADO FINO	
Peso saturado con superficie seca (PeSSS)	2.64
Peso específico (Pe)	2.57
% Absorción (%A)	2.70
Peso volumétrico suelto (γs) g/cm ³	1.26
Contenido de humedad (%H)	2.08
Módulo de finura	2.99

Fuente: Elaboración propia.

La composición química de la escoria, depende en gran medida del tipo de desecho metálico utilizado y el control de sus procesos operativos, los siguientes valores propuestos por Tejada et al (2008) son indicados en la Tabla 16.

Tabla 16. Elementos y compuestos químicos de la escoria de acero

ELEMENTOS COMPUESTOS	CONTENIDO	
	%	Oz/Tonelada
Cu	10,68	-
Fe	42,4	-
Fe ₃ O ₄	19,70	-
SiO ₂	19,74	-
Al ₂ O ₃	5,04	-
CaO	1,38	-
CuO	0,25	-
MgO	0,06	-
S	3,52	-
Ag	-	0,81
Au	-	Tr

Fuente: Tejada et al (2008).

La tabla 17, propuesta por Manso et al (2004) presenta algunas características físicas de las escorias de acero.

Tabla 17. *Propiedades de la escoria de acero.*

Propiedad	Árido grueso	Árido fino
Tamaño (mm)	4,76-25,0	0-4,76
Densidad aparente (Mg/m ³)	3,35	3,70
Absorción (%)	3,29	2,84
Porosidad (%)	10,5	-
Desgaste de Los Ángeles (%)	≈20	-

Fuente: Manso et ad, 2004.

Análisis a la escoria de acero

La escoria de acero proviene de la planta Pisco de la Corporación Aceros Arequipa sociedad anónima (CAASA), esta fue donada para el presente trabajo de grado. Los ensayos de granulometría, el porcentaje de humedad, el peso volumétrico, el peso específico y el porcentaje de absorción son presentados a continuación.



Figura 3. Escoria de acero.

- **Análisis granulométrico**

En la tabla 18 y 19 se observa el análisis de la granulometría a la escoria de acero y en las figuras 4 y 5 sus respectivos husos granulométricos.

Tabla 18. Análisis granulométrico de la escoria de acero muestra 1.

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	8.40	1.84	1.84	98.16
Nº 8	2.360	67.30	14.78	16.63	83.37
Nº 16	1.180	87.80	19.28	35.91	64.09
Nº 30	0.580	79.00	17.35	53.26	46.74
Nº 50	0.300	102.40	22.49	75.75	24.25
Nº 100	0.150	85.30	18.73	94.49	5.51
FONDO		25.10	5.51	100.00	0.00
TOTAL		455.30			

Fuente: Elaboración propia.

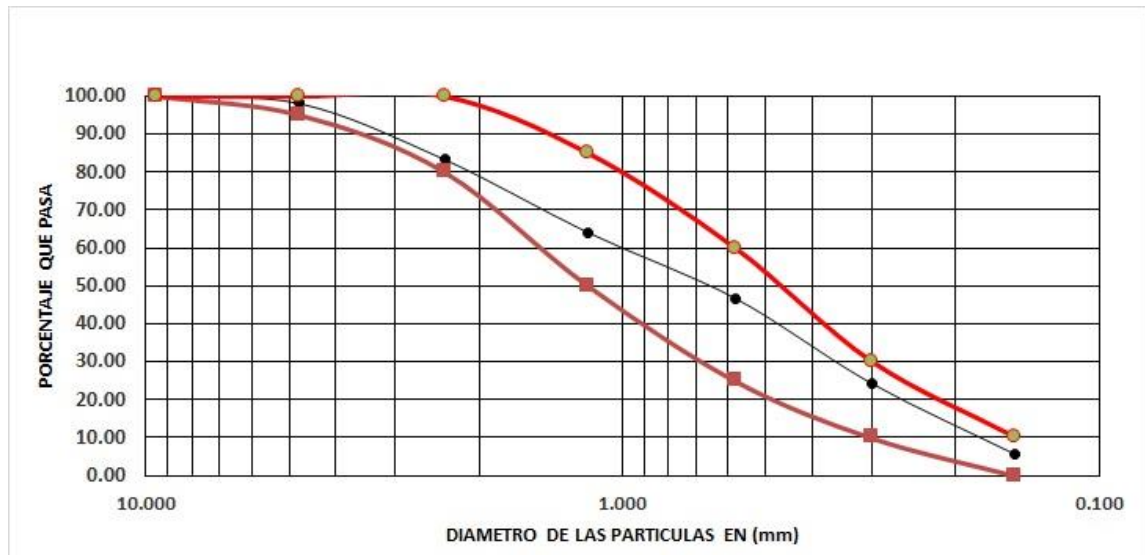


Figura 4. Curva granulométrica de la escoria de acero muestra 1

Tabla 19. Análisis granulométrico de la escoria de acero muestra 2.

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	18.40	4.59	4.59	95.41
Nº 8	2.360	65.00	16.23	20.82	79.18
Nº 16	1.180	90.90	22.70	43.52	56.48
Nº 30	0.580	63.00	15.73	59.25	40.75
Nº 50	0.300	52.90	13.21	72.46	27.54
Nº 100	0.150	82.70	20.65	93.11	6.89
FONDO		27.60	6.89	100.00	0.00
TOTAL		400.50			

Fuente: Elaboración propia.

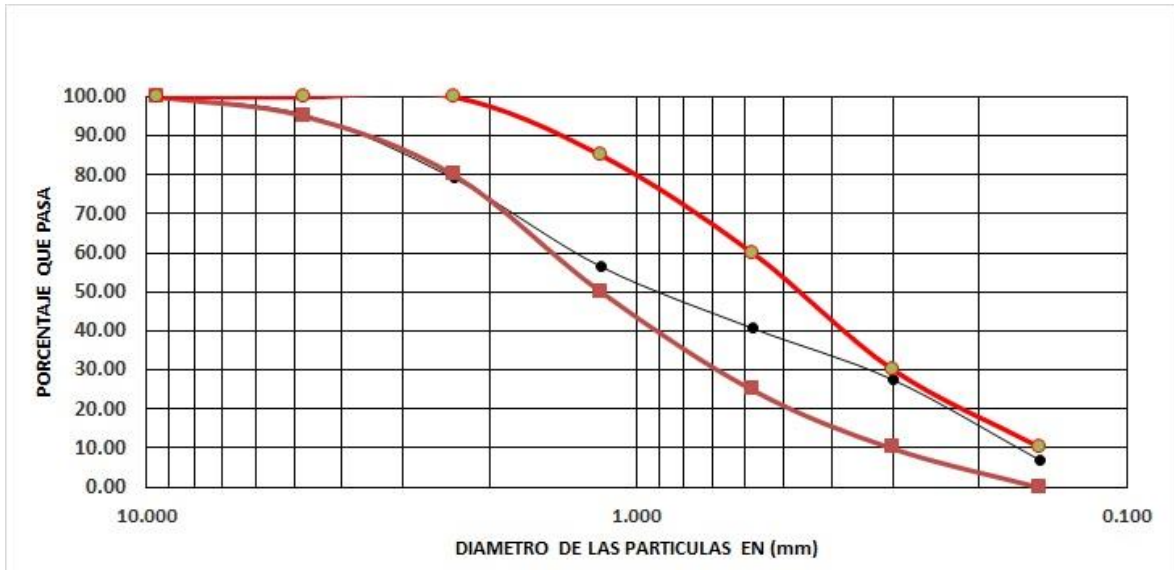


Figura 5. Curva granulométrica de la escoria de acero muestra 2

El ensayo de granulometría fue realizado a muestras de 455.30g y 400.50g obteniendo un módulo de finura de 2.78 y 2.94 respectivamente observando que las muestras tomadas cumplen con los husos granulométricos requeridos.

- **Análisis del porcentaje de humedad**

En la tabla 20 y 21 se observa el porcentaje de humedad (%H) de la escoria de acero.

Tabla 20. Determinación del %H de la escoria de acero muestra 1.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

% H : humedad natural
 Ph : peso humedo
 Ps : peso seco

491.5 gr.
 486.7 gr.

% H (A.F.) =	0.99
--------------	------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Determinación del %H de la escoria de acero muestra 2.

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{Ph - Ps}{Ps} \times 100$$

donde:

% H	: humedad natural	
Ph	: peso humedo	462.8 gr.
Ps	: peso seco	458.4 gr.

% H (A.F.) =	0.96
--------------	------

Fuente: Elaboración propia.

El ensayo fue realizado a dos muestras húmedas de 491.5g y 462.8g generando porcentajes de humedad de 0.99% y 0.96% respectivamente.

- **Análisis del peso volumétrico**

En la tabla 22 y 23 se muestra la determinación del peso volumétrico de la escoria de acero.

Tabla 22. Determinación del peso volumétrico de la escoria de acero muestra 1.

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M	: Peso del material suelto	3.184	kg.
V _r	: Volumen del recipiente	0.002488	m ³
$\gamma_s(A.F.)$	= : Peso volumetrico suelto		kg/m ³

$\gamma_s(A.F.) =$	1279.90
--------------------	---------

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. *Determinación del peso volumétrico de la escoria de acero muestra 2*

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M : Peso del material suelto	3.523	kg.
V _r : Volumen del recipiente	0.002488	m ³
$\gamma_s(A.F.) =$: Peso volumetrico suelto		kg/m ³

$\gamma_s(A.F.) =$	1415.88
--------------------	---------

Fuente: Elaboración propia.

El análisis del peso volumétrico suelto fue ensayado en un solo recipiente normado de 3.523 kg generando los pesos volumétricos sueltos de 1279.90kg/m³ y 1415.88kg/m³ respectivamente.

- **Análisis del peso específico y el porcentaje de absorción**

En las tablas 24 y 25 se puede observar la determinación del peso específico (Pe) y el porcentaje de absorción (%A) para dos muestras de escoria de acero.

Tabla 24. Determinación del Pe y el %A de la escoria de acero muestra 1

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION
NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	496.2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	639.1	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	986.7	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	3.28
Pe =	3.28
% A =	0.77

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Determinación del Pe y el %A de la escoria de acero muestra 2

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION
NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	498.2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	639.4	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	988.4	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	3.31
Pe =	3.30
% A =	0.38

Fuente: Elaboración propia.

El ensayo fue realizado a dos muestras de 496.2g y 498.2g generando el peso específico de 3.26 y 3.30 además de un porcentaje absorción del 0.77 y 0.36 respectivamente.

Caracterización de la escoria de acero

A partir de los ensayos realizados se toman los valores medios para la caracterización de la escoria de acero los cuales son detallados en la tabla 26.

Tabla 26. Caracterización de la escoria de acero.

ESCORIA DE ACERO	
Peso saturado con superficie seca (PeSSS)	3.30
Peso específico (Pe)	3.28
% Absorción (%A)	0.57
Peso volumétrico suelto (γs) g/cm ³	1.35
Contenido de humedad (%H)	0.98
Módulo de finura	2.86

Fuente: Elaboración propia.

A partir de la caracterización de los materiales se fabricó el molde metálico que fue usado en la elaboración de los ladrillos para evitar las imperfecciones e irregularidades en alguna de sus caras. El ladrillo diseñado fue preparado teniendo las siguientes medidas de 23cm de largo, 13cm de ancho y 9cm de alto, las cuales se encuentran dentro de los parámetros de la Norma.



Figura 6. Molde metálico.

Diseño de mezcla para la elaboración de ladrillos

La mezcla está constituida por el agregado fino proveniente de la cantera de Huachipa, cemento portland tipo I, escoria de acero donado por la Corporación Aceros Arequipa (que reemplaza en forma porcentual al agregado fino) y agua.

El diseño de la mezcla fue exclusivamente empírico; y se tuvo como criterios del diseño lo siguiente:

- La proporción recomendada por la norma peruana MTC E 609 Manual de Ensayos de Materiales donde se indica 500g de cemento, 1375g de agregado fino y 242 ml de agua, donde la relación $a/c = 0.484$.
- La proporción recomendada por la norma española UNE – EN 196 – 7 donde se indica 450g de cemento, 1350g de arena y 225g de agua, donde la relación $a/c = 0.5$.
- La escoria de acero participa como agregado en reemplazo de una parte del agregado fino.
- Se mantuvo constante la relación en peso del cemento y el agua, la escoria de acero será usado en reemplazo a la arena.
- Se realizo variaciones de la participación de la escoria de acero en reemplazo al agregado fino.
- Con la dosificación planteada se procederá a la clasificación de los ladrillos obtenidos teniendo en cuenta su resistencia a la compresión para ladrillos de tipo I, tipo III y tipo IV según la Norma E. 070 de Albañilería.

Diseño de mezcla experimental a partir de la resistencia a la compresión de especímenes de mortero elaborados en el laboratorio para cubos de 2 pulgadas.

Iniciamos el diseño de mezcla con la elaboración de probetas cúbicas de 2 pulgadas de lado siguiendo el intervalo de experimentación propuesto en la investigación para poder obtener a partir de los resultados una mezcla optima de mortero con una resistencia a la compresión mínima requerida por la norma para que los ladrillos elaborados en el laboratorio sean considerados ladrillos tipo I, tipo III y tipo IV respectivamente.

En la tabla 27 se muestra el ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con 0% de escoria de acero a una edad de tres días el cual será tomado como muestra patrón para la investigación.

Tabla 27. Proporción al 0% de escoria 3 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
390.00			0			1180.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	2-Oct-20	5-Oct-20	0%	5.10	5.10	26.01	2105.68	80.96	96.32
2				5.00	5.10	25.50	2752.17	107.93	
3				5.10	5.10	26.01	2603.29	100.09	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 28 se observa los resultados del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 15% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de tres días.

Tabla 28. Proporción al 15% de escoria 3 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
400.00			210.00			1010.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	2-Oct-20	5-Oct-20	15%	5.10	5.00	25.50	2038.38	79.94	82.42
2				5.00	5.00	25.00	2265.77	90.63	
3				5.00	5.10	25.50	1955.78	76.70	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 29 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 25% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de tres días.

Tabla 29. Proporción al 25% de escoria 3 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
400.00			320.00			910.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	2-Oct-20	5-Oct-20	25%	5.10	5.10	26.01	1867.07	71.78	80.43
2				5.10	5.00	25.50	2224.99	87.25	
3				5.10	5.00	25.50	2097.52	82.26	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 35% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de tres días.

Tabla 30. Proporción al 35% de escoria 3 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
400.00			480.00			790.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	2-Oct-20	5-Oct-20	35%	5.10	5.10	26.01	1799.77	69.20	61.47
2				5.10	5.10	26.01	1366.40	52.53	
3				5.10	5.10	26.01	1630.5	62.69	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 31 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 50% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de tres días.

Tabla 31. Proporción al 50% de escoria 3 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
410.00			670.00			620.00			210.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	2-Oct-20	5-Oct-20	50%	5.00	5.10	25.50	1200.19	47.07	46.36
2				5.10	5.10	26.01	1177.75	45.28	
3				5.10	5.10	26.01	1215.48	46.73	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 32 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 75% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de tres días.

Tabla 32. Proporción al 75% de escoria 3 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
420.00			1020.00			320.00			210.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	2-Oct-20	5-Oct-20	75%	5.00	5.00	25.00	605.70	24.23	21.73
2				5.10	5.00	25.50	494.55	19.39	
3				5.00	5.10	25.50	549.62	21.55	

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 7 se muestra la comparación de los ensayos de resistencia a compresión realizados a las muestras cúbicas de 2 pulgadas de lado con el reemplazo en forma porcentual de la escoria de acero al cemento portland manteniendo constante la proporción agua: cemento de 1:2 y la relación agregado fino + escoria de acero: cemento de 3:1, a la edad de tres días.

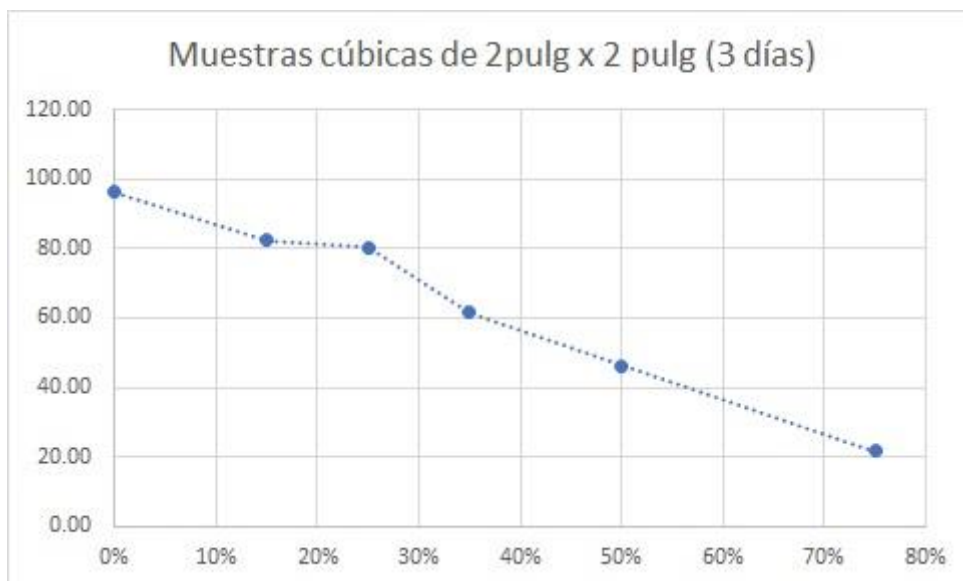


Figura 7. Comparación de los ensayos de la resistencia compresión a 3 días.

En la tabla 33 se muestra el ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con 0% de escoria de acero a una edad de siete días el cual será tomado como muestra patrón para la investigación.

Tabla 33. Proporción al 0% de escoria 7 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)		Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)	
390.00		0			1180.00			200.00	
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	10-Oct-20	0%	5.10	5.10	26.01	3686.46	141.73	143.48
2				5.00	5.10	25.50	3715.55	145.71	
3				5.10	5.10	26.01	3719.72	143.01	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 34 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 15% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de siete.

Tabla 34. Proporción al 15% de escoria 7 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
400.00			210.00			1010.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	10-Oct-20	15%	5.10	5.00	25.50	3356.27	131.62	131.63
2				5.00	5.00	25.00	3452.76	138.11	
3				5.00	5.10	25.50	3191.94	125.17	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 35 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 25% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de siete días.

Tabla 35. Proporción al 25% de escoria 7 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
400.00			320.00			910.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	10-Oct-20	25%	5.10	5.10	26.01	3145.36	120.93	124.27
2				5.10	5.00	25.50	3083.71	120.93	
3				5.10	5.00	25.50	3339.34	130.95	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 36 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 35% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de siete días.

Tabla 36. Proporción al 35% de escoria 7 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
400.00			480.00			790.00			200.00
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	10-Oct-20	35%	5.10	5.10	26.01	2460.30	94.59	92.97
2				5.10	5.10	26.01	2275.53	87.49	
3				5.10	5.10	26.01	2518.41	96.82	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 37 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 50% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de siete días.

Tabla 37. Proporción al 50% de escoria 7 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
410.00			670.00			620.00			210.00
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	10-Oct-20	50%	5.00	5.10	25.50	1850.78	72.58	72.51
2				5.10	5.10	26.01	1895.51	72.88	
3				5.10	5.10	26.01	1874.99	72.09	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 38 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 75% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de siete días.

Tabla 38. Proporción al 75% de escoria 7 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)		Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)	
420.00		1020.00			320.00			210.00	
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	10-Oct-20	75%	5.00	5.00	25.00	696.46	27.86	26.75
2				5.10	5.00	25.50	631.19	24.75	
3				5.00	5.10	25.50	704.61	27.63	

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 8 se muestra la comparación de los ensayos realizados a las muestras cúbicas de 2 pulgadas de lado con el reemplazo en forma porcentual de la escoria de acero al agregado fino manteniendo constante la proporción agua: cemento de 1:2 y la relación agregado fino + escoria de acero: cemento de 3:1, a la edad de siete días.



Figura 8. Comparación de los ensayos de la resistencia a la compresión 7 días.

En la tabla 39 se muestra el ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con 0% de escoria de acero a una edad de veintiocho días el cual será tomado como muestra patrón para la investigación.

Tabla 39. Proporción al 0% de escoria 28 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)		Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)	
390.00		0			1180.00			200.00	
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	31-Oct-20	0%	5.10	5.10	26.01	6221.02	239.18	232.70
2				5.00	5.10	25.50	5857.60	229.71	
3				5.10	5.10	26.01	5961.75	229.21	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 40 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 15% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de veintiocho días.

Tabla 40. Proporción al 15% de escoria 28 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)		Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)	
400.00		210.00			1010.00			200.00	
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	31-Oct-20	15%	5.10	5.00	25.50	5323.13	208.75	210.67
2				5.00	5.00	25.00	5271.19	210.85	
3				5.00	5.10	25.50	5416.46	212.41	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 41 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 25% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de veintiocho días.

Tabla 41. Proporción al 25% de escoria 28 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)		Escoria de acero (g)				Agregado (g)			Agua (ml)
400.00		320.00				910.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	31-Oct-20	25%	5.10	5.10	26.01	5194.56	199.71	200.70
2				5.10	5.00	25.50	5191.05	203.57	
3				5.10	5.00	25.50	5069.76	198.81	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 42 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 35% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de veintiocho días.

Tabla 42. Proporción al 35% de escoria 28 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)		Escoria de acero (g)				Agregado (g)			Agua (ml)
400.00		480.00				790.00			200.00
Cubo N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	31-Oct-20	35%	5.10	5.10	26.01	3970.12	152.64	153.59
2				5.10	5.10	26.01	4085.46	157.07	
3				5.10	5.10	26.01	3928.83	151.05	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 43 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 50% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de veintiocho días.

Tabla 43. Proporción al 50% de escoria 28 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
410.00			670.00			620.00			210.00
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	31-Oct-20	50%	5.00	5.10	25.50	2935.37	115.11	114.74
2				5.10	5.10	26.01	3003.73	115.48	
3				5.10	5.10	26.01	2955.03	113.61	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 44 se observa el resultado del ensayo a la compresión de tres de las seis muestras preparadas con un 75% de escoria de acero el cual fue reemplazado en porcentaje al agregado fino, a una edad de veintiocho días.

Tabla 44. Proporción al 75% de escoria 28 días de edad.

Proporción en peso									
Cemento (g)			Escoria de acero (g)			Agregado (g)			Agua (ml)
420.00			1020.00			320.00			210.00
Cub o N°	Fecha de elaboración	Fecha de ruptura	Porcentaje de escoria	Lado 1 (cm)	Lado 2 (cm)	Area (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Promedio Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
1	3-Oct-20	31-Oct-20	75%	5.00	5.00	25.00	1375.60	55.02	55.10
2				5.10	5.00	25.50	1330.31	52.17	
3				5.00	5.10	25.50	1481.55	58.10	

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 9 se muestra la comparación de los ensayos realizados a las muestras cúbicas de 2 pulgadas de lado con el reemplazo en forma porcentual de la escoria de acero al agregado fino manteniendo constante la proporción agua: cemento de 1:2 y la relación agregado fino + escoria de acero: cemento de 3:1, a la edad de veintiocho días.

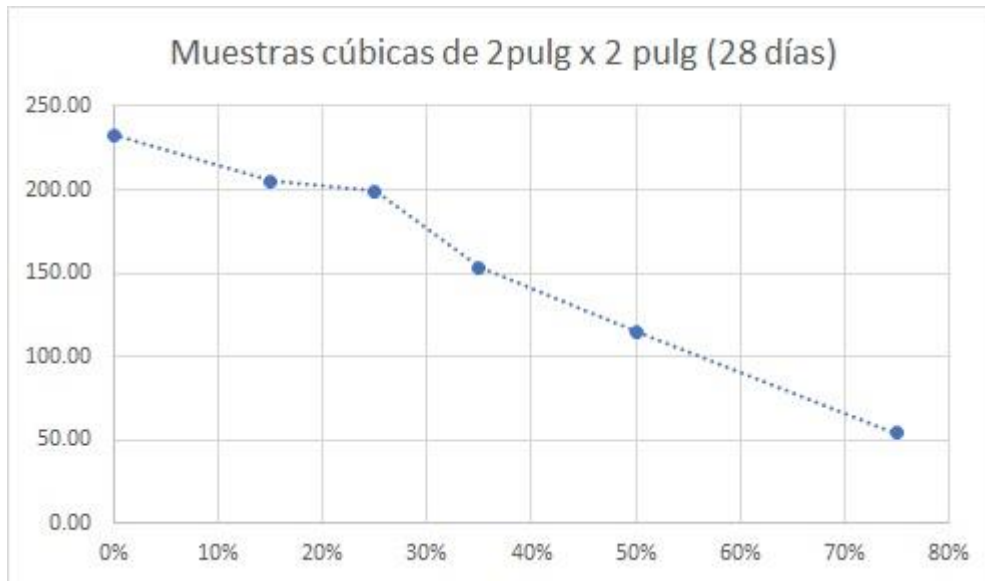


Figura 9. Comparación de los ensayos a la resistencia a la compresión a 28 días.

A partir de los ensayos realizados se muestra en la tabla 45 el resultado en promedio de la resistencia a la compresión de las probetas cúbicas de 2 pulgadas de lado, donde se puede observar el decaimiento en la resistencia a la compresión a mayor porcentaje de escoria utilizada.

Tabla 45. Evolución temporal de la resistencia a la compresión

Porcentaje de escoria	Resistencia a la compresión (kg/cm ²) día 3	Resistencia a la compresión (kg/cm ²) día 7	Resistencia a la compresión (kg/cm ²) día 28
0%	96.32	143.48	232.70
15%	82.42	128.17	205.19
25%	80.43	123.42	199.40
35%	61.47	92.97	153.59
50%	46.36	72.51	114.74
75%	21.73	26.73	54.02

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 10 se observa en detalle el descenso de la resistencia a la compresión de las probetas cúbicas ensayadas a los 3; 7 y 28 días al reemplazar la escoria de acero al agregado fino manteniendo constante la relación en peso de agua/cemento.

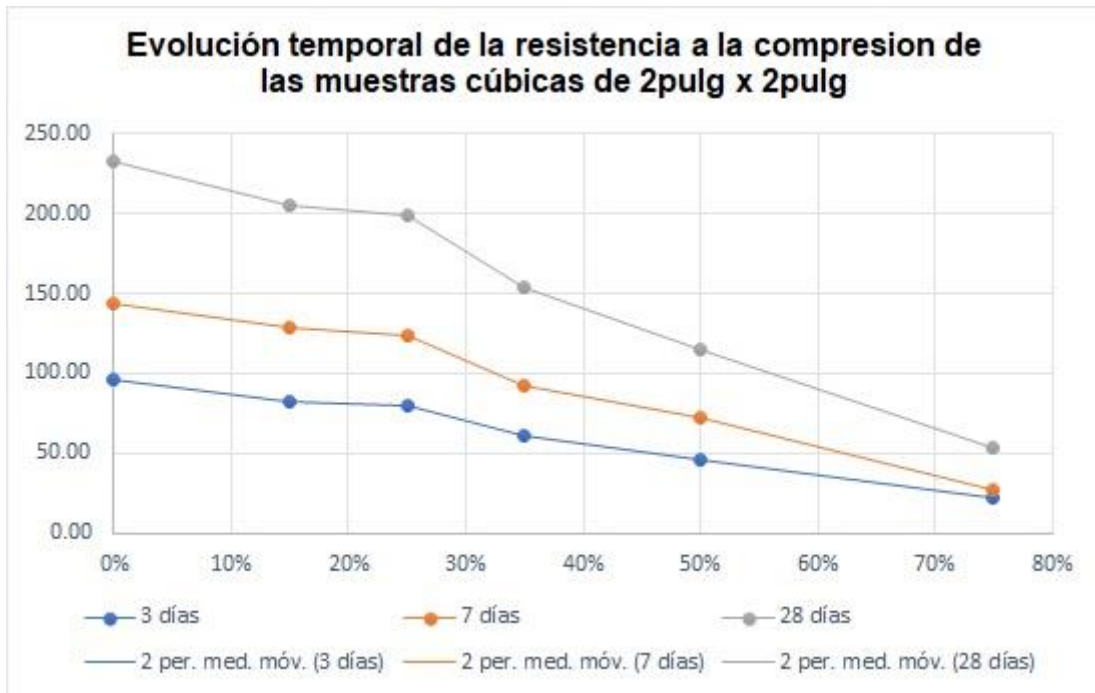


Figura 10. Evolución temporal de la resistencia a la compresión.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que el reemplazo del 40% de escoria de acero al agregado fino cumple con la resistencia mínima requerida para ser denominado ladrillo tipo IV y el reemplazo del 75% de escoria de acero al cemento cumple con la resistencia mínima requerida para ser denominado ladrillo tipo I según Norma E. 070 del RNE.

Diseño definitivo al 40% de escoria en reemplazo al agregado fino

Considerando los resultados de los ensayos a la compresión de las probetas cúbicas de 2 pulgadas de arista se puede concluir que el diseño al 40% de reemplazo de la escoria de acero al agregado fino cumple con el requisito de resistencia mínima para el diseño de un ladrillo tipo IV y el reemplazo del 75% de escoria de acero para un ladrillo tipo I

En la tabla 46 se muestra la proporción en volumen de la mezcla experimental del mortero para la elaboración de ladrillos con un 40% de escoria de acero en reemplazo a la arena.

tabla 46. Dosificación en volumen al 40% de escoria.

DOSIFICACION DE MORTERO SIMPLE POR VOLUMEN			
1:3.6			
CEMENTO	AGREGADO	ESCORIA	AGUA
1	2.16	1.44	0.755

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 47 se muestra la dosificación en peso para la elaboración de un ladrillo al 40% de escoria en reemplazo al agregado fino.

tabla 47. Dosificación en peso al 40% de escoria

CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGUA (l)	ESCORIA (kg)	A/C
1.402	2.527	0.701	1.802	0.50

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la tabla 48 la proporción en volumen de la mezcla experimental del mortero para la elaboración de ladrillos con un 75% de escoria en reemplazo al agregado fino.

tabla 48. Dosificación en volumen al 75% de escoria.

DOSIFICACION DE MORTERO SIMPLE POR VOLUMEN			
1:3.6			
CEMENTO	AGREGADO	ESCORIA	AGUA
1	2.7	0.9	0.755

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra en la tabla 49 la dosificación en peso para la elaboración de un ladrillo al 75% de escoria en reemplazo al agregado fino.

tabla 49. Dosificación en peso al 75% de escoria

CEMENTO (kg)	AGREGADO FINO (kg)	AGUA (l)	ESCORIA (kg)	A/C
1.382	3.112	0.691	1.110	0.50

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración de los ladrillos con escoria de acero

Acondicionamientos previos: Se eligió una locación que sea limpia y uniforme, cubriendo la superficie con un plástico bañado en petróleo, para prevenir que el ladrillo se quede pegado. Considerando también la protección de las muestras de los fenómenos ambientales como el exceso de sol y precipitaciones.

Preparación: Los materiales fueron mezclados de forma manual y mecánica; se dispone en primer lugar de agregado fino, luego se agregará el cemento para realizar el mezclado inicial en el mezclador de concreto, después se incorporará el agua, por último mezclar todo uniformemente para el caso del ladrillo patrón; disponiendo el agregado fino, seguido de la escoria de acero y la adición del cemento para realizar el mezclado en el mezclador de concreto, luego se incorporará el agua, para finalmente mezclar todo uniformemente en el caso de los ladrillos con adición de escoria de acero.

Moldeado y fraguado: Antes de la elaboración de los ladrillos, se deberá echar petróleo o desmoldante dentro del molde de esta manera se logra que el nuevo ladrillo resbale al desmoldarlo. Se agrega la mezcla por partes (2 partes), consolidando con una varilla realizando un vibrado manual. Por último, se enrasa con la vara el borde libre, eliminando los excesos y desmoldando en forma vertical.

Una vez elaborados los ladrillos, deben permanecer en un lugar donde se garantice su protección al sol o cualquier tipo de inclemencia climática, para que pueda fraguar, es preferible dejar fraguar a los ladrillos de un día a otro después de su moldeado, luego de este tiempo los ladrillos ya tienen la resistencia para poder ser llevados al curado.

El curado consiste en sumir los ladrillos en una poza con agua saturada en cal, durante tres días para completar las reacciones químicas del cemento (Arrieta y Peñaherrera, 2001).

Al terminar el curado, los ladrillos fueron trasladados a una zona destinada para su almacenamiento, donde permanecieron hasta la edad de 28 días para poder ser ensayados.

Ensayos físicos del ladrillo

Ensayo de variación dimensional

En la tabla 50, 51 y 52 se muestran los valores promedios de las dimensiones de los ladrillos diseñados al 0% de escoria que son denominados patrón, al 40% y 75% de escoria en reemplazo a la arena.

tabla 50. Variación dimensional patrón.

MUESTRA	LARGO	ALTURA	ANCHO
LADRILLO	(cm)	(cm)	(cm)
M-1	22.9	9.0	13.1
M-2	23.0	9.1	12.9
M-3	22.9	9.2	12.8
M-4	22.9	9.1	12.9
M-5	22.7	9.0	13.1
MEDIDA DEL PROMEDIO	22.9	9.1	12.9

VARIACION (%)	1	-1	0
---------------	---	----	---

Fuente: Elaboración propia.

tabla 51. Variación dimensional al 40% de escoria de acero.

MUESTRA	LARGO	ALTURA	ANCHO
LADRILLO	(cm)	(cm)	(cm)
M-1	22.9	9.0	13.1
M-2	22.9	9.0	12.9
M-3	22.8	9.2	12.8
M-4	23.0	9.1	13.0
M-5	22.7	9.0	13.1
MEDIDA DEL PROMEDIO	22.9	9.0	13.0

VARIACION (%)	1	0	0
---------------	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

tabla 52. Variación dimensional al 75% de escoria de acero

MUESTRA	LARGO	ALTURA	ANCHO
LADRILLO	(cm)	(cm)	(cm)
M-1	22.9	9.0	13.1
M-2	22.9	8.9	13.2
M-3	23.0	9.2	13.0
M-4	23.1	9.0	13.0
M-5	22.9	9.0	13.1
MEDIDA DEL PROMEDIO	23.0	9.0	13.1
VARIACION (%)	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Las dimensiones halladas están dentro de los límites propuestos por la Norma E 070 de Albañilería; y fueron diseñados con el mismo molde metálico.

En la figura 11 se observa la comparación de los diversos tipos de ladrillos y los diseñados en el laboratorio los cuales presentan una mínima variación en sus dimensiones.

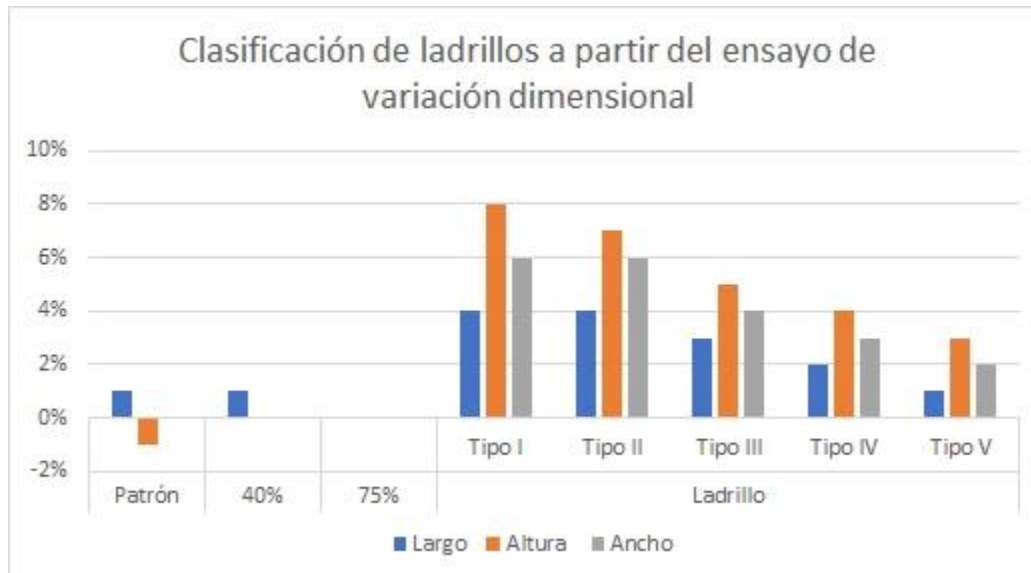


Figura 11. Comparación de variaciones dimensionales.

Ensayo de alabeo

En la tabla 53 se dan a conocer los valores del ensayo de alabeo realizados en forma aleatoria a 5 ladrillos donde se encuentran el ladrillo patrón, el ladrillo en un 40% y 75% de escoria en reemplazo al agregado fino; ya que todos fueron elaborados con un solo molde presentan los siguientes resultados.

tabla 53. Ensayo de alabeo.

MUESTRA LADRILLO	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M-1	0.0	0.8	0.5	0.0
M-2	0.8	0.0	1.0	0.0
M-3	1.4	0.0	0.0	0.6
M-4	0.0	0.6	0.9	0.0
M-5	0.0	0.0	0.0	0.5
PROMEDIO	0.4	0.3	0.5	0.2

Fuente: Elaboración propia.

Las dimensiones obtenidas están dentro de los límites establecidos por la Norma E 070 de Albañilería y fueron diseñados con el mismo molde metálico.

Ensayo de densidad

En la tabla 54, 55 y 56 se muestra el ensayo de densidad realizado a los ladrillos elaborados con 0% de escoria de acero, 40% y 75% del mismo en reemplazo al agregado fino.

tabla 54. Ensayo de densidad ladrillo patrón.

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIONES (cm)			VOLUMEN cm ³	PESO SECO gr	DENSIDAD gr/cm ³
	LARGO	ALTO	ANCHO			
M-1	22.90	9.00	13.10	2699.91	3843.7	1.424
M-2	23.00	9.10	12.90	2699.97	3838.2	1.422
M-3	22.90	9.20	12.80	2696.70	3836.0	1.422
M-4	22.90	9.10	12.90	2688.23	3810.0	1.417
M-5	22.70	9.00	13.10	2676.33	3768.0	1.408
DENSIDAD PROMEDIO					1.419	

Fuente: Elaboración propia.

tabla 55. Ensayo de densidad al 40% de escoria.

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIONES (cm)			VOLUMEN cm ³	PESO SECO gr	DENSIDAD gr/cm ³
	LARGO	ALTO	ANCHO			
M-1	22.90	9.00	13.10	2699.91	3767.7	1.395
M-2	22.90	9.00	12.90	2658.69	3717.3	1.398
M-3	22.80	9.20	12.80	2684.93	3881.1	1.446
M-4	23.00	9.10	13.00	2720.90	3755.2	1.380
M-5	22.70	9.00	13.10	2676.33	3868.1	1.445
DENSIDAD PROMEDIO						1.413

Fuente: Elaboración propia.

tabla 56. Ensayo de densidad al 75% de escoria.

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIONES (cm)			VOLUMEN cm ³	PESO SECO gr	DENSIDAD gr/cm ³
	LARGO	ALTO	ANCHO			
M-1	22.90	9.00	13.10	2699.91	3587.7	1.329
M-2	22.90	8.90	13.20	2690.29	3677.3	1.367
M-3	23.00	9.20	13.00	2750.80	3591.1	1.305
M-4	23.10	9.00	13.00	2702.70	3655.2	1.352
M-5	22.90	9.00	13.10	2699.91	3668.1	1.359
DENSIDAD PROMEDIO						1.342

Fuente: Elaboración propia.

Donde se observa que la densidad de los ladrillos disminuye con el incremento de la escoria en reemplazo al agregado fino.

En la figura 12 se muestra la comparación de densidades realizada a los ladrillos diseñados en el laboratorio.

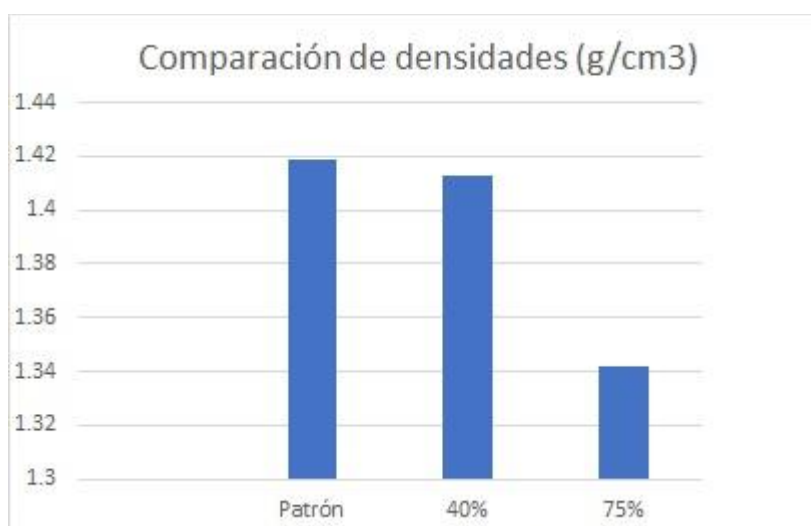


Figura 12. Comparación de densidades.

Ensayo de absorción máxima en ladrillos

En la tabla 57, 58 y 59 se muestra el ensayo de absorción máxima de ladrillos realizados a los ladrillos elaborados con 0% de escoria de acero, 40% y 75% del mismo en reemplazo al agregado fino.

tabla 57. Ensayo de absorción máxima en ladrillos patrón.

MUESTRA LADRILLO	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO EN AGUA FRIA (gr)	ABSORCION (%)
M-1	3843.7	4208.1	9.5
M-2	3838.2	4195.2	9.3
M-3	3836.0	4186.4	9.1
M-4	3810.0	4095.0	7.5
M-5	3768.0	4010.5	6.4
PROMEDIO			8.4

Fuente: Elaboración propia.

tabla 58. Ensayo de absorción máxima en ladrillos al 40% de escoria.

MUESTRA LADRILLO	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO EN AGUA FRIA (gr)	ABSORCION (%)
M-1	3767.7	4216.2	11.9
M-2	3717.3	4195.3	12.9
M-3	3881.1	4354.4	12.2
M-4	3755.2	4209.1	12.1
M-5	3868.1	4323.5	11.8
PROMEDIO			12.2

Fuente: Elaboración propia.

tabla 59. Ensayo de absorción máxima en ladrillos al 75% de escoria.

MUESTRA LADRILLO	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO EN AGUA FRIA (gr)	ABSORCION (%)
M-1	3587.7	4036.2	12.5
M-2	3677.3	4129.4	12.3
M-3	3591.1	3984.2	10.9
M-4	3655.2	4112.9	12.5
M-5	3668.1	4015.5	9.5
PROMEDIO			11.5

Fuente: Elaboración propia.

Donde se puede observar que los ladrillos elaborados con un 0% de escoria de acero presenta los porcentajes de absorción más bajos en comparación con los ladrillos elaborados con un 40% o un 75% de escoria de acero los cuales presentan porcentajes de absorción más elevados.

En la figura 13 se muestra la comparación de los ladrillos elaborados en el laboratorio con los diversos tipos propuestos por la Norma E 070 de Albañilería.

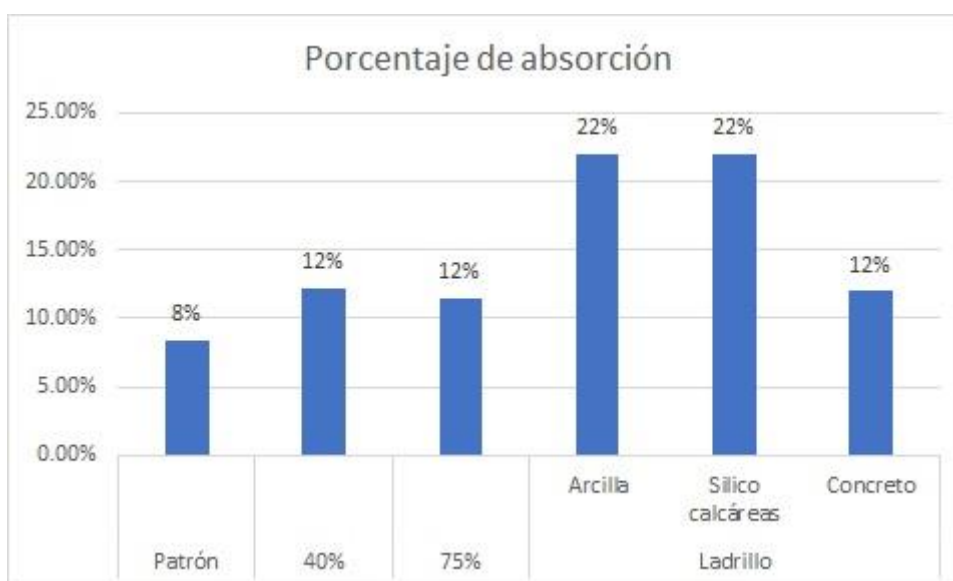


Figura 13. Comparación del porcentaje de absorción.

Ensayo de porcentaje de vacíos

En la tabla 60 se muestra los resultados del ensayo de porcentaje de vacíos realizado a los ladrillos elaborados con 0% de escoria de acero, 40% y 75% del mismo en reemplazo al agregado fino.

tabla 60. Ensayo de porcentaje de vacíos.

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIÓN DEL LADRILLO				PESO ARENA EL EL HUECO			% VACIOS
	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	VOLUMEN TOTAL cm ³	PESO ARENA EL EL HUECO g	DENSIDAD (gr/cm ³)	VOLUMEN TOTAL DE HUECO cm ³	
M-1	22.9	9.0	13.1	2693.0	920.8	1.48	621.7	23
M-2	22.9	8.9	13.2	2692.7	943.0		636.7	24
M-3	23.0	9.2	13.0	2730.6	977.0		659.6	24
M-4	23.1	9.0	13.0	2699.8	978.0		660.3	24
M-5	22.9	9.0	13.1	2705.4	977.8		660.2	24
PROMEDIO	23.0	9.0	13.1	2704.3				24

Fuente: Elaboración propia.

El promedio obtenido para el ensayo de porcentaje de vacíos es del 24% y se encuentra dentro de los límites propuestos por la Norma E 070 de Albañilería.

Ensayos mecánicos al ladrillo

Ensayo de resistencia a la compresión para las unidades de albañilería

Los ensayos a la compresión fueron realizados a la edad de 28 días a los ladrillos elaborados en el laboratorio generando los siguientes resultados.

En la tabla 61 se muestra el ensayo a la compresión realizada a cinco ladrillos con un 0% de escoria de acero el cual será denominado patrón.

tabla 61. Ensayo a la resistencia a la compresión ladrillo patrón.

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.9	9.0	13.1	300.9	51536.9	171.28
M-2	23.0	9.1	12.9	297.0	50773.7	170.98
M-3	22.9	9.2	12.8	293.4	48531.9	165.43
M-4	22.9	9.1	12.9	294.2	51174.2	173.95
M-5	22.7	9.0	13.1	296.5	49250.3	166.12
PROMEDIO	22.9	9.0	13.0	296.38	50253.4	169.55

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una resistencia a la compresión de 169.55 Kg/cm² para los ladrillos confeccionados con un 0% de escoria el cual cumple con un ladrillo tipo IV según la Norma E 070 de Albañilería.

En la figura 14 se muestra la comparación del ladrillo patrón diseñado en el laboratorio con la resistencia mínima a la compresión de los diferentes tipos de ladrillos clasificados en la Norma E 070 de Albañilería.

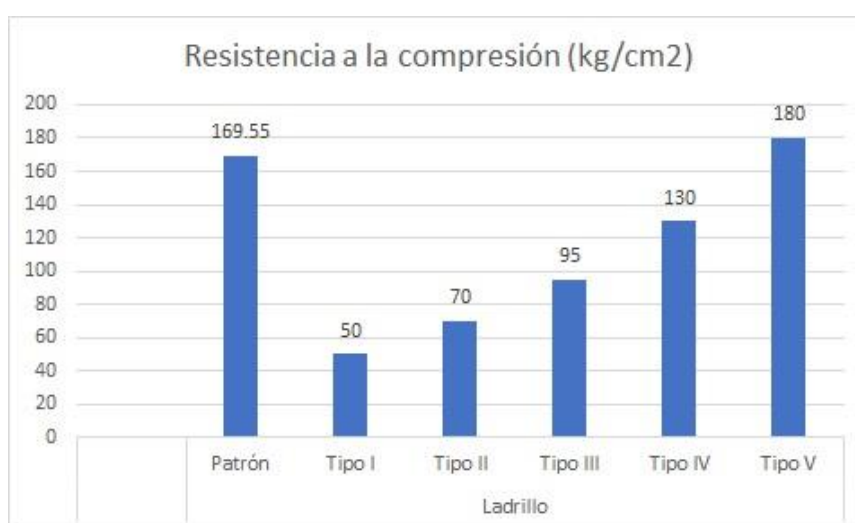


Figura 14. Comparación del ladrillo patrón.

En la tabla 62 se muestra el ensayo a la compresión realizada a cinco ladrillos con un 40% de escoria.

tabla 62. Ensayo a la compresión ladrillo al 40% de escoria.

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.9	9.0	13.1	300.9	36863.3	122.51
M-2	22.9	9.0	12.9	296.0	36603.5	123.67
M-3	22.8	9.2	12.8	292.7	35916.7	122.70
M-4	23.0	9.1	13.0	298.7	36712.5	122.92
M-5	22.7	9.0	13.1	296.5	36410.9	122.81
PROMEDIO	22.9	9.0	13.0	296.95	36501.4	122.92

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una resistencia a la compresión de 122.92 kg/cm² para los ladrillos confeccionados con un 40% de escoria de acero en reemplazo al agregado fino el cual cumple con un ladrillo tipo III según la Norma E 070 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

En la figura 15 se muestra la comparación del ladrillo al 40% de reemplazo de escoria al agregado fino diseñado en el laboratorio con la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de ladrillos clasificados en la Norma E 070 de Albañilería.

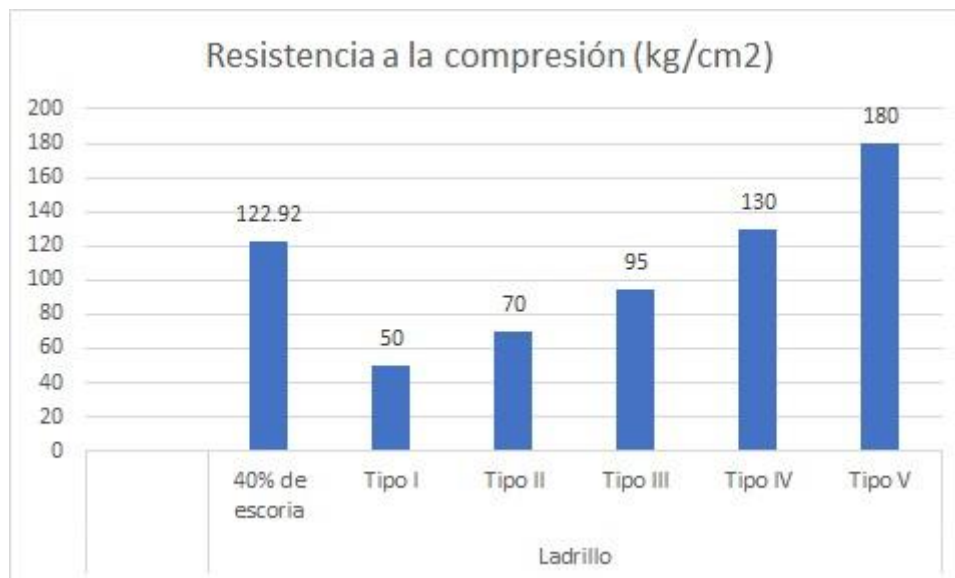


Figura 15. Comparación del ladrillo al 40% de escoria.

En la tabla 63 se muestra muestra el ensayo a la compresión realizada a cinco ladrillos con un 75% de escoria.

tabla 63. Ensayo a la compresión ladrillo al 75% de escoria.

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.9	9.0	13.1	300.9	15283.0	50.79
M-2	22.9	8.9	13.2	301.1	14081.6	46.76
M-3	23.0	9.2	13.0	298.4	14518.7	48.66
M-4	23.1	9.0	13.0	299.7	14866.2	49.61
M-5	22.9	9.0	13.1	299.7	15034.3	50.16
PROMEDIO	23.0	9.0	13.1	299.95	14756.8	49.20

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una resistencia a la compresión de 49.20 kg/cm² para los ladrillos confeccionados con un 75% de escoria en reemplazo a la arena el cual no cumple con ninguna categorización realizada por la Norma E 070.

En la figura 16 se muestra la comparación del ladrillo al 75% de reemplazo de escoria al agregado fino diseñado en el laboratorio con la resistencia a la compresión de los diferentes tipos de ladrillos clasificados en la Norma E 070 de Albañilería.

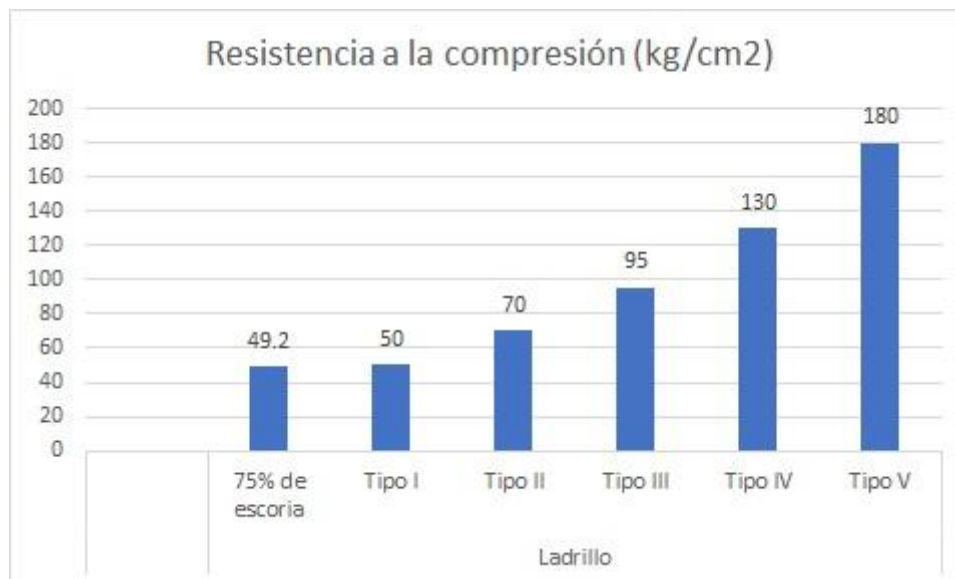


Figura 16. Comparación del ladrillo al 75% de escoria.

Ensayo de resistencia a la compresión por pilas

El ensayo de compresión por pilas se realizó a la edad de 28 días a los ladrillos elaborados en el laboratorio con 0% de escoria de acero, 40% de escoria de acero y 75% de los mismos en reemplazo al agregado fino.

En la tabla 64 se muestra el ensayo a la compresión por pila de tres ladrillos elaboradas al 0% de escoria de acero que se denominó patrón.

tabla 64. Ensayo de la resistencia a la compresión por pila patrón.

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.90	12.90	9.10	208.39	18653.8	89.51
M-2	22.90	13.00	8.90	203.81	19024.7	93.35
M-3	23.00	12.90	8.80	202.40	18671.1	92.25
PROMEDIO	22.93	12.93	8.93	204.87	18783.2	91.70

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran que la resistencia a la compresión por pilas en promedio es de 91.70 kg/cm² para los ladrillos con 0% de escoria de acero que superan a la resistencia de las pilas de ladrillo rejilla industrial de arcilla según la Norma E 070.

Se muestra en la figura 17 la comparación de la resistencia a la compresión por pilas de los ladrillos diseñados en el laboratorio y los diversos tipos presentados en la Norma E 070 de Albañilería.

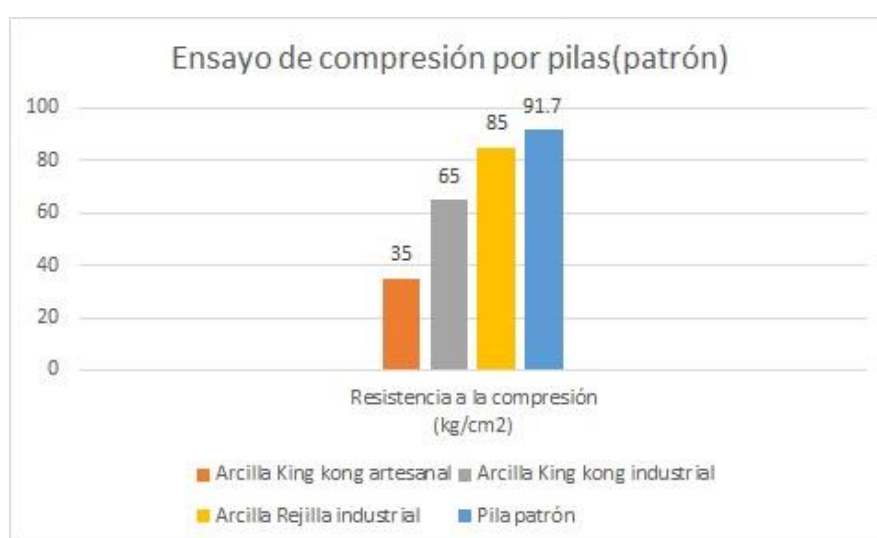


Figura 17. Comparación de resistencia a la compresión pila patrón.

En la tabla 65 se muestra el ensayo a la compresión por pila de 3 ladrillos elaboradas al 40% de reemplazo de escoria de acero al agregado fino.

tabla 65. Ensayo de compresión por pila al 40% de escoria

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.90	12.90	9.10	208.39	11473.9	55.06
M-2	22.90	12.90	8.90	203.81	11292.6	55.41
M-3	23.00	13.00	8.80	202.40	11625.8	57.44
PROMEDIO	22.93	12.93	8.93	204.87	11464.1	55.97

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una resistencia a la compresión por pilas en promedio de 55.97 kg/cm² para los ladrillos con 40% de escoria de acero los cuales superan la resistencia a la compresión de pilas de ladrillo King Kong artesanal de arcilla según la Norma E 070 de Albañilería.

En la figura 18 se muestra la comparación de la resistencia a la compresión por pilas de los ladrillos diseñados en el laboratorio con un 40% de reemplazo de escoria al agregado fino y los diversos tipos presentados en la Norma E 070 de Albañilería.

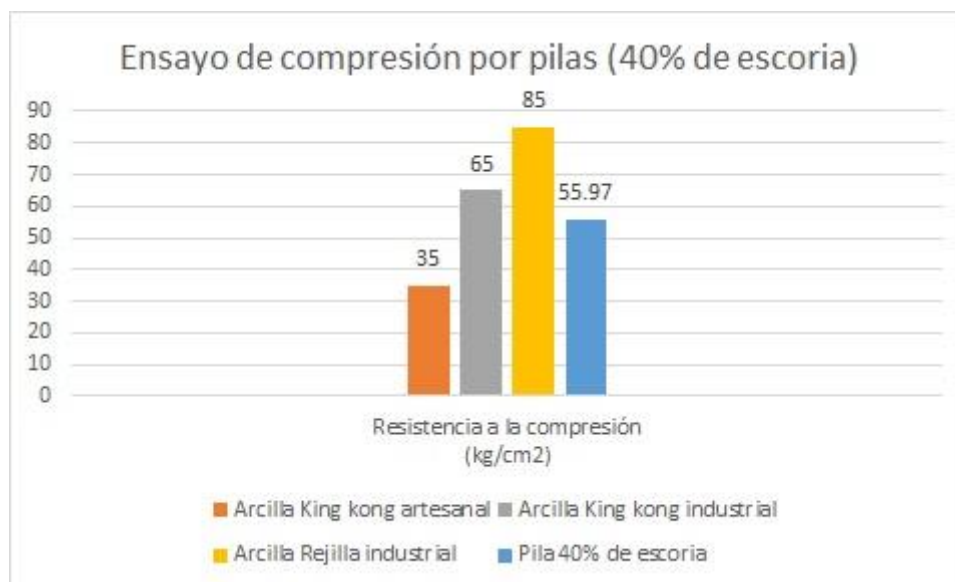


Figura 18. Comparación de resistencia a la compresión pila al 40% de escoria.

En la tabla 66 se muestra el ensayo a la compresión por pila 3 ladrillos elaborados al 75% de reemplazo de escoria de acero al agregado fino.

tabla 66. Ensayo de compresión por pila al 75% de escoria

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.90	12.90	9.10	208.39	5908.2	28.35
M-2	22.90	12.90	8.90	203.81	5679.9	27.87
M-3	23.00	13.00	8.80	202.40	5412.9	26.74
PROMEDIO	22.93	12.93	8.93	204.87	5667.0	27.65

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados muestran una resistencia por pilas en promedio de 27.65 kg/cm² para los ladrillos con 75% de escoria de acero los cuales se encuentran por debajo de la resistencia de las pilas de ladrillo King Kong de arcilla artesanal según la Norma E 070.

Se muestra en la figura 19 la comparación de la resistencia a la compresión por pilas de los ladrillos diseñados en el laboratorio con un 75% de reemplazo de escoria al agregado fino y los diversos tipos presentados en la Norma E 070 de Albañilería.

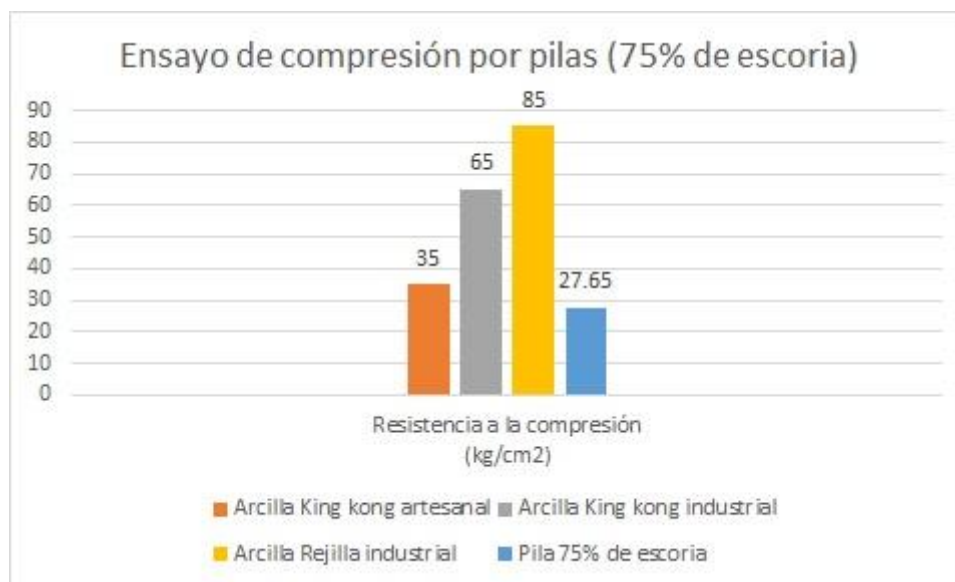


Figura 19. Comparación de resistencia a la compresión pila al 75% de escoria.

Análisis estadístico para la prueba de hipótesis

Considerando la cantidad de ensayos realizados a las muestras para la contrastación de las hipótesis se consideró la aplicación de la prueba T de Student donde, la prueba requiere que la muestra analizada sea menor a 30 especímenes además que la muestra poblacional posea una distribución normal; para ello se usó la prueba Shapiro – Wilk donde el porcentaje de error α es del 5% obteniendo una distribución normal en todos los casos, la tabla 67 muestra en detalle la prueba de normalidad

tabla 67. Prueba de normalidad

Pruebas de normalidad ^{a,d,e}							
GRUPO	Kolmogorov-Smirnov ^b			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION	LADRILLO PATRON	,252	5	,200*	,898	5	,399
	LADRILLO AL 40% DE ESCORIA	,302	5	,154	,858	5	,223
	LADRILLO AL 75% DE ESCORIA	,204	5	,200*	,937	5	,647

*. Este es un límite inferior de la significación verdadera.
a. RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION es una constante cuando GRUPO = LADRILLO TIPO IV NORMA y se ha desestimado.
b. Corrección de la significación de Lilliefors
d. RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION es una constante cuando GRUPO = LADRILLO TIPO III NORMA y se ha desestimado.
e. RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION es una constante cuando GRUPO = LADRILLO TIPO I NORMA y se ha desestimado.

Fuente: Elaboración propia

La tabla muestra que en el ensayo de la resistencia a la compresión a la muestra poblacional del ladrillo patrón = 0,399 > 0,05, el ladrillo elaborado al 40% de escoria = 0,223 > 0,05 y el ladrillo elaborado al 75% de escoria = 0,647 > 0,05 concluyendo que poseen una distribución normal.

Una vez comprobado la normalidad de la muestra poblacional se aplicó la prueba T de Student para la prueba de la hipótesis general.

Hipótesis Nula: Evaluando adecuadamente las propiedades mecánicas de ladrillos con adición de escoria de acero **No** se podrá clasificar su uso en edificaciones de interés social.

Hipótesis Alterna: Evaluando adecuadamente las propiedades mecánicas de ladrillos con adición de escoria de acero se podrá clasificar su uso en edificaciones de interés social.

tabla 68. Prueba T hipótesis general

Estadísticos de grupo				
GRUPO	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION	LADRILLO TIPO IV NORMA	5	130,0000	,00000
	LADRILLO PATRON	5	169,5520	3,64476

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	Inferior	Superior
RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION	Se han asumido varianzas iguales	24,390	,001	-24,265	8	,000	-39,55200	1,62999	-43,31075	-35,79325
	No se han asumido varianzas iguales			-24,265	4,000	,000	-39,55200	1,62999	-44,07757	-35,02643

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 68 se muestra la prueba de validación T de Student que posee una significancia del 5%, donde la regla de decisión establecida indica que el p valor es menor a 0, 05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula.

El análisis de la primera hipótesis específica se encuentra en la tabla 69 para lo cual se redactó.

Hipótesis Nula: La dosis optima **No** es del 40% para la combinación de escorias en reemplazo a la arena para determinar la resistencia a la compresibilidad de los ladrillos y clasificar su uso en edificaciones de interés social.

Hipótesis Alternativa: La dosis optima es del 40% para la combinación de escorias en reemplazo a la arena para determinar la resistencia a la compresibilidad de los ladrillos y clasificar su uso en edificaciones de interés social.

tabla 69. Prueba T hipótesis específica

Estadísticos de grupo				
GRUPO	N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media
RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION	LADRILLO AL 40% DE ESCORIA	5	122,9220	,44471
	LADRILLO TIPO III NORMA	5	95,0000	,00000

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias					95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	Inferior	Superior
RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION	Se han asumido varianzas iguales	5,213	,052	140,395	8	,000	27,92200	,19888	27,46338	28,38062
	No se han asumido varianzas iguales			140,395	4,000	,000	27,92200	,19888	27,36982	28,47418

Fuente: Elaboración propia

La prueba T posee una confianza del 95% por lo que la regla de decisión establecida indica que el p valor = 0 es menor a 0,05 por lo cual se rechaza la hipótesis nula.

El análisis de la segunda hipótesis específica se encuentra en la tabla 70 para lo cual se redactó.

Hipótesis Nula: Las características de las escorias de acero **No** refuerzan las propiedades mecánicas del ladrillo para su clasificación en edificaciones de interés social.

Hipótesis Alterna: las características de las escorias de acero refuerzan las propiedades mecánicas del ladrillo para su clasificación en edificaciones de interés social.

tabla 70. Prueba T hipótesis específica.

Estadísticos de grupo									
GRUPO		N	Media	Desviación tip.	Error tip. de la media				
RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION	LADRILLO AL 75% DE ESCORIA	5	49,1960	1,57026	,70224				
	LADRILLO TIPO I NORMA	5	50,0000	,00000	,00000				

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
RESISTENCIA_A_LA_COMPRESION	Se han asumido varianzas iguales	10,107	,013	-1,145	8	,285	-,80400	,70224	-2,42338	,81538
	No se han asumido varianzas iguales			-1,145	4,000	,316	-,80400	,70224	-2,75374	1,14574

Fuente: Elaboración propia.

La prueba T posee una 95% de confianza por lo que la regla de decisión establecida indica que el p valor = 0,316 es mayor a 0,05 por lo cual se rechaza la hipótesis alterna.

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión por unidad de los ladrillos con adición del 40% de escoria de acero a la edad de 28 días que arroja 122.92 kg/cm² clasificando el ladrillo como ladrillo tipo III y los ladrillos con adición al 75% de escoria de acero que arroja 49.20 kg/cm² sin clasificación según el reglamento se logra **satisfacer el objetivo general** de la investigación el cual refiere la evaluación de las propiedades mecánicas de los ladrillos con escoria de acero para su clasificación según el RNE. Además, en

coincidencia a la **hipótesis general** el cual indica que evaluando adecuadamente las propiedades mecánicas de los ladrillos con escoria de acero se podrá clasificar su uso en edificaciones de interés social, observando que la mayor adición de escoria de acero se reduce la resistencia a la compresión.

También los resultados hallados en el diseño de mezcla empírico indica que la dosificación óptima de las combinaciones de escoria de acero en reemplazo al agregado fino con el cemento portland es del 40% para ladrillos tipo III y el 75% para ladrillos tipo I, logrando **satisfacer el primer objetivo específico** de la investigación, el cual refiere la determinación de la dosificación óptima de las combinaciones de escoria de acero en reemplazo al agregado fino con el cemento portland para clasificar su uso en edificaciones de interés social, coincidiendo además con la **primera hipótesis específica** el cual indica que la dosis óptima es del 40% para la combinación de escorias de acero en reemplazo al agregado fino con el cemento portland en su clasificación de uso en edificaciones de interés social.

Adicionalmente los resultados obtenidos en la caracterización de la escoria de acero, los ensayos de compresión tanto a los testigos cúbicos como a los ladrillos y pilas indica que el incremento en forma porcentual de la escoria de acero al agregado tiene una influencia perjudicial para la resistencia a la compresión , logrando **satisfacer el segundo objetivo específico** de la investigación, el cual refiere a la estimación de las características de la escoria de acero y su influencia en las propiedades mecánicas del ladrillos para su clasificación en edificaciones y en contraste con la **segunda hipótesis específica** el cual indica que las características de las escoria de acero refuerzan las propiedades mecánicas del ladrillo.

V. DISCUSIÓN

El objetivo general de la investigación fue la evaluación de las propiedades mecánicas de los ladrillos con escoria de acero el cual fue elaborado a partir del cemento portland tipo I, agregado fino, escoria de acero y agua a comparación de lo elaborado por Espinoza y Pejerrey quienes realizaron unidades de albañilería a partir de cemento portland, agregado fino, agregado grueso, escoria y agua logrando la clasificación de ladrillos de tipo III para el reemplazo del 40% de escoria al agregado fino con una resistencia a la compresión de 122.92 kg/cm^2 y ladrillos sin clasificación con la adición al 75% de escoria de acero; además se logró la evaluación adecuada de las propiedades mecánicas de ladrillos con escoria de acero en concordancia a la hipótesis general.

El primer objetivo específico refiere la determinación de la dosificación óptima de las combinaciones de escoria en reemplazo al agregado fino el cual fue diseñado de forma experimental por aproximaciones sucesivas (ensayo - error) coincidiendo con el método propuesto por Cruzado quien elaboro ladrillos de 18 huecos con residuos de demolición y cemento, logrando una dosificación óptima al 40% de escoria de acero en reemplazo al agregado fino para la elaboración de ladrillos que fueron clasificados como ladrillos tipo III afirmando que la primera hipótesis específica es correcta ya que el resultado nos indica 122.92 kg/cm^2 el cual se encuentra por encima de lo sugerido por la norma para el ladrillo tipo III.

El segundo objetivo específico propone estimar las características de la escoria de acero y su influencia en las propiedades mecánicas del ladrillo, donde a partir del ensayo del porcentaje de absorción de la escoria de acero analizado fue de 0,57 en contraste con lo expuesto por Manso quien indica una absorción de 2,84 por ciento; cabe indicar que el análisis propuesto por Manso fue realizado en el continente europeo específicamente en España; además el ensayo de peso específico muestra que la escoria presenta valores por encima del peso específico del cemento, concordando con Arrieta y Peñaherrera

quienes en su investigación propusieron que el peso específico es un indicador de calidad, donde los valores elevados correspondían a materiales de buena calidad y mala calidad para los valores pequeños. En contraste a los resultados, la segunda hipótesis de la investigación propone que las características de la escoria de acero refuerzan las propiedades mecánicas del ladrillo, donde los resultados indican que el incremento de escoria de acero en la mezcla es perjudicial a las propiedades mecánicas del ladrillo sin embargo se logra una clasificación de los ladrillos propuesto por la Norma E 070 del RNE en comparación por los realizados por Pérez quien elaboro ladrillos artesanales de concreto.

VI. CONCLUSIONES

1. Se evaluó para el objetivo general las propiedades mecánicas de los ladrillos elaborados con adición de escoria de acero logrando clasificar ladrillos tipo III al 40% de escoria de acero en reemplazo al agregado fino.
2. Se determinó para el primer objetivo específico que la dosis óptima de las combinaciones de escoria de acero en reemplazo al agregado fino es del 40% para obtener ladrillos tipo III con una resistencia a la compresión de 122.92 kg/cm² y la resistencia a la compresión por pilas de 55.97 kg/cm² mayores a los ladrillos King Kong artesanales; en cambio la dosificación del 75% de escoria de acero en reemplazo al agregado fino produce ladrillos con una resistencia a la compresión de 49.29 kg/cm² sin clasificación en la norma y con una resistencia a la compresión por pilas de 27.65 kg/cm² por debajo de los ladrillos King Kong artesanales indicados en el RNE.
3. Se estimó para el segundo objetivo específico que, a partir de la caracterización de la escoria de acero, esta tenía un buen comportamiento teórico, por los resultados obtenidos en comparación al agregado fino proveniente de la cantera de Huachipa, pero con los resultados iniciales a la resistencia a la compresión de probetas cúbicas en la obtención del diseño mezcla empírica se observa el deficiente comportamiento al incremento porcentual de la escoria de acero al agregado fino siendo comprobado con los resultados obtenidos para los ensayos de resistencia a la compresión de las unidades y pilas.

VII. RECOMENDACIONES

- Las muestras ensayadas deben ser realizadas a partir de las Normas Técnicas Peruanas propuestas en la tabla 6.
- El uso del agregado fino debe corresponder a una sola cantera para que el análisis de las muestras sea representativo.
- En el proceso de elaboración de las muestras cubicas se diseñaron dos tandas con la misma proporción para ser ensayadas y solo tres tomadas en forma aleatoria.
- En el proceso del desmolde de las muestras cubicas se debe tener el mayor cuidado para no dañar las aristas.
- Las muestras cubicas deben ser desmoldadas por lo menos luego de 12 horas de su elaboración para luego ser saturadas en la posa de curado.
- El molde del ladrillo debe ser lubricado luego de cada uso en un embace con agua.
- Ubique los ladrillos en un lugar ventilado protegido del sol y la intemperie del ambiente.
- En el momento del traslado del lugar de elaboración de los ladrillos al laboratorio de ensayo se tener el cuidado necesario para no romper ningún espécimen.
- Antes de ensayar las unidades de albañilería y las pilas realizar un refrentado a la cara superior e inferior para uniformizar la superficie.

REFERENCIAS

ALACERO (2018). Asociación Latinoamericana del Acero.

Amaral de Lima, L. (1999). Hormigones con escorias de horno eléctrico como áridos: propiedades, durabilidad y comportamiento ambiental. Barcelona. España.

Arrieta, P; Peñaherrera, (2001). E. Programa Científico PC – CISMID. Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora. Lima. Perú.

Bogachkov, A. N. (2001). Estudio para la utilización de la escoria del horno cuchara en la elaboración de cementos., Ciudad de La Habana. Cuba.

Bonilla, D. (2006). Factores de corrección de la resistencia en compresión de prismas de albañilería por efectos de esbeltez. Lima. Perú.

Cerna, A. (2016). Diseño de Mezclas basado en el informe del A.C.I. - Comité 211. Lima.

Corcuera y Vera (2018). Impacto en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a partir de la sustitución de la piedra por ecogravilla de escoria de acero, Trujillo. Perú.

Corporación Aceros Arequipa (2018). Reportes de Sostenibilidad. Lima. Perú

Cuásquer, C. & Altamirano, S. (2015). Evaluación del Uso de escorias de Acero en la producción de Hormigón. Sagolquí. Ecuador.

Decreto Legislativo N° 1278 – MINAM. Decreto legislativo que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos. Congreso de la República del Perú. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-legislativo-que-aprueba-ley-gestion-integral-residuos-solidos>.

DEI (2017), Diccionario Español de Ingeniería, Real Academia de Ingeniería.

DRAE (2017), Diccionario de la lengua española, Real Academia Española.

Drissen, P. Ehrenberg, A.;Kühn, M.; Mudersbach, D. (2009). Recent development in slag treatment and dust recycling. Alemania.

Enciso, P. (2006). Ensayos a la unidad de albañilería. Lima, Perú.

Espinoza y Pejerrey (2018). Propiedades mecánicas del ladrillo con escoria de acero para viviendas unifamiliares, San Juan de Lurigancho – 2018, Lima. Perú

Figuroa, I y Mamani, C. (2019). Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zona rurales. Perú.

Gamboa, O. (2005). Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm², caso específico fuerte-block máquinas N°1 y N°2. Guatemala.

González, M. (2015). Comportamiento y diseño de hormigones estructurales con áridos siderúrgicos EAF. Barcelona. España.

Hernandez, R. (2010). Metodología de la investigación científica. Ciudad de México. México.

Huincho, E. (2011). Concreto de alta resistencia usando aditivo superplastificante, micro sílice y nano sílice con cemento portland Tipo I. Lima. Perú.

IHOBE,S.A. (1999). Libro blanco de minimización de residuos y emisiones de escorias de acería. Gobierno Vasco. España.

Kuroiwa, J. (2016). Manual para la reducción del riesgo sísmico de viviendas en el Perú. Lima. Perú.

Levin, B. (2010). Estadística para administración y economía. México.

Madrid. (2011). Resistencia a la compresión de concretos con escorias de alto horno. Yucatan. México.

Mesa, J. L. (2000). Estudio de la utilización de la escoria del horno cuchara como fundente en el horno de arco eléctrico. Ciudad de La Habana. Cuba

Millones, A. (2008). Estudio de Agregados. Lima. Perú.

Morante, P. (2008). Mejora de la adherencia mortero ladrillo de concreto. Lima. Perú.

Navidi W. (2006), Estadística para ingenieros. México.

Norma Técnica Peruana 399.601. (Ed.). (2016). Unidades de albañilería. Ladrillos de concreto. Lima, Perú: Indecopi.

Norma Técnica Peruana 400.022. (Ed.). (2013). Agregados. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. Lima, Perú: Indecopi.

Norma Técnica Peruana 399.604. (Ed.). (2002). Unidades de Albañilería. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. Lima, Perú: Indecopi.

Norma Técnica Peruana 400.012. (Ed.). (2001). Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú: Indecopi.

Norma Técnica Peruana 339.185. (Ed.). (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, Perú: Indecopi.

Norma Técnica Peruana 399.621. (Ed.). (2004). Unidades de albañilería. Método de ensayo a compresión diagonal en muretes de albañilería. Lima, Perú: Indecopi.

Pérez, Y. (2015). Estudio de durabilidad del hormigón con áridos siderúrgicos de horno de arco eléctrico. Barcelona. España.

Pérez, T. (2016) Comportamiento físico -mecánico del ladrillo de concreto tipo iv. Lima. Perú

Reglamento Nacional de Edificaciones, 2006. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento y SENCICO. Norma Técnica de Edificaciones E.070 Albañilería. Lima - Perú.

San Bartolomé. (2005). Componentes de la albañilería. Lima, Perú.

San Bartolomé y Morante. (2012). Estudio de la adherencia mortero - ladrillo de concreto vibrado en tres técnicas de construcción. Lima, Perú.

San Bartolomé, Rider, Gutiérrez, Velásquez y Quintanilla. (2009). Albañilería Armada Construida con Bloques de Concreto Vibrado. Lima, Perú.

San Bartolomé, Quiun y Silva. (2018). Diseño y construcción de estructuras sismorresistentes de Albañilería 2da edición. Lima, Perú.

Priestley M.J.N. (1986). Seismic Design of concrete masonry shearwalls, en ACI journal.Volumen 83, numero 1. Farmington Hills,MI: American Concrete Institute.

Standard test methods for sampling and testing concrete masonry units and related units, 2003.

ANGULO, S. C.; ZORDAN, S. E; JOHN, V. M. Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil. 2002.

MÜLLER, J. W. (1984), en *Precision measurement and fundamental constants II*, Taylor, B. N., y Phillips, W. D., eds., Natl. Bur. Stand. (U. S.) Spec. Publ. 617, US GPO (Washington, D. C.), 375-381.

Lutz H. Benner, Wilhelm W. Coldewey. "New Methods for Handling of Tailings". International Mining and Environment Congress: Clean Technology: Third Millennium Challenge. 12th-16 th, July 1999, Lima-Perú

Blondet, M., Torrealva, D., García, G. V., Ginocchio, F. & Madueño, I. Using industrial materials for the construction of safe adobe houses in seismic areas. In Proceedings of Earth Build 2005 Conference. Sydney, Australia, 2005

ANEXOS



Puerta principal de la Planta de Aceros Arequipa



Entrega de la donación de escoria de acero.



ACTA DE DONACIÓN DE RESIDUOS

Gestión de medio ambiente

MAGR06-E001

Fecha de vigencia:
2017/04

Versión:
02

Aprobado por:
ALP



Corporación Aceros Arequipa S.A.

ACTA DE DONACIÓN DE RESIDUOS
N° 002

Pisco, 17 de setiembre del 2020.

Sr. Roberto Michael Yantas Rivera
DNI: 40489816

Por el presente documento Corporación Aceros Arequipa S.A, representado por el Ing. José Alexis Luján Pérez, Jefe de Medio Ambiente, transfiere gratuitamente en calidad de donación 390 kilos de eco gravilla al Sr. Roberto Michael Yantas Rivera identificado con DNI N° 40489816.

La presente donación tiene como finalidad ser aprovechada en las pruebas de la tesis "Elaboración de Ladrillos con escoria de acero de horno eléctrico para el diseño de viviendas de albañería confinada Ate 2020".

Por lo tanto, cabe indicar bajo ninguna circunstancia esta donación deberá comercializarse ni ser utilizada para otros fines.

En fecha 17 setiembre del 2020, se firma el presente documento entre el Sr. Roberto Michael Yantas Rivera y el representante de Corporación Aceros Arequipa S.A.

JOSE ALEXIS LUJÁN PEREZ
DONANTE

Roberto Michael Yantas Rivera
DNI 40489816
BENEFICIARIO

Lima, Av. Antonio Miró Quesada N° 425, Piso 17, Magdalena del Mar, Lima 17 - Perú - Tel (51 01) 517 1800.
Arequipa, Calle Jacinto Ribez 111, Pave. Industrial - Arequipa - Perú - Tel (51-054) 33 7430
Pisco, Panamericana Sur Km. 240 - Ica - Perú - Tel (51-055) 58 0930.
Registro de Personas Jurídicas del Callao, Partida Electrónica N° 70527947.

www.acerosarequipa.com

Elige Seguridad

Acta de donación de residuos.

Señor Ingeniero

Presente.

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y a la vez manifestarle que, conoedor de su trayectoria académica y profesional, molesto su atención al elegirlo como JUEZ EXPERTO para revisar el contenido del instrumento que pretendo utilizar en la Tesis para optar el grado de Bachiller en Ingeniería Civil, por la Facultad de Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil. El instrumento tiene como objetivo medir la Variable independiente: Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionados de escoria de acero y la variable dependiente: Uso clasificado en edificaciones, por lo que, con la finalidad de determinar la validez de su contenido, solicito marcar con una X el grado de evaluación a los indicadores para los ítems del instrumento, de acuerdo a su amplia experiencia y conocimientos. Se adjunta el instrumento y la matriz de operacionalización de la variable considerando dimensiones, indicadores y escala de medición. Agradezco anticipadamente su colaboración y estoy seguro que su opinión y criterio de experto servirán para los fines propuestos.

Atentamente.

Roberto Michael Yantas Rivera

DNI 40489816

Cod. 6500022696

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN
I. DATOS GENERALES:

- 1.1 Apellidos y Nombres del validador: Mg. Ing.
- 1.2 Cargo e Institución laboral:
- 1.3 Especialidad: Ingeniero Civil
- 1.4 Título de Investigación: Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionando escorias de acero para uso clasificado en edificaciones de interés social Ate 2021
- 1.5 Autor del Instrumento: Roberto Michael Yantas Rivera.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
		1	2	3	4	5
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
4. Organización	Existe una conexión lógica entre variables e indicadores.					
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos y científicos.					
8. Coherencia	Entre sus índices, indicadores y dimensiones.					
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de investigación.					
Promedio de validación						

Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionando escorias de acero para uso clasificado en edificaciones de interés social Ate 2021
RESPUESTAS AL INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

	Item 1 Claridad	Item 2 Objetividad	Item 3 Actualidad	Item 4 Organización	Item 5 Suficiencia	Item 6 Internación	Item 7 Consistenci	Item 8 Coherencia	Item 9 Metodología	Item 10 Pertinencia
Experto 1	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5
Experto 2	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5
Experto 3	5	5	5	4	5	4	5	4	5	5
Experto 4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3
Experto 5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5

Item 1
Item 2
Item 3
Item 4
Item 5

CLARIDAD
OBJETIVIDAD
ACTUALIDAD
ORGANIZACIÓN
SUFICIENCIA

Item 6
Item 7
Item 8
Item 9
Item 10

INTERNACIONALIDAD
CONSISTENCIA
COHERENCIA
METODOLOGIA
PERTINENCIA

Mínimo	Categoría:	N° de jueces:
1	4	5

DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1	2	3	4	5

RESPUESTAS DICOTOMICAS A LA EVALUACION DE LOS INSTRUMENTOS DE INVESTIGACION POR JUICIO DE EXPERTOS

	Item 1 Claridad	Item 2 Objetividad	Item 3 Actualidad	Item 4 Organización	Item 5 Suficiencia	Item 6 Internación	Item 7 Consistenci	Item 8 Coherencia	Item 9 Metodología	Item 10 Pertinencia
Experto 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Experto 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Suma	3.75	4.50	4.50	4.25	3.50	4.25	4.75	4.25	4.25	4.50
V de Aiken	0.75	0.9	0.9	0.85	0.7	0.85	0.95	0.85	0.85	0.9

V de Aiken:	0.85
-------------	------

Validación del informe de opinión de expertos



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
 DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

CODIGO DE PLANILLA:

GRANULOMETRIA

GRANULOMETRIA				DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD		DETERMINACION DEL PESO ESPECIFICO Y % ABSORCION		DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO			
AGREGADO FINO (gr)		AGREGADO GRUESO (gr)		AGREGADO FINO (gr)	AGREGADO GRUESO (gr)	AGREGADO FINO (gr)		AGREGADO FINO (gr)		AGREGADO GRUESO (gr)	
MALLA	PESO RETENIDO	MALLA	PESO RETENIDO								
3/8"		3"		PESO HUMEDO (P _h)			W1: Peso saturado superficie seca del agregado fino		Peso del material suelto (M _s)		Peso del material suelto (M _s)
Nº 4		2 1/2"					W2: Picnometro + agua				
Nº 8		2"		PESO SECO (P _s)			W3: Picnometro+ agua+ muestra		Peso del material compactado (M _c)		Peso del material compactado (M _c)
Nº 16		1 1/2"					W: peso seco del agregado fino				
Nº 30		1"		PESO SUGERIDO			AGREGADO GRUESO (gr)				
Nº 50		3/4"					W _s : Muestra saturada con superficie seca del agregado grueso				
Nº 100		1/2"					W _a : peso de la muestra en el agua		NOTAS: * la cantidad sugerida sera de 125% a 200% de la cantidad requerida del recipiente (6kg aproximadamente por cada tipo de material con recipiente de volumen 0.00279 m ³)		
Fondo		3/8"					W _{seco} : peso seco del agregado grueso				
		Nº4					NOTAS: *peso sugenido del agregado fino 1000 g *Para el agregado grueso descartar el matrial que pase la malla N ^o 4 *La cantidad de material de agregao grueso depende de su granulometria (ver en la norma)				
		FONDO					*La cantidad de material de agregao grueso depende de su granulometria (ver en la norma)				
PESO TOTAL RETENIDO		PESO TOTAL RETENIDO									
PESO INICIAL MUESTRA EN gr.		PESO INICIAL MUESTRA EN gr.									
PESO SUGERIDO		PESO SUGERIDO									

NOTAS: *Para agregado fino 300 g minimo (luego del secado)
 *Ver tabla en la norma

Ficha de control de ensayos.

Anexo: Trabajo de laboratorio.



Cuarteo de la escoria de acero.



Saturación de muestras.



Locación para la elaboración de ladrillos.



Herramientas utilizadas.



Probetas cubicas de 2 pulgadas de arista



Producción de ladrillos



Análisis físicos a los ladrillos en el laboratorio



Ladrillos elaborados a base de mortero y codificados para su análisis físico.



Ensayo a la compresión de los ladrillos elaborados.



Ensayo a compresión de las pilas de ladrillos.

Anexo: Informes de laboratorio



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS: LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"VARIACION DIMENSIONAL EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	LARGO (cm)	ALTURA (cm)	ANCHO (cm)
M-1	22.9	9.0	13.1
M-2	23.0	9.1	12.9
M-3	22.9	9.2	12.8
M-4	22.9	9.1	12.9
M-5	22.7	9.0	13.1
MEDIDA DEL PROMEDIO	22.9	9.1	12.9

VARIACION (%)	1	-1	0
------------------	---	----	---

$$V\% = (DE - MP) / DE \times 100$$

Donde:

DE : DIMENSION ESPECIFICADA

PF : MEDIDA PROMEDIO

V%: VARIACION DIMENSIONAL

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ

JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"VARIACION DIMENSIONAL EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA	LARGO	ALTURA	ANCHO
LADRILLO	(cm)	(cm)	(cm)
M-1	22.9	9.0	13.1
M-2	22.9	8.9	13.2
M-3	23.0	9.2	13.0
M-4	23.1	9.0	13.0
M-5	22.9	9.0	13.1
MEDIDA DEL PROMEDIO	23.0	9.0	13.1

VARIACION (%)			
	0	0	0

$$V\% = (DE - MP) / DE \times 100$$

Donde:

DE: DIMENSION ESPECIFICADA

PF: MEDIDA PROMEDIO

V%: VARIACION DIMENSIONAL

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ

JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"VARIACION DIMENSIONAL EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA	LARGO	ALTURA	ANCHO
LADRILLO	(cm)	(cm)	(cm)
M-1	22.9	9.0	13.1
M-2	22.9	9.0	12.9
M-3	22.8	9.2	12.8
M-4	23.0	9.1	13.0
M-5	22.7	9.0	13.1
MEDIDA DEL PROMEDIO	22.9	9.0	13.0

VARIACION (%)	1	0	0
---------------	---	---	---

$$V\% = (DE - MP) / DE \times 100$$

Donde:

DE : DIMENSION ESPECIFICADA

PF : MEDIDA PROMEDIO

V%: VARIACION DIMENSIONAL

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ

JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION
INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"VARIACION DIMENSIONAL EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA	LARGO	ALTURA	ANCHO
LADRILLO	(cm)	(cm)	(cm)
M-1	22.9	9.0	13.1
M-2	22.9	9.0	12.9
M-3	22.8	9.2	12.8
M-4	23.0	9.1	13.0
M-5	22.7	9.0	13.1
MEDIDA DEL PROMEDIO	22.9	9.0	13.0

VARIACION (%)	1	0	0
---------------	---	---	---

$$V\% = (DE - MP) / DE \times 100$$

Donde:

DE : DIMENSION ESPECIFICADA
PF : MEDIDA PROMEDIO
V%: VARIACION DIMENSIONAL

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ

JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"ROTURA DE LADRILLOS POR PILA (f'm)"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.90	12.90	9.10	208.39	18653.8	89.51
M-2	22.90	13.00	8.90	203.81	19024.7	93.35
M-3	23.00	12.90	8.80	202.40	18671.1	92.25
PROMEDIO	22.93	12.93	8.93	204.87	18783.2	91.70

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"ROTURA DE LADRILLOS POR PILA (f' m)"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.90	12.90	9.10	208.39	11473.9	55.06
M-2	22.90	12.90	8.90	203.81	11292.6	55.41
M-3	23.00	13.00	8.80	202.40	11625.8	57.44
PROMEDIO	22.93	12.93	8.93	204.87	11464.1	55.97

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"ROTURA DE LADRILLOS POR PILA (f' m)"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.90	12.90	9.10	208.39	11473.9	55.06
M-2	22.90	12.90	8.90	203.81	11292.6	55.41
M-3	23.00	13.00	8.80	202.40	11625.8	57.44
PROMEDIO	22.93	12.93	8.93	204.87	11464.1	55.97

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN
INFORME N° 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE: : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO: : TESIS DE GRADO
UBICACION: : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION: : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION: : La Molina, 1 de Octubre de 2020
MUESTRA: : CANTERA HUACHIPA - ARENA 1

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M : Peso del material suelto 3.491 kg.
V_r : Volumen del recipiente 0,0029 m³
 $\gamma_s(A.F.) =$: Peso volumetrico suelto kg/m³

$\gamma_s(A.F.) = 1263,79$

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

donde:

$\% H$: humedad natural
P_h : peso humedo 431,9 gr.
P_s : peso seco 423,9 gr.

$\% H(A.F.) = 1,89$

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN
INFORME N° 034 - 20 LP y EM-UNALM

SOLICITANTE: : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO: : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN: : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCIÓN: : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISIÓN: : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : ESCORIA DE ACERO - CAASA 2

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M : Peso del material suelto 3.523 kg.
V_r : Volumen del recipiente 0.002488 m³
 $\gamma_s(A.F.)$ = : Peso volumetrico suelto kg/m³

$$\gamma_s(A.F.) = 1415.88$$

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

donde:

% H : humedad natural
P_h : peso humedo 462.8 gr.
P_s : peso seco 458.4 gr.

$$\% H(A.F.) = 0.96$$

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN
INFORME N° 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE: : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO: : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN: : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCIÓN: : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISIÓN: : La Molina, 1 de Octubre de 2020
MUESTRA: : ESCORIA DE ACERO - CAASA 1

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M : Peso del material suelto 3.184 kg.
V_r : Volumen del recipiente 0.002488 m³
 $\gamma_s(A.F.)$: Peso volumetrico suelto kg/m³

$\gamma_s(A.F.) = 1279.90$

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

donde:

% H : humedad natural
P_h : peso humedo 491.5 gr.
P_s : peso seco 486.7 gr.

$\% H(A.F.) = 0.99$

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 034 - 20 LP y EM-UNALM

SOLICITANTE: : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO: : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN: : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCIÓN : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISIÓN : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : CANTERA HUACHIPA - ARENA2

DETERMINACION DEL PESO VOLUMETRICO-NTP 400.017

PESO VOLUMETRICO PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\gamma_s(A.F.) = \frac{M_s}{V_r}$$

M : Peso del material suelto 3.670 kg.
V_r : Volumen del recipiente 0.00279 m³
 $\gamma_s(A.F.)$ = : Peso volumetrico suelto kg/m³

$$\gamma_s(A.F.) = 1315.41$$

DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD-NTP 339.185

PARA EL AGREGADO FINO (A.F.)

$$\% H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

donde:

% H : humedad natural
P_h : peso humedo 511.9 gr.
P_s : peso seco 500.6 gr.

$$\% H (A.F.) = 2.26$$

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° _ 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020
MUESTRA : CANTERA HUACHIPA - ARENA2

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$Pe_{SSS} = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	484.9	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	695.5	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	1005.4	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	2.63
Pe =	2.55
% A =	3.11

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN
INFORME N°_ 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : CANTERA HUACHIPA - ARENA 1

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$Pe\ SSS = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	488.8	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	839.6	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	950.5	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	2.64
Pe =	2.58
% A =	2.28

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 034 - 20 LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : ESCORIA DE ACERO - CAASA 2

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$Pe_{SSS} = \frac{W1}{W1+W2-W3}$$

$$Pe = \frac{W}{W1+W2-W3}$$

$$\% A = \frac{W1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	498,2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500,0	gr.
W2	: Picnometro + agua	639,4	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	986,4	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	3,31
Pe =	3,30
% A =	0,38

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

INFORME N° 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACION : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020
MUESTRA : ESCORIA DE ACERO - CAASA 1

DETERMINACION DE PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION NTP 400.021 / 400.022

AGREGADO FINO

$$P_e SSS = \frac{W_1}{W_1 + W_2 - W_3}$$

$$P_e = \frac{W}{W_1 + W_2 - W_3}$$

$$\% A = \frac{W_1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W	: Peso seco del agregado fino	496.2	gr.
W1	: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	500.0	gr.
W2	: Picnometro + agua	639.1	gr.
W3	: Picnometro + agua + muestra	986.7	gr.

PARA EL AGREGADO FINO

Pe SSS =	3,28
Pe =	3,26
% A =	0,77

Observación: Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

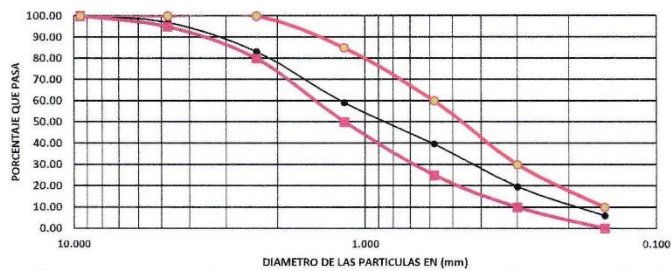
INFORME N° _ 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : CANTERA HUACHIPA - ARENA 1

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	14.30	3.02	3.02	96.98
Nº 8	2.360	65.30	13.78	16.79	83.21
Nº 16	1.180	114.70	24.20	40.99	59.01
Nº 30	0.580	91.50	19.30	60.30	39.70
Nº 50	0.300	95.30	20.11	80.40	19.60
Nº 100	0.150	64.30	13.57	93.97	6.03
FONDO		28.60	6.03	100.00	0.00
TOTAL		474.00			



MODULO DE FINURA 2.85

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
Jefe de laboratorio de prueba y ensayo de materiales





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

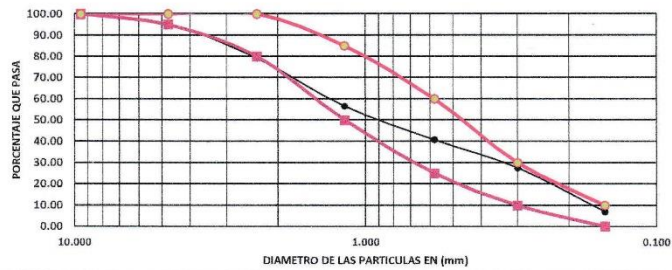
INFORME N° 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : ESCORIA DE ACERO - CAASA - 2

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	18.40	4.59	4.59	95.41
N° 8	2.360	65.00	16.23	20.82	79.18
N° 16	1.180	90.90	22.70	43.52	56.48
N° 30	0.580	63.00	15.73	59.25	40.75
N° 50	0.300	52.90	13.21	72.46	27.54
N° 100	0.150	82.70	20.85	93.11	6.89
FONDO		27.60	6.89	100.00	0.00
TOTAL		400.50			



MODULO DE FINURA 2.94

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
Jefe de laboratorio de prueba y ensayo de materiales





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

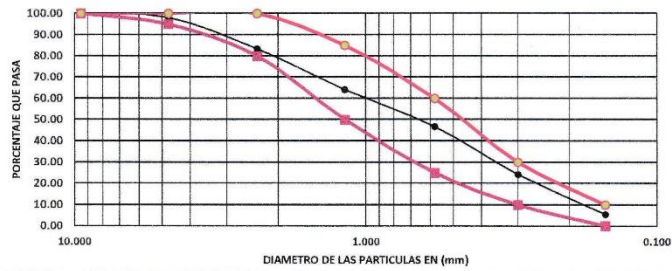
INFORME N° _ 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : ESCORIA DE ACERO - CAASA - 1

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	8.40	1.84	1.84	98.16
Nº 8	2.360	67.30	14.78	16.63	83.37
Nº 16	1.180	87.80	19.28	35.91	64.09
Nº 30	0.580	79.00	17.35	53.26	46.74
Nº 50	0.300	102.40	22.49	75.75	24.25
Nº 100	0.150	85.30	18.73	94.49	5.51
FONDO		25.10	5.51	100.00	0.00
TOTAL		455.30			



MODULO DE FINURA 2.78

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
Jefe de laboratorio de prueba y ensayo de materiales





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCIÓN

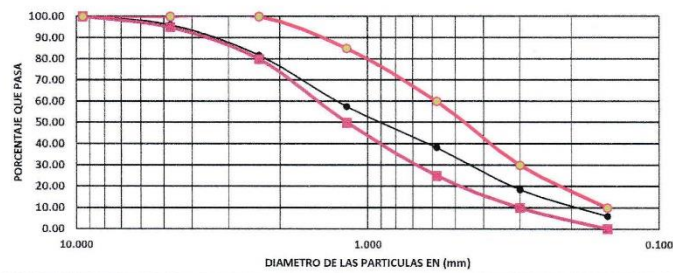
INFORME N° _ 034 - 20' LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA ROBERTO MICHAEL
PROYECTO : TESIS DE GRADO
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 23 de Setiembre de 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 1 de Octubre de 2020

MUESTRA : CANTERA HUACHIPA - ARENA 2

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO-NTP 400.012

MALLA	ABERTURA DE MALLA EN (mm)	PESO RETENIDO EN (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	18.50	3.80	3.80	96.20
Nº 8	2.360	70.20	14.41	18.21	81.79
Nº 16	1.180	118.20	24.27	42.48	57.52
Nº 30	0.580	93.70	19.24	61.72	38.28
Nº 50	0.300	96.30	19.77	81.50	18.50
Nº 100	0.150	60.80	12.48	93.98	6.02
FONDO		29.30	6.02	100.00	0.00
TOTAL		487.00			



MODULO DE FINURA : 3.02

Observación : Los agregados fueron proporcionados e identificados por el solicitante

ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
Jefe de laboratorio de prueba y ensayo de materiales





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS 'IP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"DENSIDAD EN EL LADRILLO"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIONES (cm)			VOLUMEN cm ³	PESO SECO gr	DENSIDAD gr/cm ³
	LARGO	ALTO	ANCHO			
M-1	22.90	9.00	13.10	2699.91	3767.7	1.395
M-2	22.90	9.00	12.90	2658.69	3717.3	1.398
M-3	22.80	9.20	12.80	2684.93	3881.1	1.446
M-4	23.00	9.10	13.00	2720.90	3755.2	1.380
M-5	22.70	9.00	13.10	2676.33	3868.1	1.445

DENSIDAD PROMEDIO 1.413

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"DENSIDAD EN EL LADRILLO"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIONES (cm)			VOLUMEN cm ³	PESO SECO gr	DENSIDAD gr/cm ³
	LARGO	ALTO	ANCHO			
M-1	22.90	9.00	13.10	2699.91	3843.7	1.424
M-2	23.00	9.10	12.90	2699.97	3838.2	1.422
M-3	22.90	9.20	12.80	2696.70	3836.0	1.422
M-4	22.90	9.10	12.90	2688.23	3810.0	1.417
M-5	22.70	9.00	13.10	2676.33	3768.0	1.408

DENSIDAD PROMEDIO 1.419

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS 'LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"DENSIDAD EN EL LADRILLO"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIONES (cm)			VOLUMEN cm ³	PESO SECO gr	DENSIDAD gr/cm ³
	LARGO	ALTO	ANCHO			
M-1	22.90	9.00	13.10	2699.91	3587.7	1.329
M-2	22.90	8.90	13.20	2690.29	3677.3	1.367
M-3	23.00	9.20	13.00	2750.80	3591.1	1.305
M-4	23.10	9.00	13.00	2702.70	3655.2	1.352
M-5	22.90	9.00	13.10	2699.91	3668.1	1.359

DENSIDAD PROMEDIO **1.342**

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP Y EM-UNALM

SOLICITANTE: : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA: : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD (F'B) - NTP 339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.9	9.0	13.1	300.9	51536.9	171.28
M-2	23.0	9.1	12.9	297.0	50773.7	170.98
M-3	22.9	9.2	12.8	293.4	48531.9	165.43
M-4	22.9	9.1	12.9	294.2	51174.2	173.95
M-5	22.7	9.0	13.1	296.5	49250.3	166.12
PROMEDIO	22.9	9.0	13.0	296.38	50253.4	169.55

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ

JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS' LP Y EM-UNALM

SOLICITANTE: : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA: : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD (F'B) - NTP 339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.9	9.0	13.1	300.9	15283.0	50.79
M-2	22.9	8.9	13.2	301.1	14081.6	46.76
M-3	23.0	9.2	13.0	298.4	14518.7	48.66
M-4	23.1	9.0	13.0	299.7	14866.2	49.61
M-5	22.9	9.0	13.1	299.7	15034.3	50.16
PROMEDIO	23.0	9.0	13.1	299.95	14756.8	49.20

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEolos

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ

JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION
INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020
FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"RESISTENCIA A LA COMPRESION POR UNIDAD (F'B) - NTP 339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	AREA cm ²	CARGA kg	RESISTENCIA kg/cm ²
M-1	22.9	9.0	13.1	300.9	36863.3	122.51
M-2	22.9	9.0	12.9	296.0	36603.5	123.67
M-3	22.8	9.2	12.8	292.7	35916.7	122.70
M-4	23.0	9.1	13.0	298.7	36712.5	122.92
M-5	22.7	9.0	13.1	296.5	36410.9	122.81
PROMEDIO	22.9	9.0	13.0	296.95	36501.4	122.92

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ

JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION
INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"ALABEO EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	CARA SUPERIOR (mm)		CARA INFERIOR (mm)	
	CONCAVO	CONVEXO	CONCAVO	CONVEXO
M-1	0.0	0.8	0.5	0.0
M-2	0.8	0.0	1.0	0.0
M-3	1.4	0.0	0.0	0.6
M-4	0.0	0.6	0.9	0.0
M-5	0.0	0.0	0.0	0.5
PROMEDIO	0.4	0.3	0.5	0.2

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VÁSQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE
MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA TESIS DE GRADO

UBICACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION La Molina, 30 de noviembre del 2020

"PORCENTAJE DE ABSORCION MAXIMA EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO EN AGUA FRIA (gr)	ABSORCIÓN (%)
M-1	3587.7	4036.2	12.3
M-2	3677.3	4129.4	12.3
M-3	3591.1	3984.2	10.9
M-4	3655.2	4112.9	12.5
M-5	3668.1	4015.5	9.5
PROMEDIO			11.5

$$\%Abs. = (\text{PESO SATURADO} - \text{PESO SECO}) / (\text{PESO SECO}) \times 100$$

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA TESIS DE GRADO

UBICACION UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FECHA DE RECEPCION La Molina, 27 de noviembre del 2020
FECHA DE EMISION La Molina, 30 de noviembre del 2020

"PORCENTAJE DE ABSORCION MAXIMA EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO EN AGUA FRIA (gr)	ABSORCION (%)
M-1	3767.7	4216.2	11.9
M-2	3717.3	4195.3	12.9
M-3	3881.1	4354.4	12.2
M-4	3755.2	4209.1	12.1
M-5	3868.1	4323.5	11.8
PROMEDIO			12.2

$$\%Abs. = (\text{PESO SATURADO} - \text{PESO SECO}) / (\text{PESO SECO}) \times 100$$

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
DEPARTAMENTO DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y CONSTRUCCION

INFORME DE TESIS LP y EM-UNALM

SOLICITANTE YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA TESIS DE GRADO

UBICACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION La Molina, 30 de noviembre del 2020

"PORCENTAJE DE ABSORCION MAXIMA EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	PESO SECO (gr)	PESO SATURADO EN AGUA FRIA (gr)	ABSORCIÓN (%)
M-1	3843.7	4208.1	9.3
M-2	3838.2	4195.2	9.3
M-3	3836.0	4186.4	9.1
M-4	3810.0	4095.0	7.5
M-5	3768.0	4010.5	6.4
PROMEDIO			8.4

$$\%Abs. = (PESO SATURADO - PESO SECO)/(PESO SECO) \times 100$$

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.

ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES
LABORATORIO DE PRUEBA Y ENSAYO DE MATERIALES

INFORME DE TESIS 'LP y EM-UNALM

SOLICITANTE : YANTAS RIVERA, ROBERTO MICHAEL

OBRA : TESIS DE GRADO

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FECHA DE RECEPCION : La Molina, 27 de noviembre del 2020

FECHA DE EMISION : La Molina, 30 de noviembre del 2020

"DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE VACIOS EN LADRILLOS - NTP.339.613"

RESULTADOS DEL ENSAYO

MUESTRA LADRILLO	DIMENSIÓN DEL LADRILLO				PESO ARENA EL EL HUECO			% VACIOS
	LARGO cm	ALTO cm	ANCHO cm	VOLUMEN TOTAL cm ³	PESO ARENA EL EL HUECO g	DENSIDAD (g/cm ³)	VOLUMEN TOTAL DE HUECO cm ³	
M-1	22.9	9.0	13.1	2693.0	920.8	1.48	621.7	23
M-2	22.9	8.9	13.2	2692.7	943.0		636.7	24
M-3	23.0	9.2	13.0	2730.6	977.0		659.6	24
M-4	23.1	9.0	13.0	2699.8	978.0		660.3	24
M-5	22.9	9.0	13.1	2705.4	977.8		660.2	24
PROMEDIO	23.0	9.0	13.1	2704.3				24

LADRILLOS A BASE DE MORTERO CON ALVEOLOS

Observación: Las Muestras fueron proporcionadas e identificadas por el solicitante.



ING. ALFONSO CERNA VASQUEZ
JEFE RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE PRUEBAS Y ENSAYOS DE
MATERIALES

Anexo: Matriz de Consistencia

Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionando escorias de acero para uso clasificado en edificaciones de interés social Ate 2021

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			METODOLOGÍA	
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	INDICADOR		
¿Cuáles son las propiedades mecánicas de los ladrillos con escorias de acero para su clasificación en edificaciones de interés social Ate 2021?	Evaluar las propiedades mecánicas de los ladrillos con escoria de acero clasificando su uso en edificaciones de interés social	Evaluando adecuadamente las propiedades mecánicas de ladrillos con escoria de acero se podrá clasificar su uso en edificaciones de interés social.	Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionados de escoria de acero	Propiedades Físicas	Análisis granulométrico	TIPO DE ESTUDIO: Aplicada, ya que se realizarán diferentes ensayos.	
					Contenido de humedad		
					Peso específico		
					Peso unitario		
				Rango de experimentación	0%		DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental, se manipula intencionalmente variable independiente
					15%		
					25%		
35%							
50%							
75%							
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE				
¿Cuál será la dosificación óptima de las combinaciones de escoria de acero con el cemento portland para determinar la resistencia a la compresión de los ladrillos?	Determinar la dosificación óptima de las combinaciones de escoria de acero en reemplazo al agregado fino con el cemento portland para clasificar su uso en edificaciones de interés social.	La dosis óptima es del 40% para la combinación de escorias de acero en reemplazo al agregado fino con el cemento portland para determinar la resistencia a la compresión de los ladrillos y clasificar su uso en edificaciones de interés social.	Uso clasificado en edificaciones	Material de diseño	Escorias de acero	MÉTODO DE INVESTIGACION Cuantitativo experimental y se fundamenta en la replicación del fenómeno estudiado en un ambiente controlado	
					Agregados		
				Cemento	POBLACION: 222 ladrillos, elaborados con escoria de horno eléctrico según el rango de experimentación propuesto		
Agua							
Variación							
¿En qué medida las características de la escoria de acero influyen en las propiedades mecánicas del ladrillo?	Estimar las características de las escorias de acero y su influencia en las propiedades mecánicas del ladrillo para su clasificación en edificaciones de interés social.	Las características de las escorias de acero refuerzan las propiedades mecánicas del ladrillo para su clasificación en edificaciones de interés social.	Uso clasificado en edificaciones	Propiedades físicas	Alabeo	MUESTREO de juicio, se emplea el conocimiento y la opinión personal para identificar a los elementos de la población.	
					Absorción		
					Porcentaje de vacíos		
				Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión de unidades de albañilería		MUESTRA: La muestra considerada serán los ladrillos de concreto, las pilas y los muretes que serán ensayados en laboratorios certificados.
Resistencia a la compresión por pilas							

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo: Matriz de Operacionalización de Variables

Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionando escorias de acero para uso clasificado en edificaciones de interés social Ate 2021

INDEPENDIENTE	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	Unidad de Medida
Evaluación de propiedades mecánicas en ladrillos adicionados de escoria de acero	Se llaman ladrillos cuando pueden ser manipulados y asentados con una sola mano y son usados en la albañilería confinada cuyas dimensiones comunes son de 11 a 14 cm de ancho, de 23 a 29cm de largo, de 6 a 9cm de altura y cuyo peso oscila entre 3 y 6 kg (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018,p.37).	Unidad de albañilería de unas dimensiones modulares que se encuentran fabricados con cemento portland, agua y agregados, puesto que se puede manipular con una sola mano (NTP 399.601, 2016)	Propiedades Físicas	Análisis granulométrico	%
				Contenido de humedad	% en peso
				Peso específico	g/cm3
				Peso unitario	
			Rango de experimentación	0%	Razón
				15%	
				25%	
				35%	
50%					
75%					
DEPENDIENTE	CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	Unidad de Medida
Uso clasificado en edificaciones	Las características requeridas para el diseño estructural, las que dependen de la variación dimensional, el alabeo y la resistencia a la compresión de la unidad (San Bartolomé, Quiun y Silva, 2018,p.56).	Para efectos del diseño estructural los ladrillos se clasifican en ladrillos tipo I, ladrillos tipo II, ladrillos tipo III, ladrillos tipo IV y ladrillos tipo V (RNE Norma E070 de Albañilería, 2019)	Material de diseño	Escorias de acero	Razón
				Agregados	
				Cemento	
				Agua	
			Propiedades físicas	Variación	Intervalo
				Alabeo	
				Absorción	
			Propiedades mecánicas	Porcentaje de vacíos	Razón
				Resistencia a la compresión de unidades de albañilería	
			Resistencia a la compresión por pilas		

Fuente: Elaboración propia.