

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Uso del ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso en las propiedades de trabajabilidad y resistencia a la compresión de concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$, Juliaca 2020

Tesis para obtener el Título Profesional de ingeniero civil

Autor:

Gleidy Erika Machaca Ala

Asesor:

Ing. Juana Beatriz Aquisé Pari

Juliaca, febrero 2022

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo **Juana Beatriz Aqise Pari**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **“USO DEL LADRILLO ARTESANAL CON EXCESO DE COCCIÓN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F`C=210KG/CM², JULIACA 2020”** del autor **Gleidy Erika Machaca Ala** tiene un índice de similitud de 20% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Juliaca, a los 03 días del mes de agosto del año 2023.



Ing. Juana Beatriz Aqise Pari



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

152

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 10 día(s) del mes de febrero del año 2022, siendo las 19:00 horas, se reunieron en el Salón de Grados y Títulos de la Universidad Peruana Unión, Filial Juliaca, bajo la dirección del Señor Presidente del Jurado: Ing. Ruben Fitzgerald Sosa Squisse, secretario: Mg. Efraim Velazquez Mamani, el miembros: Ing. Nelson Duberly Pari Luisi Ing. Rina Luzmeri Yampara Bicono y los demás

y el asesor: Ing. Luana Beatriz Squisse Pari con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulada: Uso del ladrillo artesanal con exceso de coacción como sustituto parcial del aguedado grueso en las propiedades de trabajabilidad y resistencia a la compresión de concreto f'c = 210 kg/cm², Juliaca 2020 de el(los)/a(las) bachiller(es): a) Gleidy Erika Machacca Ala b)

Ingeniero Civil
(Nombre del Título Profesional)

conducente a la obtención del título profesional de

con mención en

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (los)/a(la)(las) candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por el(los)/a(la)(las) candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato (a): Gleidy Erika Machacca Ala

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>17</u>	<u>B+</u>	<u>Muy Bueno</u>	<u>Sobresaliente</u>

Candidato (b):

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al(los)/a(la)(las) candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

[Firma]
Presidente
[Firma]
Asesor
[Firma]
Candidato/a (a)

Miembro

[Firma]
Secretario
[Firma]
Miembro

Candidato/a (b)

Dedicatoria

A Dios, por ser mi guía, por estar presente en los buenos y malos tiempos, guiándome y sosteniéndome. Agradecer por todas las bendiciones que ha derramado sobre mi vida.

A mi madre Yobana Ala Olarte, que ha estado en todo momento de manera incondicional, brindándome siempre una palabra de aliento para culminar mi profesión. Gracias a mi madre por creer y confiar en mí.

Agradecimiento

Agradezco a la Ingeniero Beatriz Aquisé Pari, por compartir los conocimientos en ingeniería civil en las aulas universitarias, por su dedicación y esmero al enseñar, motivándome así ejecutar una investigación en tecnología de materiales, muchas gracias por sus enseñanzas por su tiempo y paciencia al revisar el proyecto de investigación, gracias por su guía en la culminación del proyecto de investigación.

Índice General

Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice General	vi
Índice de figuras	x
Índice de Tablas	xi
Resumen	xiv
Abstract	xv
Capitulo I. El problema	16
1.1 Situación Problemática.....	16
1.2 Formulación Del Problema	17
1.2.1 Problema General.....	17
1.2.2 Problemas Específicos	17
1.3. Objetivos de la Investigación	17
1.3.1. Objetivo General	17
1.3.2. Objetivos Específicos.....	17
1.4. Justificación de la Investigación	18
1.4.1. Justificación Social.....	19
1.4.2. Justificación Económica.....	20
1.4.3. Justificación Técnica	20
1.4.4. Justificación Ambiental.....	20
Capitulo II. Marco Teórico	21
2.1 Antecedentes De Investigación	21
2.1.1. Antecedentes Internacionales	21
2.1.2. Antecedentes Nacionales	22

2.2. Ladrillo reciclado y su efecto en las propiedades del concreto fresco y endurecido.....	23
2.2.1. Efectos del ladrillo en el concreto fresco	23
2.2.2. Efectos del ladrillo en el Concreto Endurecido.....	24
2.2.3. Trabajabilidad	25
2.2.4. Contenido de Aire	26
2.2.5. Peso Unitario.....	26
2.2.6. Resistencia a la Compresión	26
2.2.7. Resistencia a la Tracción.....	26
2.2.8. Absorción del Concreto.....	27
2.3. Características del ladrillo triturado según especificaciones normalizadas NTP 400.037 para agregados	27
2.4. Ensayo De Resistencia A Compresión.....	28
2.4.1. Definición.....	28
2.4.2. Importancia	28
2.4.3. Especímenes para ensayo	29
2.4.4. Equipo	29
2.4.5. Procedimiento de ensayo.....	29
2.5. Análisis estadístico.....	30
2.6. Diseño De Mezcla De Concreto.....	30
2.6.1. Importancia de la Dosificación de las Mezclas.....	30
Capítulo III. Materiales Y Métodos	31
3.1. Metodología y tipo de Investigación.....	31
3.1.1. Diseño De Investigación	31
3.1.2. Metodología de Investigación	32
3.2. Muestra de Estudio.....	32
3.2.1. Tamaño de muestra	32
3.3. Formulación De Hipótesis.....	33

3.3.1. Hipótesis General	33
3.3.2 Hipótesis Específica	33
3.4. Variables de Estudio	34
3.4.1. Variable Independiente	34
3.4.2. Variable dependiente.....	34
3.5. Procedimiento de la investigación	34
3.5.1. Materiales	35
3.5.1.1. Agregado Grueso	35
3.5.1.2. Agregado Fino.....	35
3.5.1.3 Ladrillo con exceso de cocción	36
3.6. Diseño de Mezcla.....	36
3.6.1. Método de diseño ACI	36
3.6.2. Diseño de mezcla de concreto para diferentes porcentajes de ladrillo reciclado.....	36
3.5.1.1.2. Agregado Grueso	41
3.5.1.1.3. Ladrillo Reciclado.....	44
3.4.1.1.4. Cemento Utilizado	47
3.5.1.1.5. Agua	47
3.5.1.1.7 Método de diseño del ACI	47
3.5.1.1.8. Selección de la resistencia promedio	50
3.5.3. Diseño de mezclas de concreto para diferentes porcentajes de ladrillo reciclado.....	50
Capítulo IV Resultados y Discusión	51
4.1. Presentación de Resultados	51
4.1.1. Trabajabilidad	51
4.1.2. Resistencia a la compresión	52
4.2. Interpretación De Resultados	58
4.2.1 Agregados Agregado fino	59

4.2.2. Ladrillo Reciclado.....	59
4.3. Propiedades Del Concreto En Estado Fresco.....	60
4.4. Propiedades Del Concreto En Estado Endurecido.....	60
4.6. Prueba De Hipótesis.....	61
4.6.1. Prueba de hipótesis para la resistencia a la compresión del concreto.....	62
4.7. Análisis de costo.....	72
Capítulo V: Conclusiones Y Recomendaciones.....	75
Referencias.....	78
Anexos	80

Índice de figuras

Figura1	Diseño de la Investigación Fuente: Elaboración Propia 2019.	31
Figura2	Material de Cantera-Agregado Grueso	35
Figura3	Material de Cantera Agregado Fino.....	35
	36	
Figura4	Material de Cantera – Ladrillo con exceso de cocción Reciclado.....	36
Figura5	Curva Granulométrica de agregado Fino.....	37
Figura6	Granulometría del Agregado Fino	37
Figura7	Ensayo de Peso Unitario	39
Figura8	Ensayo de Peso Especifico.....	41
Figura9	Curva Granulométrica de agregado Grueso.....	42
Figura10	Granulometría Agregado Grueso.....	42
Figura11	Curva Granulométrica de ladrillo Reciclado	45
Figura12	Ladrillo con exceso de cocción reciclado	45
Figura13	Cantidad de materiales con porcentajes de ladrillo por m3 según Diseño de mezcla ACI.....	49
Figura14	Cantidad de materiales con porcentajes de ladrillo por m3 según Diseño de mezcla ACI.....	49
Figura15	forma de asentamiento en reemplazo de porcentajes 20%,30%,40%,50.....	51
Figura16	Resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de ladrillo.	61
Figura17	Valor Critico	63
Figura18	Valor Critico	66
Figura19	Valor critico	69
Figura20	Valor Critico	71

Índice de Tablas

Tabla1	Requisitos según normativa	28
Tabla2	Muestras de Estudio de Investigación.....	33
Tabla3	Operacionalización de variable.....	34
Tabla4	Resultados de Modulo de Fineza	38
Tabla5	Resultados de Contenido de Humedad	38
Tabla6	Resultados de Peso Unitario agregado fino	39
Tabla7	Resultados de Peso Unitario agregado fino	39
Tabla8	Absorción según el método del picnómetro.....	40
Tabla9	Peso específico método del picnómetro.....	40
Tabla10	Resultados de módulo de Fineza.....	42
Tabla11	Resultados de contenido de Humedad	43
Tabla12	Peso Específico y absorción método de la canastilla.....	43
Tabla13	Peso Especifico	43
Tabla14	Peso Especifico	44
Tabla15	Peso Específico	44
Tabla16	Granulometría de ladrillo reciclado	45
Tabla17	Peso específico y absorción	46
Tabla18	Peso específico del ladrillo reciclado.....	46
Tabla19	Resultados de ensayo de Abrasión de los ángeles del ladrillo.....	47
Tabla20	Cantidad de materiales por m3 según Diseño de mezcla ACI.....	48
Tabla21	Cantidad de materiales con porcentajes de ladrillo por m3 según Diseño de mezcla ACI.....	48
Tabla22	Cantidad de muestras para realizar	50
Tabla23	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 0 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.....	52

Tabla24	Resistencia a la compresión del concreto con 0 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción a una edad de 14 días.	53
Tabla25	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 0 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.....	53
Tabla26	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.....	53
Tabla27	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.....	54
Tabla28	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.....	54
Tabla29	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.....	54
Tabla30	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.....	55
Tabla31	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.....	55
Tabla32	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.....	56
Tabla33	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.....	56
Tabla34	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.....	57
Tabla35	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.....	57
Tabla36	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.....	58
Tabla37	Resistencia a la compresión del concreto patrón con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.....	58
Tabla38	Comparación de propiedades del ladrillo reciclado y el agregado grueso.....	60

Resistencia a la compresión con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7,14,28 días	62
Tabla39 Resistencia a la compresión con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7,14,28 días	65
Tabla40 Resistencia a la compresión con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7,14,28 días	68
Tabla41 Resistencia a la compresión con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado	70
Tabla42 Costo de concreto patrón con 0 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción.....	72
Tabla43 Costo de concreto patrón con 20 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción....	73
Tabla44 Costo de concreto patrón con 30 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción....	73
Tabla45 Costo de concreto patrón con 40 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción....	73
Tabla46 Costo de concreto patrón con 50 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción....	74
Tabla47 Resumen de Costo del concreto para diferentes Dosificaciones	74

Resumen

La investigación tiene por objetivo principal desarrollar un diseño de mezcla con la incorporación de ladrillo con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso en porcentajes de 20%, 30%, 40% y 50% y compararla a un diseño de mezcla empleando materiales convencionales.

El ladrillo es el material de construcción que tiene un valor valioso para reciclarse frente a otros tipos de desechos inertes, puesto que los restos de ladrillos por su naturaleza hacen posible obtener material fragmentado como agregados de reciclado de uso habitual en el sector de construcción.

Este estudio experimental tiene como objetivo averiguar el efecto de la integración de ladrillo con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso sobre las características de trabajabilidad y resistencia en compresión del concreto con una resistencia de diseño $f_c=210\text{kg/cm}^2$. Se efectuaron ensayos de comparación del concreto patrón y el concreto con la incorporación de ladrillo con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso en porcentajes de (20%,30%,40%,50%).

El concreto patrón se proyectó para lograr una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de edad, en la ejecución experimental del laboratorio, fue posible obtener un concreto con ladrillo con exceso de cocción con porcentajes superiores en comparación a un concreto patrón.

Palabras clave: agregado, ladrillo reciclado, trabajabilidad, resistencia, costo de producción

Abstract

The main objective of the research is to develop a mix design with the addition of overfired brick as a partial substitute for coarse aggregate in percentages of 20%, 30%, 40% and 50% and compare it to a mix design using conventional materials. .

Brick is the construction material that has a valuable value for recycling compared to other types of inert waste, since the remains of bricks by their nature make it possible to obtain fragmented material as recycling aggregates commonly used in the construction sector.

This experimental study aims to find out the effect of the integration of overfired brick as a partial substitute for coarse aggregate on the characteristics of workability and compressive strength of concrete with a design strength $f_c=210\text{kg/cm}^2$. Comparison tests of standard concrete and concrete with the addition of overcooked brick as a partial substitute for coarse aggregate in percentages of (20%, 30%, 40%, 50%) were carried out.

The standard concrete was projected to achieve a compressive strength of 210 kg/cm² at 7, 14 and 28 days of age, in the experimental execution of the laboratory, it was possible to obtain a concrete with brick with excess firing with higher percentages in comparison to a specific pattern.

Keywords: aggregate, recycled brick, workability, resistance, cost of production

Capítulo I. El problema

1.1 Situación Problemática

En nuestro país, es común utilizar materiales como la albañilería y el concreto en las construcciones. Esto se debe a las preferencias de la población en cuanto a la vivienda ideal, ya que consideran al concreto como un material de alta calidad y prestigio. Además, el concreto es percibido como un símbolo de seguridad y confort (Pasquel, 2013).

Se cree que en Perú hay 435 empresas especializadas en la producción de ladrillos artesanales, según un informe sobre ladrilleras artesanales a cargo del "Programa Regional de Aire Limpio y el Ministerio de la Producción". En los barrios como Salcedo, Juliaca e Ilave se encuentran un total de 300 productores de ladrillos, la mayoría de estas empresas se centran en la provincia de San Román perteneciente a Juliaca. Luego viene el centro poblado de 100 compañías viene el centro Salcedo, en la provincia de Puno. Además, el 24% de estas empresas están situadas en la Concesión Minera Seor de Kullahua, el 34% en la Concesión Minera San Pedro 2000 y el 34% en la Concesión Minera San Pedro 2000.

Durante las distintas fases de la fabricación de ladrillos, en cada empresa de producción trabajan una media de 8 empleados en diversas tareas. Cada mes se producen 9.000.000 de ladrillos, y normalmente se quema uno al mes. El salario promedio por quema, acorde con los entrevistados, es de S/ 400.00 Nuevos Soles.

El trabajo investigativo busca incorporar ladrillo con exceso de cocción proveniente de las ladrilleras artesanales como agregado grueso, esto debido a la alta demanda de este material, así mismo evaluar la reutilización de ladrillos desechados que pueden utilizarse en la elaboración de concreto como materia prima, de igual manera se pretende reforzar los trabajos investigativos hasta la fecha y ofrecer una alternativa para la ciudad de Juliaca donde puedan

hacer uso de este tipo de material como agregado artificial, para reducir el uso de recursos no renovables, se plantea una técnica de construcción eficiente y respetuosa con el entorno natural.

1.2 Formulación Del Problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo afecta el uso de ladrillo artesanal con exceso de cocción como agregado grueso en las propiedades de trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$?

1.2.2 Problemas Específicos

¿Cómo influye en el concreto las propiedades físico- mecánicas del ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso?

¿Qué porcentaje de ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso es óptimo?

¿Cómo influye el ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso en la resistencia a la compresión del concreto?

¿Cómo influye el ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso en la trabajabilidad del concreto?

¿Cómo se modifica el costo de producción del concreto elaborado con un porcentaje de ladrillo con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso, frente a un concreto convencional?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el uso de ladrillo artesanal con exceso de cocción como agregado grueso en las propiedades de trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- Evaluar las características del ladrillo con exceso de cocción como agregado grueso

- Evaluar el porcentaje de incorporación del ladrillo artesanal con exceso de cocción entre 20 a 50% respecto al peso del agregado grueso.
- Evaluar la trabajabilidad del concreto al adicionar ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso.
- Evaluar la resistencia a la compresión del concreto al adicionar ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso.
- Determinar el costo de producción del concreto convencional en comparación del concreto con ladrillo artesanal con exceso de cocción como sustituto parcial del agregado grueso.

1.4. Justificación de la Investigación

Comparado con otros residuos inertes, el ladrillo es un material de construcción altamente reciclable. Los desechos de ladrillo pueden convertirse en una sustancia descompuesta que se utiliza con frecuencia como agregado reciclado en la construcción.

El concreto en Perú es uno de los materiales que más se emplea en la construcción. No obstante, solo un 23% del concreto producido es premezclado, mientras que el 77% se elabora directamente en la obra. Esta última forma se conoce como "Concreto Informal", ya que se realiza sin supervisión técnica, utilizando materiales de baja calidad y sin cumplir con las normas establecidas en nuestro país.

De acuerdo con los estudios llevados a cabo, los ladrillos reciclados presentan la propiedad significativa de ser reutilizables gracias a características como su dureza, porosidad, densidad, entre otras. Todos los investigadores coinciden en que estos ladrillos tienen una alta porosidad, lo cual les confiere una gran capacidad de absorción, lo que a su vez puede afectar la trabajabilidad de la mezcla de mortero al eliminar la humedad. Esta consideración puede ser una desventaja al utilizar ladrillos reciclados como agregado grueso.

No obstante, Rojas (2012) sugiere utilizar ladrillos saturados como solución a este problema a fin de evitar que se pierda la fluidez del montero de forma acelerada. De esta manera, el cemento se hace más manejable.

En Holanda y otros países del mundo, debido a la falta de árido grueso, se efectuó varios proyectos piloto, en los que sustituyó el 20% del árido grueso por una mezcla de concreto y ladrillos triturados. A partir de 1994, el estado holandés ha permitido emplear este tipo de árido reciclado en concreto estructural, reemplazando hasta un 20% del árido grueso.

Por tal motivo trabajo de investigativo en cuestión pretende aportar información nueva, aplicado a la ciudad de Juliaca, evaluando la incorporación de ladrillo con exceso de cocción proveniente de ladrilleras artesanales de la salida Arequipa-comunidad Esquen, con los resultados se podrá potenciar el uso de este material de esta manera fomentar la reutilización y reciclaje de este material usándolo como agregado grueso en el concreto.

Es por ello que este trabajo de investigación pretende brindar nueva información, aplicada en la ciudad de Juliaca, para evaluar la incorporación de ladrillos sobrecocidos, provenientes de ladrilleras artesanales provenientes de la comunidad de Arequipa-Esquen, los resultados permitirán mejorar el aprovechamiento de los mismos, de tal manera fomentar la reutilización y el reciclaje de este material utilizándolo como agregado grueso en el concreto.

1.4.1. Justificación Social

El trabajo investigativo sobre la inclusión de ladrillos con exceso de cocción en el concreto nos brinda una importante contribución para la reducción significativa de los desechos generados durante la producción de ladrillos artesanales.

1.4.2. Justificación Económica

Desde una perspectiva económica, la implementación de diseños de mezcla que incluyan ladrillos con exceso de cocción nos proporciona una ventaja en la reducción de costos en términos de inversión.

1.4.3. Justificación Técnica

Técnicamente la presente investigación busca realizar una comparación entre el diseño de mezcla y la incorporación de ladrillo con exceso de cocción y otra con los métodos y materiales convencionales, dando la posibilidad de ser utilizada futuras construcciones.

1.4.4. Justificación Ambiental

La creciente población humana y los avances tecnológicos nos han dado la capacidad de controlar una parte importante sobre los recursos del planeta, tanto regenerables como no regenerables, que se explotan según la necesidad y el deseo del ser humano.

Como se expuso en la justificación social, la inclusión de ladrillos con exceso de cocción en el concreto nos brinda una contribución importante para la disminución significativa de los desechos generados durante la producción de ladrillos artesanales.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1 Antecedentes De Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Holanda:

Según Pérez 2012, menciona: Debido a la falta de árido grueso, se han realizado varios proyectos piloto en los que se ha sustituido el 20% del árido grueso por una mezcla de hormigón y piedra triturada. Con este árido secundario se construyó un viaducto cerca de la ciudad de Helmont. El proyecto de la puerta del puerto de Schijndel utilizó aproximadamente 300 metros cúbicos de hormigón junto con agregados de hormigón y ladrillos reciclados.

El gobierno de Holanda desde el año 1994 ya permitió que se utilice agregado del tipo reciclado, permitiendo un reemplazo máximo del 20%. Es así que se permitió que se utilizara en fachadas y suelos. (Pérez, 2012, p12)

Alemania:

Según Pérez 2012, indica: “Desde 1950, este material se ha empleado sobre todo en viviendas. Para construir la instalación se utilizaron unas 50.000 toneladas de residuos cerámicos procedentes de la demolición de una instalación militar a las afueras de Itzehoe en 1996 y 1997”.

Reino Unido:

En la ciudad de Cardington, se empleó para la construcción de losa aligerada de un segundo nivel la losa tenía 50 cm de espesor. Para este caso se decidió reemplazar 20% de reemplazo las resistencias obtenidas fueron similares (60 N/mm² a los 91 días). (Pérez, 2012, p12).

Estados Unidos:

Cada año, Estados Unidos produce alrededor de 2,7 millones de toneladas de agregado reciclado. En la actualidad, el 60-70% de este agregado reciclado se utiliza para concreto estructural, el 15-20% para pavimentación, el 20-30% en construcción de carreteras y otros trabajos de mantenimiento. (Pérez, 2012, p12)

España:

En este país hacemos referencia a la ciudad olímpica de Barcelona; el material proveniente de demoliciones se remonta una cantidad de residuos de 1.5 millones de toneladas, después de ello se hace una selección posterior, después estos materiales seleccionados se usan en calles y carreteras de la ciudad. (Pérez, 2012, p12)

Japón:

El 96% de este material es empleado actualmente en la construcción de carreteras en Japón como subbase. (Pérez, 2012, p12)

Hong Kong:

En la construcción del parque de Hong Kong Park de 10.000 metros cuadrados que incluye: galerías, teatros, cafeterías, parques infantiles, aulas y un centro de recursos. Se emplearon aproximadamente 13.000 m³ de hormigón reciclado, que se sustituyó por residuos de demolición con un 20%, 30% y 35% de árido grueso natural.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En la región de Piura, existen talleres de fabricación de ladrillos de manera artesanal, los cuales generan desechos que afectan negativamente al entorno natural, según rosas 2018, estas ladrilleras generan residuos que son aproximadamente el 20% de los ladrillos producidos, estos se eliminan debido alteraciones en la forma del mismo, con el fin de contribuir a la ingeniería medioambiental, el autor se inspiró para estimar el uso de ladrillo triturado en lugar de árido grueso.

Rosas menciona que, aparte de los diferentes pesos unitarios, los diferentes volúmenes de lechada por metro cúbico y la diferente relación a/c, la trabajabilidad, la resistencia a la tracción, a la compresión y a la flexión son mejores propiedades acorde con que poseen los ladrillos partidos. Independientemente de qué ladrillos se usen, reemplace el 10 %. En este porcentaje, el comportamiento del concreto se considera aceptable en comparación con la mezcla estándar.

2.2. Ladrillo reciclado y su efecto en las propiedades del concreto fresco y endurecido.

2.2.1. Efectos del ladrillo en el concreto fresco

La apariencia de las diferentes fracciones del ladrillo triturado influye en la propiedad de la facilidad de manejo y colocación del material cuando está recién extraído. Para conseguir el mismo rendimiento de una mezcla de concreto hecha con agregados de superficie específica más alta, como los formados por partículas alargadas y aplanadas, las fracciones de menor superficie específica, como las de formas cúbicas o redondeadas, necesitan menos pasta de cemento.

Además, el uso de las fracciones aplanada, alargada, angular y rugosa da como resultado un mayor contenido en huecos, lo que hace que la mezcla necesite más pasta para producir un hormigón trabajable. Cuando esto ocurre, la mezcla de áridos (árido total) tiene una textura más fina, lo que significa que tiene una mayor superficie específica. Esto aumenta la cantidad de pasta necesaria.

Del mismo modo, las fracciones de forma aplanada, alargada, angular y rugosa tienen un impacto evidente en la facilidad de manejo de la mezcla. Debido a su movilidad restringida, estas fracciones producen mezclas que impiden que el concreto se compacte y termine en la superficie. Aunque la textura superficial influye en la gradación, la trabajabilidad y la forma de los agregados tienen un mayor impacto global.

Según León 2010, la proporción de agua necesaria para la mezcla del concreto dependerá únicamente de la textura y la forma de dichas partículas. Es necesario más agua si se quiere obtener una determinada trabajabilidad, lo que podría reducir la resistencia y aumentar la exudación del hormigón.

2.2.2. Efectos del ladrillo en el Concreto Endurecido

La propiedad de la textura tiene un alto valor de incidencia porque afecta en la consistencia entre las fracciones gruesas y el mortero, así lo demuestran los distintos efectos de la resistencia a la compresión. Las fracciones que tienen características rugosas tienden a ocasionar resistencias superiores a las fracciones de características lisas, esto afectando en la flexión. Por otra parte, las fracciones con calidades rugosas conducen a un alto contenido de agua a fin de lograr cierta trabajabilidad dada, lo que disminuye su resistencia a la compresión y su durabilidad (mayor relación w/c).

Los agregados con propiedades angulares, aplanados y alargados interfieren y producen resultados negativos en la propiedad de durabilidad del concreto porque genera más agua debido a la cantidad excesiva de vacíos. La durabilidad es la propiedad que se relaciona con diversos componentes como bajo contenido de agua, hormigón homogéneo, esto refiriéndose a una mezcla trabajable, curado adecuado, entre otros. El impacto del agregado en la resistencia del hormigón constituye un elemento determinante.

Según Alexander (1996), la forma y textura del agregado repercuten directamente en el hormigón armado aumentando su resistencia, alterando la cantidad de tensión del material compuesto y determinando el nivel de micro fisuración y agrietamiento previo y posterior al fallo por compresión.

Según Mehta y Monteiro (1993), Dado que la morfología del agregado incide sobre el desarrollo de microfisuras situadas en la transición de acero, la forma y textura del agregado también influye en la forma de la curva tensión-deformación del concreto. En este sentido, una serie de requisitos pretenden disminuir la proporción de partículas alargadas o aplanadas en los agregados utilizados para fabricar concreto.

Además, se ha demostrado que los agregados redondeados tienen una superficie específica menor que la roca triturada o machacada, según los estudios realizados. A la luz de esta idea, puede decirse que, siempre que se utilice la cantidad adecuada de pasta, el concreto construido con agregados que tienen una mayor superficie específica presenta una mayor adherencia mecánica, lo que sugiere una mayor resistencia a la compresión.

El material obtenido a partir de ladrillo triturado en general puede ser empleado como un agregado, siempre y cuando cumpla ciertos requisitos. En el caso de ladrillos provenientes de reciclaje, es necesario que cumplan con ciertos parámetros para ser considerados útiles desde el punto de vista ingenieril: las partículas deben ser duraderas, limpias, sólidas, resistentes y libres de productos químicos absorbidos. Además, no deben estar recubiertas de arcilla u otros materiales finos que puedan generar una excesiva hidratación.

Por lo tanto, el ladrillo reciclado proveniente de la producción artesanal posee partículas con una forma angular, aplanada e irregular una vez triturado, y cumple en su mayoría con los requisitos generales como limpieza, dureza, resistencia, entre otros. No obstante, su uso debe ser evaluado antes de su aplicación.

2.2.3. Trabajabilidad

Según Gutiérrez de López menciona que propiedad de la trabajabilidad es una propiedad netamente que le corresponde al concreto en estado fresco, esta propiedad se

considera como la disposición que presenta para ser colocado en un elemento de concreto simple o estructural, así mismo este concreto deberá ser de fácil compactación para ser culminado sin segregación ni exudación; esta característica está ligado al término plasticidad, en el concreto fresco le posibilita moldearse y cambiar paulatinamente si se retira del molde.

Dada la amplia variedad de esta característica, resulta difícil obtener una medición precisa de esta propiedad de la trabajabilidad, la cual se mide a través del slump, un indicador que refleja dicha característica en el concreto en estado fresco.

2.2.4. Contenido de Aire

Al evaluar este atributo, no debe medirse aire que está contenido en los agregados; sólo tiene que medirse en el concreto recién mezclado.

2.2.5. Peso Unitario

El concreto tiene una propiedad típica de peso unitario entre 2200 y 2400 kg/m³. Las cantidades y densidades de los agregados, las proporciones de agua y cemento y otros componentes influyen en la densidad del concreto. En consecuencia, lo que determina cuánta agua y cemento se necesitan es el tamaño máximo del agregado

2.2.6. Resistencia a la Compresión

Es esencial poder evaluar la porosidad de los ladrillos, ya que es posible alterar directamente la resistencia del concreto, reforzar el vínculo entre la lechada y los ladrillos, disminuir la porosidad o reducir la cantidad de agua libre en la mezcla. El efecto de los ladrillos y las diferencias en su rendimiento lo determinarán.

2.2.7. Resistencia a la Tracción

Esta característica rara vez se tiene en cuenta al diseñar construcciones típicas, debido a la escasa resistencia a la tensión del concreto. Sin embargo, las deformaciones son cruciales porque restringen la contracción en las grietas del concreto provocadas por el

secado o un descenso de la temperatura. El ladrillo triturado reciclado se puede considerar "un agregado liviano porque tiene una densidad inferior en comparación del agregado natural. La razón fundamental para que el ladrillo sea liviano se debe al alto grado de porosidad".

Según gallegos, 2005; San Bartolomé, 2014 esta característica se ha señalado como un elemento clave en la explicación del proceso de unión entre el mortero, el ladrillo y su aporte a la resistencia y a la tensión.

2.2.8. Absorción del Concreto

Esta propiedad del concreto endurecido posibilita entender la manera en que afecta al concreto el uso de materiales porosos como el ladrillo y cómo afecta su uso como agregado grueso típico a su capacidad de absorción.

2.3. Características del ladrillo triturado según especificaciones normalizadas NTP 400.037 para agregados

Según Rosas, Los criterios de granulometría (granularidad) y calidad de los agregados son los establecidos en la legislación peruana vigente, en particular la NTP 400.037, que especifica los estándares que tienen que cumplir los agregados si quieren emplearse en la producción de concreto. La NTP 400.037 establece que los agregados gruesos deben cumplir los requisitos de la clasificación dada. De forma similar a la NTP 400.037, los agregados utilizados en la formación del concreto no deberán exceder los límites de sustancias químicas peligrosas. Los valores figuran en la Tabla 1, y los porcentajes basados en los resultados se ajustan a la normativa.

Tabla1 Requisitos según normativa

PARTIDAS PERJUCIDIALES	PORCENTAJE	
	MAXIMO PERMITIDO NTP 400.037	LADRILLO TRITURADO
MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA N°200	1%	26%
PARTICULAS DESMENUZABLES	3%	34%
ABRASIÓN (MÉTODO DE LOS ANGELES)	50%	34%

Según los resultados del ensayo de abrasión ángel, que evalúa la abrasividad, la resistencia al impacto y al desgaste, el porcentaje de desgaste del agregado de ladrillo triturado se encuentra por debajo del umbral del 50% permitido por la norma 400.037. La porosidad, los granos y las imperfecciones de la estructura interna y externa del ladrillo disminuyen su resistencia mecánica, lo que hace que los porcentajes de desgaste sean previsibles.

2.4. Ensayo De Resistencia A Compresión

2.4.1. Definición

Según Valencia e Ibarra, este método de ensayo consiste en aplicar una carga de presión axial a un ritmo constante dentro de un intervalo predeterminado a probetas en forma de cilindros moldeados o rombos hasta que se produce el fallo. La resistencia a la compresión de la probeta resulta al dividir la mayor fuerza obtenida en la prueba por la "sección transversal" de la muestra. Dicho parámetro de resultado, se expresa en kg/cm² o en (MPa) y es esencialmente una característica física empleada a menudo en el diseño estructural.

2.4.2. Importancia

Los hallazgos de los ensayos de resistencia a la compresión suelen utilizarse para validar si la mezcla de concreto alcanza las resistencias requeridas (f'_c) para un proyecto concreto. Además, pueden utilizarse para asegurar la calidad, la aceptación o para estimar la resistencia de los componentes estructurales, lo que permite planificar las operaciones de

construcción posteriores a lo largo del desarrollo de una obra, incluyendo el desencofrado y el apuntalamiento, entre otras cosas.

2.4.3. Especímenes para ensayo

Las muestras obtenidas en una de las circunstancias siguientes pueden utilizarse para los análisis:

ESPECÍMENES PARA ENSAYO	<ul style="list-style-type: none">• Especímenes curados y moldeados, de acuerdo con la ASTM C31, de una muestra de concreto fresco.
	<ul style="list-style-type: none">• Especímenes extraídos o aserrados de una estructura de concreto endurecido, de acuerdo con la ASTM C42.
	<ul style="list-style-type: none">• Especímenes producidos con moldes de cilindros colocados in situ (embebidos en la estructura), de acuerdo con la ASTM C873

2.4.4. Equipo

Dos robustos bloques de acero formarán parte de la máquina de ensayo, uno de los cuales se montará sobre una articulación para ajustarse a la parte superior de la probeta y el otro se apoyará en la parte inferior sobre una base robusta. Las caras del bloque deben permanecer paralelas durante la prueba y tener unas dimensiones mínimas que sean al menos un 3% mayores que el diámetro de las puntas de prueba.

La máquina de ensayo debe ser eléctrica (no manual), tener capacidad suficiente y proporcionar un ritmo de carga continua e ininterrumpida de 0,25 0,05 MPa/s sobre la muestra.

2.4.5. Procedimiento de ensayo

Se recomienda que las muestras se evalúen tan pronto como sea posible después de ser retiradas de la fase de curado acorde a la ASTM C39 y NTP 339.034. Particularmente, tienen que examinarse en circunstancias húmedas, pero exteriormente secas.

En el proceso de ensayo, es importante tomar en cuenta ciertas consideraciones. Se debe registrar la edad de la muestra que se va a ensayar, que se va calcular como la diferencia de la fecha de ensayo con la de fabricación de la muestra. Además, se deben tener en cuenta las siguientes tolerancias en cuanto a la hora de realización del ensayo.

2.5. Análisis estadístico

2.6. Diseño De Mezcla De Concreto

2.6.1. Importancia de la Dosificación de las Mezclas

Según Saldaña y Caballero (2014). Mencionaron que hay que prestar atención a la cantidad de mezcla de concreto para tener una cantidad correcta de lechada, que es necesaria para mantener tanto trabajabilidad como consistencia en el concreto, así también para cubrir el agregado y permitir su flujo. Tiene que ser suficiente para permitir que la mezcla cubra completamente los accesorios y componentes fundidos, así como el molde.

Capítulo III. Materiales Y Métodos

3.1. Metodología y tipo de Investigación

3.1.1. Diseño De Investigación

El presente estudio fue realizado siguiendo un diseño experimental que se define como un estudio que manipula deliberadamente una variable para ver el efecto en otras variables, por ello es necesario obtener valores a partir de observaciones y una prueba o resultado.”

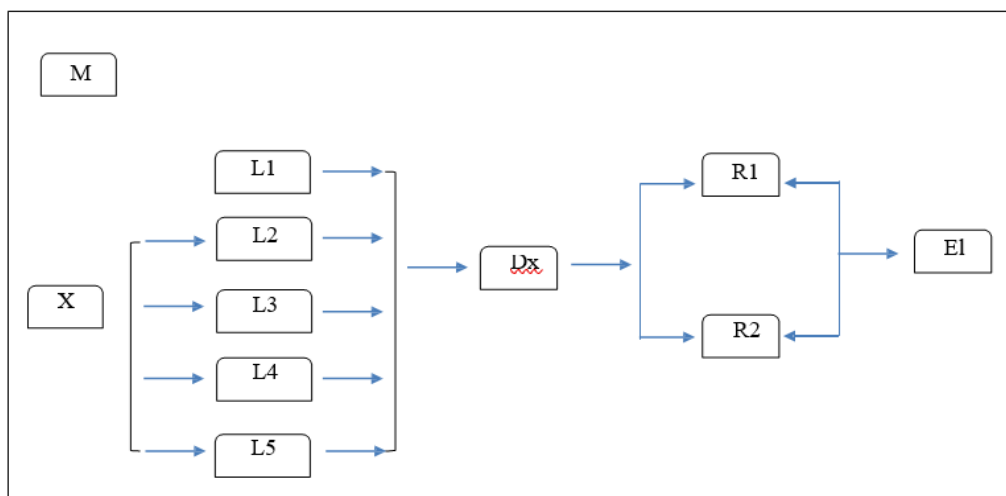


Figura1 Diseño de la Investigación Fuente: Elaboración Propia 2019.

Donde:

X: Ladrillo con exceso de cocción.

L1: Mezcla de concreto con 0% de ladrillo con exceso de cocción.

L2: Mezcla de concreto con 20% de ladrillo con exceso de cocción.

L3: Mezcla de concreto con 30% de ladrillo con exceso de cocción.

L4: Mezcla de concreto con 40% de ladrillo con exceso de cocción.

L5: Mezcla de concreto con 50% de ladrillo con exceso de cocción.

Dx: Experimentación en laboratorio.

R1: Resultados de las propiedades de resistencia a la compresión.

R2: Resultados de las propiedades de trabajabilidad.

E1: Conclusiones del uso de ladrillo con exceso de cocción

M: Muestras de concreto de ladrillo con exceso de cocción $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

3.1.2. Metodología de Investigación

El enfoque de este estudio que se empleará en esta tesis será de naturaleza cuantitativa.

Desde una perspectiva cuantitativa, este tipo de investigación científica sigue un proceso sistemático y organizado basado en pasos específicos. El propósito de esta investigación es prever el trabajo a través de una estructura lógica de toma de decisiones y estrategias que permitan obtener resultados concluyentes.

3.2. Muestra de Estudio

- La mezcla se planificará para obtener un concreto cuya resistencia a la compresión sea de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Las cantidades de las muestras de concreto, que tendrán forma cilíndrica con un diámetro de 6" (150 mm) y una altura de 12" (300 mm), se determinarán según lo indicado en la tabla 2.

3.2.1. Tamaño de muestra

Según el Ministerio de la Producción, la mayoría de las 300 ladrilleras se ubican en el distrito de Juliaca, provincia de San Román.

Para la presente investigación se consideró las ladrilleras activas, por lo tanto, Se utilizó el cálculo del tamaño de muestra considerando que nuestra variable sigue una distribución normal, para la cual utilizaremos la fórmula.

Z: Grado de confiabilidad = 1.96, para un grado de confianza del 95% y un nivel de significancia del 0.05%.

p: Probabilidad de que la población presente las mismas características, por lo que asumiremos el 99% (0.994)

q: Probabilidad de que la población no presente las características (0.006)

d: Error máximo admisible en términos de proporción que normalmente se considera 5% o 1%, en este estudio se tomara el valor de 5%.

$$n_{OPTIMO} = \frac{1.96^2 * (0.99) * (0.006)}{0.05^2} = 9$$

Tabla2 Muestras de Estudio de Investigación

Finalmente, el valor de cuánto del total de muestras a realizar según la fórmula sería de: 9

INDICADOR	DISEÑO DE MEZCLA	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	SUB TOTAL	210 KG/CM2
CONCRETO CONVENCIONAL	PATRÓN SEGÚN ACI	9	9	9	27	
	20% de ladrillo artesanal con exceso de cocción + 80% de agregado	9	9	9	27	
	30% de ladrillo artesanal con exceso de cocción + 80% de agregado	9	9	9	27	135
CONCRETO CON LADRILLO ARTESANAL CON EXCESO DE COCCIÓN	40% de ladrillo artesanal con exceso de cocción + 80% de agregado	9	9	9	27	
	50% de ladrillo artesanal con exceso de cocción + 80% de agregado	9	9	9	27	

Fuente: Elaboración Propia

3.3. Formulación De Hipótesis

3.3.1. Hipótesis General

El uso de ladrillo artesanal con exceso de cocción como agregado grueso favorece en las propiedades de trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$.

3.3.2 Hipótesis Específica

- Las propiedades del ladrillo artesanal con exceso de cocción están en acorde a las recomendaciones y normas para elaborar concretos con agregados.
- El porcentaje de incorporación óptimo del ladrillo con exceso de cocción, es aquel que utiliza mínimamente el 20%.

- La forma y textura del ladrillo artesanal con exceso de cocción favorece en la trabajabilidad del concreto.
- El uso de ladrillo artesanal con exceso de cocción en condición no saturada favorece en la resistencia a la compresión del concreto.
- El costo del concreto con exceso de cocción es más económico que el concreto convencional.

3.4. Variables de Estudio

3.4.1. Variable Independiente

- Ladrillo con exceso de cocción

3.4.2. Variable dependiente

- Trabajabilidad
- Resistencia a la compresión

Tabla3 Operacionalización de variable

VARIABLES	INDICADORES	FACTOR A MEDIR	TIPOS DE VARIABLES
Ladrillo artesanal con exceso de cocción	Dosificación	% de ladrillo artesanal con exceso de cocción	Independiente
Resistencia a la compresión	Máquina de Ensayo a la compresión	kg/cm ²	Dependiente
Trabajabilidad	Cono de Abrams	pulg	Dependiente

Elaboración Propia

3.5. Procedimiento de la investigación

- La realización de muestras de concreto basadas en un diseño de mezcla será utilizada para llevar a cabo la presente investigación.
- La inclusión de ladrillo con exceso de cocción se realizará como sustitución parcial del agregado grueso en porcentajes de 20%, 30%, 40% y 50% una vez alcanzado el diseño de mezcla estándar.

3.5.1. Materiales

3.5.1.1. Agregado Grueso.

La cantera Airampuni de la ciudad de Juliaca, situada en el kilómetro 25 de la carretera a Arequipa, suministró el material grueso necesario para fabricar el hormigón.



Figura2 Material de Cantera-Agregado Grueso

3.5.1.2. Agregado Fino.

Por otra parte, la cantera del río Yocara, que se encuentra a 5 kilómetros de la carretera que conduce a Lampa, fue de donde se extrajo el agregado fino.



Figura3 Material de Cantera Agregado Fino

3.5.1.3 Ladrillo con exceso de cocción.

Los porcentajes adoptados para la incorporación de ladrillo reciclado con exceso de cocción es de 20%, 30%,40% y 50% con respecto al peso del agregado grueso.



Figura4Material de Cantera – Ladrillo con exceso de cocción Reciclado

3.6. Diseño de Mezcla

Es considerado el método del ACI – Comité 211.

3.6.1. Método de diseño ACI

3.6.2. Diseño de mezcla de concreto para diferentes porcentajes de ladrillo reciclado

Acorde al peso del agregado grueso, el porcentaje del ladrillo que se utiliza como sustitución parcial oscila entre el 20% y el 50%.

El ladrillo se incluye como agregado grueso ya que es un material que se asemeja al que se utiliza como agregado.

Módulo de fineza (NTP 400.037)

- Se utilizo las mallas granulométricas para separar el material, Todo lo que pasa a través de la rejilla es un agregado fino.
- Los cálculos expuestos en la siguiente tabla se han realizado para aclarar y confirmar las mencionadas (áreas). Aquellos resultados del estudio granulométrico se exhiben

en el apéndice, y queda claro que la granulometría del árido fino está ubicado dentro de los parámetros que establece la NTP 400.037. El siguiente gráfico lo ilustra.



Figura5 Curva Granulométrica de agregado Fino



Figura6 Granulometría del Agregado Fino

Módulo de fineza (NTP 400.011)

Tabla4 Resultados de Modulo de Fineza De acuerdo con la siguiente ecuación, se determinó el módulo de finura:

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET.ACUMULADO	%PASA
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	108.00	10.18	10.18	89.82
N°8	139.00	13.10	23.28	76.72
N°16	216.10	20.37	43.65	56.35
N°30	235.90	22.23	65.88	34.12
N°50	245.00	23.09	88.97	11.03
N°100	95.40	8.99	97.96	2.04
N°200	1560.00	1.47	99.43	0.57
FONDO	6.00	0.57	100.00	0.00
SUMA	1061.00	100.00	RECT	

Mf = Modulo de
Fineza

3.3

Contenido de humedad (NTP 400.016)

Se utilizó la siguiente fórmula para determinar el contenido de humedad del agregado fino:

$$CH = \frac{(\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco})}{\text{Peso Seco}} \times 100$$

Tabla5 Resultados de Contenido de Humedad

AGREGADO FINO	
P.T.M. HUMEDO	579
P.T.M. SECA	559
P. TARRO	73
P. AGUA	20
P.S. SECO	486
% DE HUMEDAD	4.12

Peso unitario (NTP 400.017)
 Se utilizó la técnica siguiente:

Tabla6 Resultados de Peso Unitario agregado fino

PESO	P. MOLDE	V.MOLDE	
9946	6548.00	2121	1602.00
9968	6548.00	2121	1612.00

Tabla7 Resultados de Peso Unitario agregado fino

PESO	P. MOLDE	V.MOLDE	
10186	6548.00	2121	1715
10178	6548.00	2121	1711
10182	6548.00	2121	1713
PESO PROMEDIO			1713



Figura7 Ensayo de Peso Unitario

Peso específico y absorción (NTP 400.021)

Tabla8 Absorción según el método del picnómetro Los valores determinados respecto al peso específico y absorción fueron

los siguientes:

PESO ESPECÍFICO MÉTODO DEL PICNÓMETRO	
DESCRIPCIÓN	PESOS
Peso de muestra secada al horno	447
Peso de muestra Saturada Seca	500
Peso del picnómetro con agua	680
Peso del Picnómetro+muestra+agua	981
	RESULTADO 2.51

Tabla9 Peso específico método del picnómetro

ABSORCIÓN MÉTODO DEL PICNÓMETRO	
DESCRIPCIÓN	PESOS
Peso de muestra secada al horno	447.00
Peso del agua	23.00
	RESULTADO 4.82



Figura 8 Ensayo de Peso Especifico

3.5.1.1.2. Agregado Grueso.

Granulometría

“Acorde a la norma NTP 400.037 establecida para resultados de análisis de tamaño de partículas de agregado grueso, se observó un tamaño máximo de 1” siendo 3/4 el tamaño máximo nominal. La suma del peso de error máximo y el peso retenido da como resultado un peso de $\pm 1\%$ con respecto al total original. La siguiente imagen muestra los hallazgos del análisis granulométrico. Es evidente que el tamaño de partícula del agregado grueso cumple con los parámetros definidos por la NTP 400.037 (Huso 057).

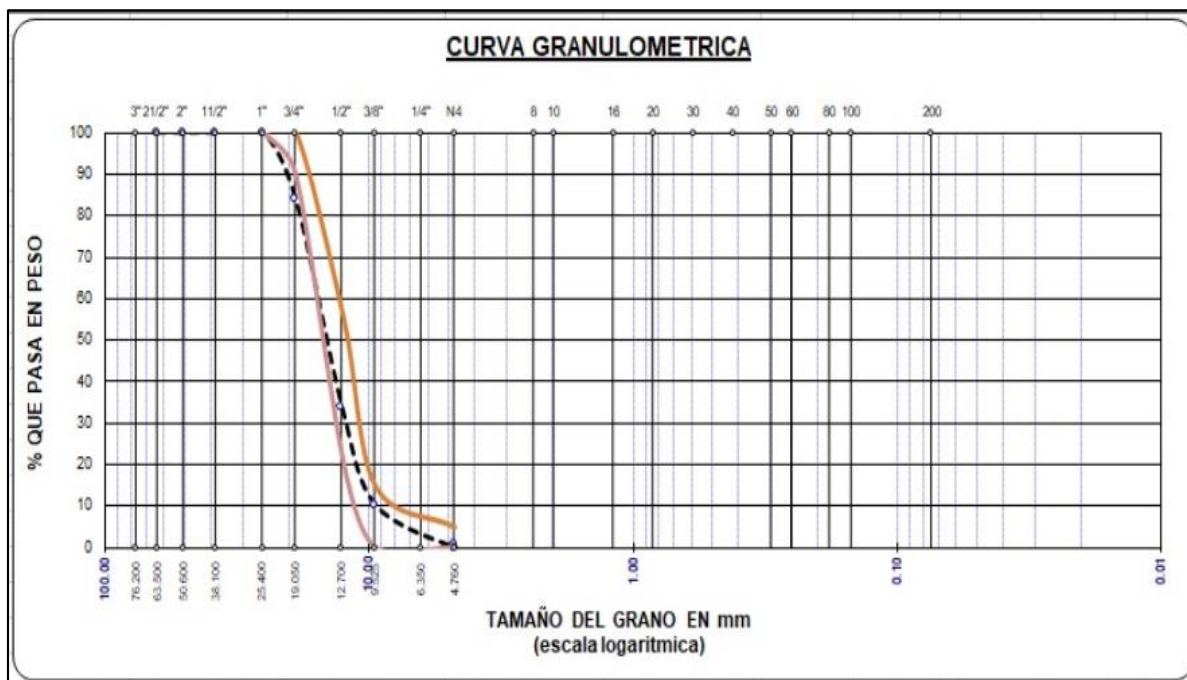


Figura9 Curva Granulométrica de agregado Grueso



Figura10 Granulometría Agregado Grueso

Tabla10 Resultados de módulo de Fineza Módulo de fineza (NTP 400.037)

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	%PASA
2"	0.00	0.00	0.00	100.00

1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	826.00	16.03	16.03	83.97
1/2"	2587.00	50.20	66.23	33.77
3/8"	1205.00	22.23	88.46	11.54
1/4"	0.00	0.00	88.46	11.54
N°4	500.00	9.70	98.16	1.84
FONDO	35.00	0.68	100.00	0.00
SUMA	5153.00	100.00		

Tabla11 Resultados de contenido de Humedad

AGREGADO GRUESO SUELTO				Contenido de	de
PESO	P. MOLDE	V.MOLDE			
12159	8166.00	3234.00	1235.00	humedad	(NTP 400.016)
12150	8166.00	3234.00	1232.00		
12155	8166.00	3234.00	1233.00		
		PROMEDIO TOTAL	1233.00		
	P. AGUA	41.00			
	P.S.SECO	2551.00			
	%HUMEDAD	1.61			

Tabla12 Peso Específico y absorción método de la canastilla **Peso unitario (NTP 400.017)**

PESO	P. MOLDE	V.MOLDE	
12777	8166.00	3234.00	1426.00
12781	8166.00	3234.00	1427.00
12787	8166.00	3234.00	1429.00
		PROMEDIO TOTAL	1427.00

Tabla13 Peso Especifico

Tabla14 Peso Especifico

PESO ESPECIFICO	
Pe bulk (Base Seca) = D/C	2473.00
Pe bulk (Base Saturada) = A/C	2544.00
Pe aparente (Base Seca) = D/E	2662.00
% de absorción	2.868

Tabla15 Peso Específico

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN MÉTODO DE LA CANASTILLA	
A Peso Mate.Satu. Sup.Seca (En aire) (gr)	3551.00
B Peso Mate.Satu. Sup.Seca (En agua) (gr)	2155.00
C Vol. de masa + vol de vacíos = A--B (gr)	1396.00
D Peso Material seco en estufa (105°C) (gr)	3452.00
E Vol. de masa = C-(A-D) (gr)	1297.00

3.5.1.1.3. Ladrillo Reciclado.

Cualquier material denominado ladrillo con exceso de cocción es fuente de ladrillo reciclado.

Granulometría



Figura11

Curva Granulométrica de ladrillo Reciclado



Figura12

Ladrillo con exceso de cocción reciclado

Tabla16 Granulometría de ladrillo reciclado

MALLA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	%PASA
2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	2147.00	36.00	36.00	64.00
1/2"	2972.00	49.86	85.86	14.15

3/8"	644.10	10.80	96.66	3.35
1/4"	0.00	0.00	96.66	3.35
Nº4	163.90	2.75	99.41	0.60
FONDO	35.30	0.59	100.00	0.01
SUMA	5962.00	100.00		100.00

Tabla17 Peso específico y absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN MÉTODO DE LA CANASTILLA	
A	Peso Mate.Satu. Sup.Seca (En aire) (gr) 2320.00
B	Peso Mate.Satu. Sup.Seca (En agua) (gr) 975.00
C	Vol. De masa + vol. de vacíos = A-B (gr) 1345.00
D	Peso Material seco en estufa (105*C) (gr) 2082.00
E	Vol. De masa = C-(A-D) (gr) 1107.00

Tabla18 Peso específico del ladrillo reciclado

PESO ESPECÍFICO	
DESCRIPCIÓN	PESOS
Peso específico bulk (Base Seca) = D/C	1.545
Peso específico bulk (Base Seca) = A/C	1.725
Peso aparente (Base Seca) = D/E	1.881

ABSORCIÓN	
Peso específico bulk (Base Seca) = D/C	1.545
Peso específico bulk (Base Seca) = A/C	1.725
Peso aparente (Base Seca) = D/E	1.881
% de absorción = ((A-D) / (D*100))	11.431

Tabla19 Resultados de ensayo de Abrasión de los ángeles del ladrillo

PASA	RETIENE	MASA ORIGINAL	MASA FINAL	MASA PERDIDA DESPUES DE 500 RPM	% DE DESGASTE POR ABRASIÓN
38.1mm (11/2")	25.3mm (1")	1250.00	.....	.....	.....
25.3mm (1")	19.0mm (3/4")	1250.00	....	....	....
19.0mm (3/4")	12.7mm (1/2)	1250.00	....	....	....
12.7mm (1/2)	9.5mm (3/8)	1250.00	...	...	...
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5000.00	325.80	17.42	34.84%

METODO A SEGÚN NORMATIVA ASTM - C-535

3.4.1.1.4. Cemento Utilizado.

El cemento WariTipo I fue el empleado en este estudio.

3.5.1.1.5. Agua.

El estudio se efectuó con agua del suministro público del Laboratorio de Tecnología de Geo Control.

3.5.1.1.6 Método de diseño del ACI

“El proceso de diseño de mezclas creado por el Comité 211 del ACI se basa en tablas que proporcionan valores para los distintos componentes que entran en una unidad cúbica de concreto”. El orden que, tomando como base las propiedades del material, permite desarrollar una mezcla adecuada para llevar a cabo la tarea se encuentra calculando la cantidad de ingredientes indispensables en la fabricación de una unidad cúbica de concreto. Riva (2007), El proceso de selección de porcentajes de este método es adaptable al hormigón de peso normal.

Tabla20 Cantidad de materiales con porcentajes de ladrillo por m3 según Diseño de mezcla ACI

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR M3		
CEMENTO	379.63	Kg/m3
AGUA	221.20	L/m3
AGREGADO FINO	875.50	Kg/m3
AGREGADO GRUESO	826.56	Kg/m3
INCORPORADOR DE AIRE	0.00	Kg/m3
PLASTIFICANTE	0.00	Kg/m3
ACELERANTE DE FRAGUA	0.00	Kg/m3

Tabla21 Cantidad de materiales por m3 según Diseño de mezcla ACI

DESCRIPCIÓN	20% LADRILLO	30% LADRILLO	40% LADRILLO	50% LADRILLO	UND
CEMENTO	379.63	379.63	379.63	379.63	Kg/m3
AGUA	313.74	320.04	326.35	332.66	L/m3
AGREGADO FINO	840.90	840.90	840.90	840.90	Kg/m3
AGREGADO GRUESO	672.26	588.23	504.20	420.16	Kg/m3
AGREGADO LADRILLO	110.33	165.49	220.65	275.82	Kg/m3



Figura13 Cantidad de materiales con porcentajes de ladrillo por m3 según Diseño de mezcla ACI



Figura14 Cantidad de materiales con porcentajes de ladrillo por m3 según Diseño de mezcla ACI

3.5.1.1.8. Selección de la resistencia promedio.

3.5.3. Diseño de mezclas de concreto para diferentes porcentajes de ladrillo reciclado

3.5.4. Elaboración de testigos

Las briquetas empleadas para el experimento actual tenían un diámetro de 150 mm (6") y una altura de 300 mm (12"). las condiciones de curado.

Tabla22 Cantidad de muestras para realizar

INDICADOR	MEZCLA	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	PARCIAL	TOTAL
CONCRETO CONVENCIONAL	PATRON SEGÚN ACI	9.00	9.00	9.00	27.00	
	20% LADRILLO + 80% AGREGADO GRUESO	9.00	9.00	9.00	27.00	
CONCRETO CON LADRILLO CON EXCESO DE COCCION COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO	30% LADRILLO + 70% AGREGADO GRUESO	9.00	9.00	9.00	27.00	135.00
	40% LADRILLO + 60% AGREGADO GRUESO	9.00	9.00	9.00	27.00	
	50% LADRILLO + 50% AGREGADO GRUESO	9.00	9.00	9.00	27.00	

El equipo necesario

EQUIPOS NECESARIAS	• Mezcladora de concreto tipo trompo de 9 Pie3
	• Una carretilla que facilite trasladar el concreto fresco
	• 135 moldes para formar los especímenes fueron de metal y otros de PVC
	• Varilla apisonadora con punta de bala de 5/8" de diámetro y 60cm de longitud
	• Combo de goma de 0.5 kg
	• Cucharon para el muestreo y plancha de albañilería
	• Cono de abrams y/o asentamiento
• Plancha de base para el cono de abrams	

Capítulo IV Resultados y Discusión

4.1. Presentación de Resultados

4.1.1. Trabajabilidad

El asentamiento se midió en el cono de Abraham acorde con la norma ASTM C 143 para evaluar la trabajabilidad de la mezcla y determinar el impacto aparente de la inclusión de ladrillos rotos: El Slump; es una métrica de la trabajabilidad y consistencia de la mezcla. Para la medición indirecta de mezclas de hormigón fresco. Se probó la eficacia de los ladrillos agrietados en condiciones de secado al aire



Figura15 forma de asentamiento en reemplazo de porcentajes 20%,30%,40%,50.

En hormigón, donde se utilizan ladrillos rotos en lugar de árido grueso, el asentamiento se reduce drásticamente. Esto se puede atribuir a dos factores. Primero, en comparación con los agregados naturales redondos, las partículas son más angulares y los ladrillos triturados son completamente angulares y gruesos. En segundo lugar, el estado seco del ladrillo se debe a su alta absorción de agua. Durante la presente investigación y reunión de testigos, el trabajo se realizó de tal manera que se logró una reducción de 3 a 4 pulgadas en el asentamiento tomando agua, corrigiendo la absorción.

4.1.2. Resistencia a la compresión

La muestra estándar alcanzó una resistencia a la compresión de 220 kg/cm² después de 28 días. La resistencia última a la compresión puede verse afectada por la relación de este valor con el contenido de agua libre de la mezcla. El uso de agregados puede ser otro factor, que reducen el arrastre en comparación con los agregados completamente triturados. Los valores de resistencia a la compresión a 28 días obtenidos de las muestras estándar se utilizaron para comparar los resultados con diferentes alternativas, lo que permitió comprender el efecto de aumentar la cantidad de ladrillos rotos sobre la resistencia del concreto en condiciones secas. Se observa la resistencia a la compresión en la mayoría de los sustitutos en la condición seca, la mayoría de los cuales no se reducen en comparación con la resistencia obtenida en la prueba del modelo.

Tabla23 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 0 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.

Edad días	Diámetro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
7	15.05	177.89	210	28505.25	160.24	TIPO V	76.30%	67%	
7	15.09	178.72	210	29130.34	162.99	TIPO V	77.61%	67%	
7	15.04	177.66	210	29176.23	164.23	TIPO III	78.20%	67%	
7	15.05	177.78	210	28663.31	161.23	TIPO V	76.78%	67%	
7	15.01	176.95	210	29240.47	165.25	TIPO IV	78.69%	67%	76.76%
7	15.08	178.6	210	28607.22	160.17	TIPO V	76.27%	67%	
7	15.03	177.42	210	28403.28	160.09	TIPO V	76.23%	67%	
7	15.09	178.72	210	28232.99	157.97	TIPO IV	75.22%	67%	
7	15.16	180.39	210	28607.22	158.59	TIPO V	75.52%	67%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla24 Resistencia a la compresión del concreto con 0 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción a una edad de 14 días.

Edad días	Diámetro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
14	15.08	178.6	210	32671.83	182.93	TIPO III	87.11%	86%	87.54%
14	15.08	178.49	210	32441.37	181.75	TIPO III	86.55%	86%	
14	15.07	178.25	210	33054.22	185.44	TIPO V	88.30%	86%	
14	15.08	178.6	210	32740.15	183.32	TIPO III	87.30%	86%	
14	15.08	178.6	210	32819.69	183.76	TIPO III	87.50%	86%	
14	15.07	178.37	210	33424.38	187.39	TIPO V	89.23%	86%	
14	15.14	179.91	210	32686.10	181.68	TIPO III	86.51%	86%	
14	15.09	178.84	210	32839.06	183.62	TIPO III	87.44%	86%	
14	15.11	179.32	210	33093.99	184.55	TIPO V	87.88%	86%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla25 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 0 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.

Edad días	Diámetro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
28	14.89	176.36	210	39162.35	222.06	TIPO V	105.74%	100%	103.72%
28	15.06	178.01	210	38605.58	216.87	TIPO III	103.27%	100%	
28	14.99	176.36	210	38761.60	219.79	TIPO V	104.66%	100%	
28	15.17	180.62	210	38750.38	214.54	TIPO V	102.16%	100%	
28	15.07	178.37	210	38736.10	217.17	TIPO V	103.41%	100%	
28	15.08	178.49	210	38906.40	217.98	TIPO V	103.80%	100%	
28	15.18	180.86	210	38735.08	214.17	TIPO V	101.99%	100%	
28	15.11	179.2	210	39050.18	217.91	TIPO V	103.77%	100%	
28	15.09	178.72	210	39273.50	219.75	TIPO V	104.64%	100%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla26 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.

Edad días	Diámetro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
7	15.26	182.89	210	34110.65	186.51	TIPO V	88.81%	67%	90.22%
7	15.19	181.22	210	34671.50	191.32	TIPO V	91.10%	67%	
7	15.16	180.5	210	34932.55	193.53	TIPO V	92.16%	67%	
7	15.23	182.06	210	34110.65	187.36	TIPO V	89.22%	67%	
7	15.13	179.67	210	34643.97	192.82	TIPO IV	91.82%	67%	
7	15.08	178.6	210	33501.88	187.58	TIPO V	89.32%	67%	
7	15.2	181.34	210	33870.00	186.78	TIPO V	88.94%	67%	
7	15.14	180.03	210	34351.31	190.81	TIPO IV	90.86%	67%	
7	15.11	179.2	210	33778.23	188.49	TIPO V	89.76%	67%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla27 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.

Edad días	Diametro (cm)	ARE A (cm2)	Resistencia de Diseño	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F`c) (kgf/cm2)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
14	15.26	182.89	210	38855.41	212.45	TIPO III	101.17%	86%	100.69%
14	15.3	183.73	210	38458.74	209.32	TIPO III	99.68%	86%	
14	15.35	184.94	210	38773.83	209.66	TIPO V	99.84%	86%	
14	15.31	183.97	210	39307.15	213.66	TIPO III	101.74%	86%	
14	15.36	185.3	210	38699.26	209.93	TIPO III	99.97%	86%	
14	15.32	183.97	210	38763.64	210.71	TIPO V	100.34%	86%	
14	15.31	184.21	210	39245.96	213.05	TIPO III	101.45%	86%	
14	15.32	184.7	210	38958.40	210.93	TIPO III	100.44%	86%	
14	15.34	182.89	210	38999.19	213.24	TIPO V	101.54%	86%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla28 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm2)	Resistencia de Diseño	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F`c) (kgf/cm2)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
28	15.26	176.36	210	40942.78	232.15	TIPO V	110.55%	100%	110.19%
28	14.99	178.01	210	40573.64	227.93	TIPO III	108.54%	100%	
28	15.06	176.36	210	41401.65	234.76	TIPO V	111.79%	100%	
28	14.99	178.01	210	40814.29	231.43	TIPO V	110.20%	100%	
28	15.06	176.36	210	40642.98	228.32	TIPO III	108.72%	100%	
28	14.99	176.36	210	40915.25	232	TIPO V	110.48%	100%	
28	15.18	178.01	210	40868.34	225.97	TIPO V	107.60%	100%	
28	15.11	176.36	210	42325.52	236.19	TIPO V	112.47%	100%	
28	15.09	180.86	210	41795.26	233.86	TIPO V	111.36%	100%	

Tabla29 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm2)	Resistencia de Diseño	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F`c) (kgf/cm2)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
7	15.12	179.43	210	37206.52	207.36	TIPO V	98.74%	67%	99.70%
7	15.17	180.62	210	37784.70	209.19	TIPO III	99.61%	67%	
7	15.08	178.6	210	37624.61	210.66	TIPO V	100.31%	67%	
7	15.09	178.84	210	37550.17	209.97	TIPO V	99.99%	67%	
7	15.13	179.67	210	37031.13	206.11	TIPO III	98.15%	67%	
7	15.11	179.32	210	37816.32	210.89	TIPO V	100.42%	67%	
7	15.08	178.6	210	37755.13	211.39	TIPO V	100.66%	67%	
7	15.11	179.32	210	37482.87	209.03	TIPO V	99.54%	67%	
7	15.1	178.96	210	37529.77	209.71	TIPO V	99.86%	67%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla30 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
14	15.08	178.6	210	41514.84	232.45	TIPO III	110.69%	86%	
14	15.11	179.2	210	41106.95	229.39	TIPO III	109.23%	86%	
14	15.02	177.07	210	41701.45	235.51	TIPO V	112.15%	86%	
14	15.1	180.74	210	41503.62	229.63	TIPO III	109.35%	86%	
14	15.17	176.13	210	40912.19	232.28	TIPO III	110.61%	86%	109.56%
14	14.98	176.13	210	40327.89	225.35	TIPO V	107.31%	86%	
14	15.1	178.96	210	41317.01	228.9	TIPO III	109.00%	86%	
14	15.16	180.5	210	40639.92	229.82	TIPO III	109.44%	86%	
14	15.01	176.83	210	40804.10	227.41	TIPO V	108.29%	86%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla31 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga máxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
28	15.12	178.37	210	46122.96	257.73	TIPO III	122.73%	100%	
28	15.1	178.96	210	48458.11	268.47	TIPO V	127.84%	100%	
28	15.16	180.5	210	46962.18	263.29	TIPO V	125.38%	100%	
28	15.07	178.37	210	45908.81	256.53	TIPO III	122.16%	100%	
28	15.1	178.96	210	47148.79	261.21	TIPO V	124.39%	100%	125.48%
28	15.16	180.5	210	46830.64	262.55	TIPO V	125.02%	100%	
28	15.07	178.37	210	47271.16	261.37	TIPO V	124.46%	100%	
28	15.18	180.86	210	49616.52	274.52	TIPO V	130.72%	100%	
28	15.17	180.74	210	47981.90	265.99	TIPO V	126.66%	100%	

Tabla32 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm2)	Resistencia de Diseño	Carga Maxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm2)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
7	15.09	178.84	210	36326.51	203.12	TIPO V	96.72%	67%	97.28%
7	15.15	180.27	210	36757.85	203.9	TIPO V	97.10%	67%	
7	15.19	181.1	210	36820.05	203.31	TIPO III	96.81%	67%	
7	15.12	179.55	210	36764.98	204.76	TIPO V	97.50%	67%	
7	15.1	178.96	210	36722.16	205.2	TIPO IV	97.71%	67%	
7	15.15	180.15	210	36667.09	203.54	TIPO V	96.92%	67%	
7	15.11	179.55	210	36833.31	205.54	TIPO V	97.88%	67%	
7	15.08	178.96	210	30605.91	204.96	TIPO IV	97.60%	67%	
7	15.17	180.15	210	36929.16	204.32	TIPO V	97.30%	67%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla33 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm2)	Resistencia de Diseño	Carga Maxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F ^c) (kgf/cm2)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
14	15.16	180.39	210	39875.13	221.05	TIPO V	105.26%	86%	104.20%
14	15.1	179.08	210	39011.43	217.84	TIPO V	103.73%	86%	
14	15.18	180.98	210	39062.41	215.84	TIPO V	102.78%	86%	
14	15.18	180.98118	210	39824.14	220.05	TIPO III	104.79%	86%	
14	15.15	180.15	210	39019.59	216.59	TIPO III	103.14%	86%	
14	15.1	178.96	210	38736.10	216.45	TIPO V	103.07%	86%	
14	15.16	180.5046	210	39725.23	220.05	TIPO III	104.79%	86%	
14	15.16	180.15	210	39926.12	221.33	TIPO III	105.40%	86%	
14	15.12	178.96	210	39518.23	220.10	TIPO V	104.81%	86%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla34 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm2)	Resistencia de Diseño	Carga Maxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F`c) (kgf/cm2)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
28	15.06	176.95	210	41829.93	222.06	TIPO V	105.74%	100%	
28	15.13	179.79	210	41061.07	216.87	TIPO V	103.27%	100%	
28	15.01	176.95	210	41524.02	219.79	TIPO V	104.66%	100%	
28	15.1	179.08	210	41387.38	214.54	TIPO V	102.16%	100%	
28	15.1	178.96	210	41841.15	217.17	TIPO V	103.41%	100%	103.72%
28	15.02	177.19	210	41589.28	217.98	TIPO V	103.80%	100%	
28	15.22	181.94	210	40865.28	214.17	TIPO V	101.99%	100%	
28	15.16	180.39	210	41167.12	217.91	TIPO V	103.77%	100%	
28	15.11	179.32	210	41999.21	219.75	TIPO V	104.64%	100%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla35 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm2)	Resistencia de Diseño	Carga Maxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F`c) (kgf/cm2)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
7	15.25	182.65	210	36326.51	174.49	TIPO V	83.09%	67%	
7	15.22	181.94	210	36757.85	174.35	TIPO V	83.02%	67%	
7	15.31	183.97	210	36820.05	178.34	TIPO III	84.92%	67%	
7	15.12	179.55	210	36764.98	175.95	TIPO V	83.79%	67%	
7	15.19	181.22	210	36722.16	180.2	TIPO IV	85.81%	67%	84.00%
7	15.3	183.85	210	36667.09	177.42	TIPO V	84.49%	67%	
7	15.11	179.2	210	36664.98	176.21	TIPO V	83.91%	67%	
7	15.23	180.74	210	36522.16	176.15	TIPO IV	83.88%	67%	
7	15.08	182.06	210	36327.09	174.49	TIPO V	83.09%	67%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla36 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 14 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga Maxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F`c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
14	15.08	178.60	210	39875.13	189.86	TIPO III	90.41%	86%	
14	15.07	178.49	210	39011.43	197.81	TIPO III	94.20%	86%	
14	15.08	178.25	210	39062.41	200.63	TIPO V	95.54%	86%	
14	15.08	178.60	210	39824.14	199.75	TIPO III	95.12%	86%	
14	15.07	178.60	210	39019.59	198.1	TIPO III	94.33%	86%	94.27%
14	15.07	178.37	210	38736.10	201.54	TIPO V	95.97%	86%	
14	15.15	180.27	210	39727.12	198.05	TIPO V	94.31%	86%	
14	15.12	179.55	210	39025.58	199.42	TIPO V	94.96%	86%	
14	15.17	180.62	210	39536.10	196.50	TIPO V	93.57%	86%	

Nota: Elaboración Propia

Tabla37 Resistencia a la compresión del concreto patrón con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 28 días.

Edad días	Diametro (cm)	AREA (cm ²)	Resistencia de Diseño	Carga Maxima (Kgf)	Resistencia de Rotura (F`c) (kgf/cm ²)	Tipo de Fractura	% Resistencia	% Resistencia a alcanzar	% Promedio de Resistencia
14	15.08	178.60	210	38770.77	219.84	TIPO III	104.69%	86%	
14	15.07	178.49	210	37741.88	212.02	TIPO III	100.96%	86%	
14	15.08	178.25	210	37540.99	212.87	TIPO V	101.37%	86%	
14	15.08	178.60	210	38642.29	219.98	TIPO III	104.75%	86%	
14	15.07	178.60	210	37206.52	212.24	TIPO III	101.07%	86%	102.08%
14	15.07	178.37	210	37244.25	211.18	TIPO V	100.56%	86%	
14	15.15	180.27	210	37775.53	213.34	TIPO V	101.59%	86%	
14	15.12	179.55	210	37781.65	214.23	TIPO V	102.01%	86%	
14	15.17	180.62	210	37988.65	213.55	TIPO V	101.69%	86%	

4.2. Interpretación De Resultados

La comprensión de los hallazgos del laboratorio es una parte importante de la investigación en curso. Los materiales empleados en este estudio fueron:

- Agregado fino, de procedencia de la cantera Yocara
- Agregado grueso, de procedencia de la cantera Airampuni
- Cemento portland -WariTipo I.

- Ladrillo triturado con exceso de cocción reciclado, procedente de las ladrilleras de la salida Arequipa.
- Agua, procedente del laboratorio de concreto Geo control.
- Para concreto estándar según el método de diseño de mezcla ACI, el porcentaje de arena y piedra se determina a partir de la tabla que se muestra. - El porcentaje de incorporación de ladrillo con exceso de cocción, se hizo de acuerdo al peso.
- El mismo diseño de mezcla se utiliza para procesar hormigón estándar, así como para procesar hormigón con diferentes proporciones de ladrillos y quemar residuos de piedra triturada reciclada).
- Las condiciones de curado se llevan a cabo a una temperatura de aprox. 10°C a 13°C. Cabe señalar que esta temperatura refleja la temperatura del agua y el ambiente normal en nuestra región.

4.2.1 Agregados Agregado fino

- El agregado fino utilizado en este estudio se obtuvo de la cantera Yocara. Como se observa en la curva de tamaño de partícula, la curva se encuentra dentro del rango especificado por la norma NTP 400.012. - El valor del módulo de esbeltez es 2,81.
- Material mineral grueso. El agregado grueso empleado en este estudio procede de la cantera “Airampuni”. Como se ve en el gráfico de tamaño de partícula, la curva se encuentra dentro del rango definido por la Zona 6 de la norma NTP 400.037.
- Es importante destacar que de acuerdo con el análisis granulométrico llevado a cabo en el laboratorio, una muestra del material mineral grueso es la más adecuada para el Huso 6, y para obtener resultados fiables, se divide en cada tamaño que conforma el agregado grueso de acuerdo con el límite determinado del Huso 6.

4.2.2. Ladrillo Reciclado

Perú cuenta con normativa sobre clasificación (tamaño de grano) y requisitos de calidad

La unidad es la norma NTP 400.037, que define los requisitos mandatorios.

Los materiales minerales deben cumplir con los requisitos de uso al preparar el concreto. NTP 400.037 se ajustará a relleno grueso

Figura 26.

Tabla38 Comparación de propiedades del ladrillo reciclado y el agregado grueso

PARTICULAS PERJUDICIALES	PORCENTAJE MAXIMO PERMITIDO (NTP 400.037)	LADRILLO TRITURADO
MATERIAL MAS FINO QUE LA MALLA 200	1%	26.00%
PARTICULAS DESMENUZABLES	3%	0.34%
ABRASIÓN DE LOS ANGELES	50%	37.00%

Elaboración Propia

4.3. Propiedades Del Concreto En Estado Fresco

Un concreto diseñado para obtener un asentamiento de 3” a 4” (concreto trabajable), obteniendo así un concreto de consistencia plástica, tener en cuenta que la relación de agua fue variable según la incorporación de los porcentajes.

Se evaluó la trabajabilidad de la mezcla estándar, así como la mezcla con el ladrillo reciclado, para ello se utilizó el cono de Abrahams, ASTM C 143

4.4. Propiedades Del Concreto En Estado Endurecido

4.4.1. Resistencia A La Compresión

La imagen a continuación presenta los resultados promedio de la resistencia final obtenidos en la prueba de resistencia a la compresión para el concreto estándar y el concreto con distintos porcentajes de ladrillo reciclado, medidos a los 7, 14 y 28 días, tal y como se exhibe en la figura 27.

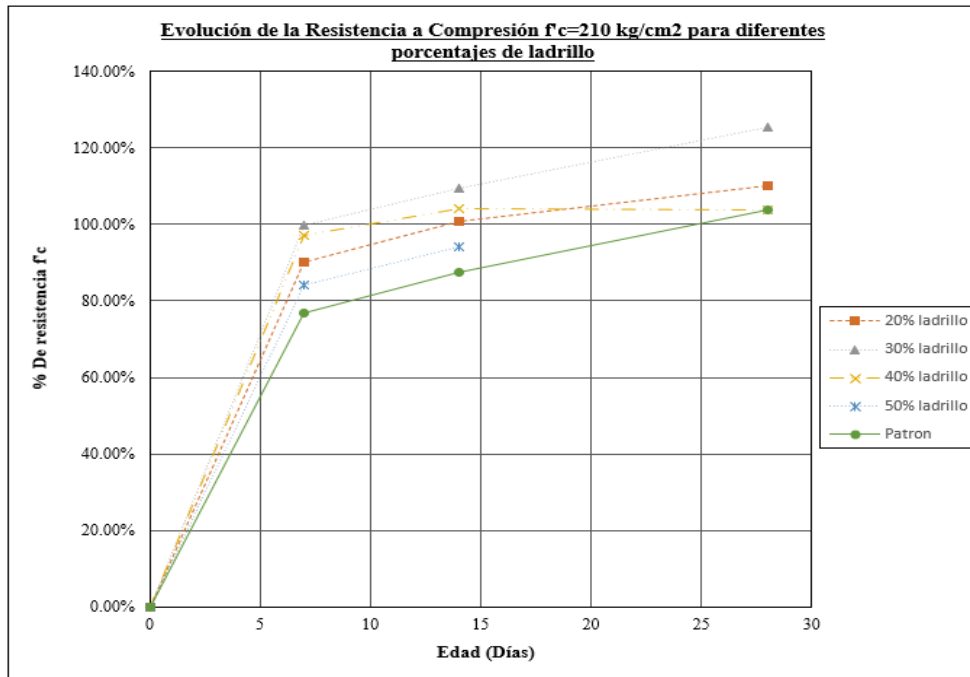


Figura16 Resistencia a la compresión de los diferentes porcentajes de ladrillo.

Nota: Elaboración Propia

4.6. Prueba De Hipótesis

Las hipótesis a probar son las siguientes: El uso de ladrillo artesanal con exceso de cocción como agregado grueso favorece en las propiedades de trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$. Para esta situación lo que se va a probar es: Si las características mecánicas del concreto mejoran o se mantienen con la incorporación del ladrillo triturado con exceso de cocción con el sustituto parcial del agregado grueso, en distintas proporciones del peso de agregado grueso de 20%, 30%, 40%, y 50%, frente a un concreto patrón (Incorporación de ladrillo triturado reciclado con exceso de cocción).

Ho: La adición de un porcentaje de ladrillo reciclado con exceso de cocción como sustituto del agregado grueso no mejora la resistencia a compresión del concreto.

H1: La adición de un porcentaje de ladrillo reciclado con exceso de cocción como sustituto del agregado grueso mejora la resistencia a compresión del concreto.

4.6.1. Prueba de hipótesis para la resistencia a la compresión del concreto

Resistencia a la compresión con 20 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7,14,28 días

Resultados obtenidos de laboratorio incorporación de ladrillo reciclado con exceso de cocción al 20% de agregado grueso

Número de Ensayo	7 días		14 días		28 días	
	Patrón (kg/cm ²)	20% Ladrillo (kg/cm ²)	Patrón (kg/cm ²)	20% Ladrillo (kg/cm ²)	Patrón (kg/cm ²)	20% Ladrillo (kg/cm ²)
1	160.24	186.51	182.93	212.45	222.06	232.15
2	162.99	191.32	181.75	209.32	216.87	227.93
3	164.23	193.53	185.44	209.66	219.79	234.76
4	161.23	187.36	183.32	213.66	214.54	231.43
5	165.25	192.82	183.76	209.93	217.17	228.32
6	160.17	187.58	187.39	210.71	217.98	232.00
7	160.09	186.78	181.68	213.05	214.17	225.97
8	157.97	190.81	183.62	210.93	217.91	236.19
9	158.59	188.49	184.55	213.24	219.75	233.86
μ (kg/cm ²)	161.20	189.47	183.83	211.44	217.80	231.40
s (kg/cm ²)		2.69		1.68		3.40

Nota: Elaboración Propia

Formulación de Hipótesis y Alternativa

	7 días	14 días	28 días
Hipótesis nula:	$H_0: \mu = 161.20$	$H_0: \mu = 183.83$	$H_0: \mu = 231.40$
Hipótesis Alter:	$H_1: \mu > 161.20$	$H_1: \mu > 183.83$	$H_1: \mu > 231.40$

Nivel de Significancia

	7 días	14 días	28 días
α	0.05	0.05	0.05

Estadístico de Prueba

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

	7 días	14 días	28 días
t	31.52	49.38	12.01

Valor Crítico

Con el nivel de significancia de 0.05 y el número de grados de libertad $n-1 = 8$ se obtiene el siguiente valor crítico

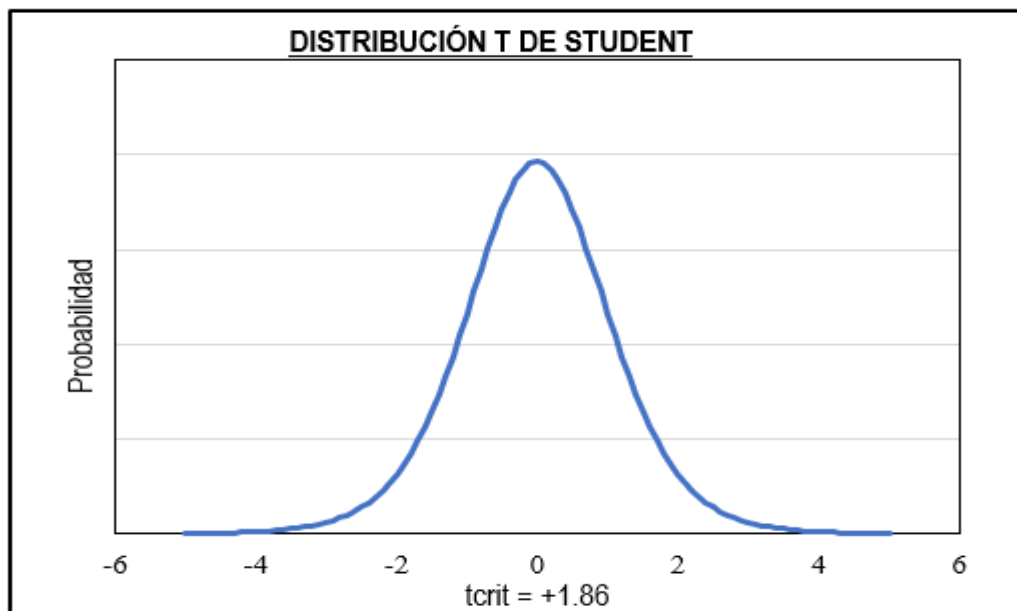


Figura17 Valor Crítico

Nota: Elaboración Propio

	7 días	14 días	28 días
t crit	1.86	1.86	1.86

Prueba de Hipótesis

	7 días	14 días	28 días
t crit	31.52	49.38	12.01
t crit	1.86	1.86	1.86
conclusión	Rechazamos la Hipótesis nula	Rechazamos la Hipótesis nula	Rechazamos la Hipótesis nula

Interpretación

- **A los 7 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 20% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.
- **A los 14 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 20% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.
- **A los 28 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 20% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.

Resultados obtenidos de laboratorio incorporación de ladrillo reciclado con exceso de cocción al 30% de agregado grueso.

Tabla39 Resistencia a la compresión con 30 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7,14,28 días

Numero de Ensayos	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
	Patrón (kg/cm2)	30% Ladrillo (kg/cm2)	Patrón (kg/cm2)	30% Ladrillo (kg/cm2)	Patrón (kg/cm2)	30% Ladrillo (kg/cm2)
1	160.24	207.36	182.93	232.45	222.06	232.15
2	162.99	209.19	181.75	229.39	216.87	227.93
3	164.23	210.66	185.44	235.51	219.79	234.76
4	161.23	209.97	183.32	229.63	214.54	231.43
5	165.25	206.11	183.76	232.28	217.17	228.32
6	160.17	210.89	187.39	225.35	217.98	232.00
7	160.09	211.39	181.68	228.9	214.17	225.97
8	157.97	209.03	183.62	229.82	217.91	236.19
9	158.59	209.71	184.55	227.41	219.75	233.86
μ (kg/cm2)	161.20	209.37	183.83	230.08	217.80	231.40
s (kg/cm2)		1.71		2.99		3.40

Nota: Elaboración Propia

Formulación de Hipótesis y Alternativa

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Hipótesis nula:	$H_0: \mu = 161.20$	$H_0: \mu = 183.83$	$H_0: \mu = 231.40$
Hipótesis Alter:	$H_1: \mu > 161.20$	$H_1: \mu > 183.83$	$H_1: \mu > 231.40$

Nivel de Significancia

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
α	0.05	0.05	0.05

Estadístico de Prueba

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t	84.60	46.39	12.01

Valor Crítico

Con el nivel de significancia de 0.05 y el número de grados de libertad $n-1 = 8$ se obtiene el siguiente valor crítico

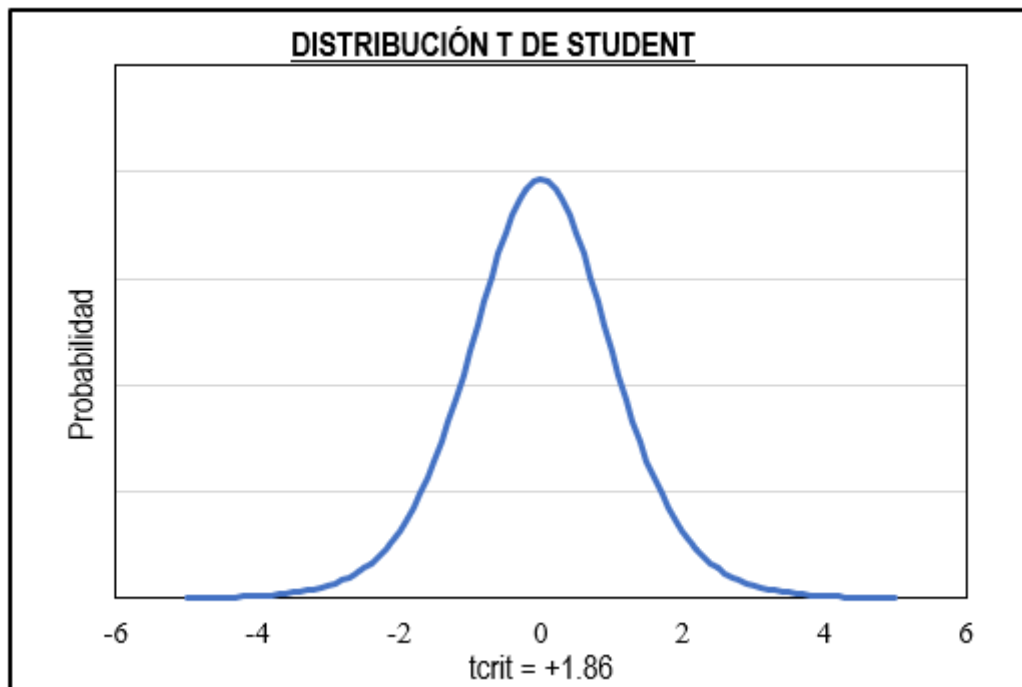


Figura18 Valor Crítico

Nota: Elaboración Propio

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t crit	1.86	1.86	1.86

Prueba de Hipótesis

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t crit	84.60	46.39	12.01
t crit	1.86	1.86	1.86
conclusión	Rechazamos la Hipótesis nula	Rechazamos la Hipótesis nula	Rechazamos la Hipótesis nula

Interpretación

- **A los 7 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 30% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.
- **A los 14 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 30% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.
- **A los 28 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 30% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.

Resultados obtenidos de laboratorio incorporación de ladrillo reciclado con exceso de cocción al 40% de agregado grueso.

Tabla40 Resistencia a la compresión con 40 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado a una edad de 7,14,28 días

Numero de Ensayo	7 días		14 días		28 días	
	Patrón (kg/cm2)	40% Ladrillo (kg/cm2)	Patrón (kg/cm2)	40% Ladrillo (kg/cm2)	Patrón (kg/cm2)	40% Ladrillo (kg/cm2)
1	160.24	203.12	182.93	221.05	222.06	234.67
2	162.99	203.9	181.75	217.84	216.87	231.11
3	164.23	203.31	185.44	215.84	219.79	231.11
4	161.23	204.76	183.32	220.05	214.54	231.11
5	165.25	205.2	183.76	216.59	217.17	233.80
6	160.17	203.54	187.39	216.45	217.98	234.70
7	160.09	205.54	181.68	220.05	214.17	224.61
8	157.97	204.96	183.62	221.33	217.91	228.21
9	158.59	204.32	184.55	220.1	219.75	234.21
μ (kg/cm2)	161.20	204.29	183.83	218.81	217.80	231.50
s (kg/cm2)		0.87		2.13		3.39

Formulación de Hipótesis y Alternativa

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Hipótesis nula:	$H_0: \mu = 161.20$	$H_0: \mu = 183.83$	$H_0: \mu = 231.40$
Hipótesis Alter:	$H_1: \mu > 161.20$	$H_1: \mu > 183.83$	$H_1: \mu > 231.40$

Nivel de Significancia

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
α	0.05	0.05	0.05

Estadístico de Prueba

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t	148.01	49.23	12.14

Valor Crítico

Con el nivel de significancia de 0.05 y el número de grados de libertad $n-1 = 8$ se obtiene el siguiente valor crítico

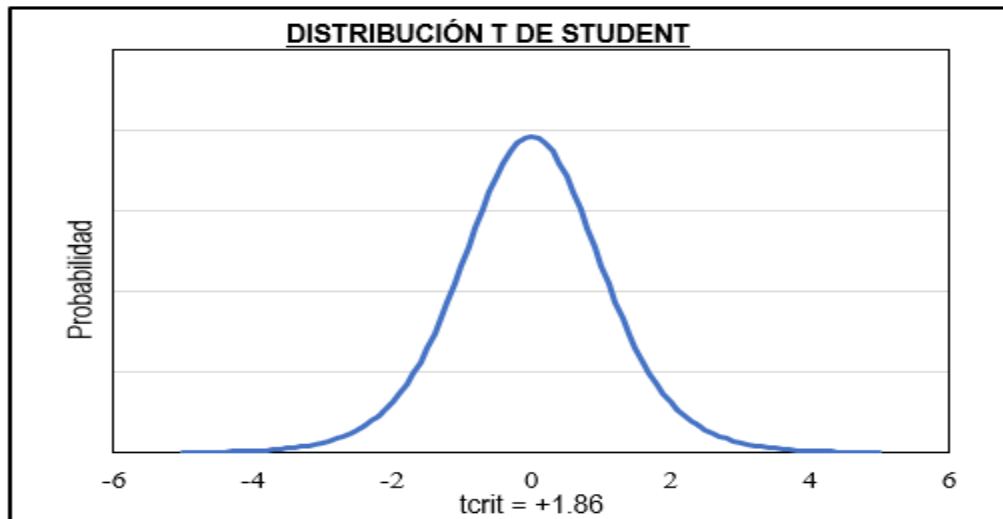


Figura19 Valor crítico

Elaboración propia

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t crit	1.86	1.86	1.86

Prueba de Hipótesis

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t crit	148.01	49.23	12.14
t crit	1.86	1.86	1.86
conclusión	Rechazamos la Hipótesis nula	Rechazamos la Hipótesis nula	Rechazamos la Hipótesis nula

Interpretación

- **A los 7 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 40% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar. .

- **A los 14 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 40% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar. .

- **A los 28 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 40% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.

Tabla41 Resistencia a la compresión con 50 % de ladrillo con exceso de cocción reciclado

Resultados obtenidos de laboratorio incorporación de ladrillo reciclado con exceso de cocción al 50% de agregado grueso.

Número de Ensayo	7 DIAS		14 DIAS		28 DIAS	
	Patrón (kg/cm2)	50% Ladrillo (kg/cm2)	Patrón (kg/cm2)	50% Ladrillo (kg/cm2)	Patrón (kg/cm2)	50% Ladrillo (kg/cm2)
1	160.24	174.49	182.93	189.86	222.06	219.84
2	162.99	174.35	181.75	197.81	216.87	212.02
3	164.23	178.34	185.44	200.63	219.79	212.87
4	161.23	175.95	183.32	199.75	214.54	219.98
5	165.25	180.2	183.76	198.1	217.17	212.24
6	160.17	177.42	187.39	201.54	217.98	211.18
7	160.09	176.21	181.68	198.05	214.17	213.34
8	157.97	176.15	183.62	199.42	217.91	214.23
9	158.59	174.49	184.55	196.5	219.75	213.55
μ (kg/cm2)	161.20	176.40	183.83	197.96	217.80	214.36
s (kg/cm2)		1.97		3.41		3.27

Formulación de Hipótesis y Alternativa

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
Hipótesis nula:	$H_0: \mu = 161.20$	$H_0: \mu = 183.83$	$H_0: \mu = 231.40$
Hipótesis Alter:	$H_1: \mu > 161.20$	$H_1: \mu > 183.83$	$H_1: \mu > 231.40$

Nivel de Significancia

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
α	0.05	0.05	

Estadístico de Prueba

$$t = \frac{\bar{x} - \mu_{\bar{x}}}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t	23.16	12.43	

Valor Critico

Con el nivel de significancia de 0.05 y el número de grados de libertad n-1 = 8 se obtiene el siguiente valor crítico

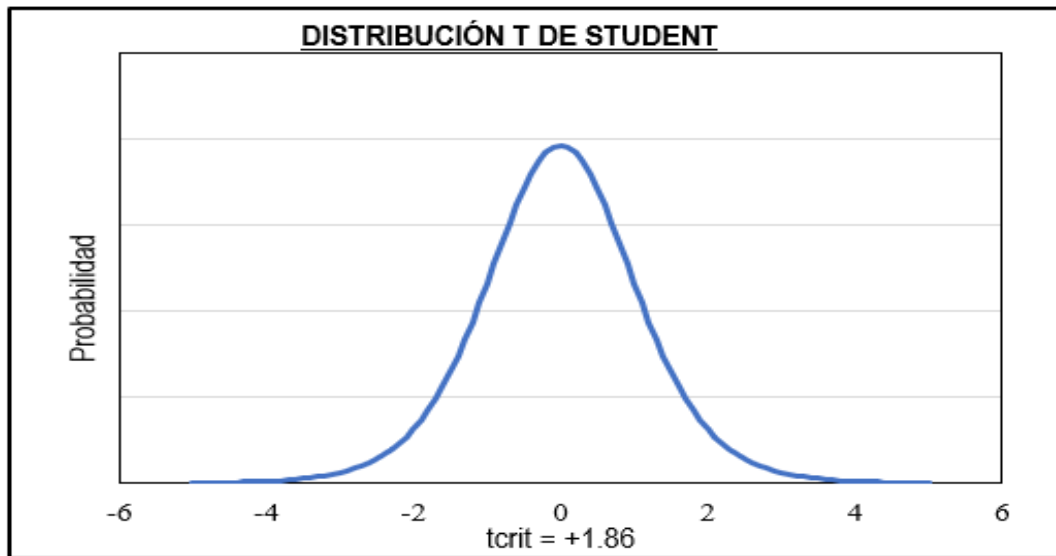


Figura20 Valor Critico

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t crit	1.86	1.86	

Prueba de Hipótesis

	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
t crit	23.16	12.43	
t crit	1.86	1.86	
conclusión	Rechazamos la Hipótesis nula	Rechazamos la Hipótesis nula	

Interpretación

- **A los 7 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 50% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar.

- **A los 14 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 50% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar. .

- **A los 28 días:** los resultados muestran que tenemos suficiente evidencia, para respaldar la afirmación de que la resistencia a la compresión de concreto con un 50% de ladrillo es mayor a la resistencia de concreto estándar. .

4.7. Análisis de costo

Se llevó a cabo el análisis de costos para los cuatro porcentajes diferentes de ladrillo reciclado incorporados en el concreto, considerando únicamente los materiales que participan en la mezcla para 1 m³ de concreto. Las tablas subsiguientes presentan el costo de los materiales necesarios para la producción de cada tipo de concreto con distintos porcentajes de ladrillo reciclado con sobrecocción.

Tabla42 Costo de concreto patrón con 0 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción.

Material	Cantidad Usada	Cantidad Equivalente	Costo Unitario	Precio
Cemento	379.63 kg/m ³	8.93 bls	22.5	S/200.98
Ladrillo Reciclado	0.00	0 kg	0.5	S/0.00
Agregado Fino	875.50 kg/m ³	0.88 m ³	54	S/47.28
Agregado Grueso 100%	826.56 kg/m ³	0.83 m ³	58.3	S/48.19
Agua	221.20 l/m ³	0.22 m ³	5.1	S/1.13
Costo total para 1m³ de concreto en soles				S/297.57

Nota: Elaboración Propia

Tabla43 Costo de concreto patrón con 20 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción.

Material	Cantidad Usada	Cantidad Equivalente	Costo Unitario	Precio
Cemento	379.63 kg/m3	8.93 bls	22.5	S/200.98
Ladrillo Reciclado	110.33 kg/m4	0.11 kg	0.15	S/0.02
Agregado Fino	840.90 kg/m3	0.84 m3	54	S/45.41
Agregado Grueso	672.26 kg/m3	0.67 m3	58.3	S/39.19
Agua	313.74 l/m3	0.31 m3	5.1	S/1.60
Costo total para 1m3 de concreto en soles				S/287.20

Nota: Elaboración Propia**Tabla44** Costo de concreto patrón con 30 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción.

Material	Cantidad Usada	Cantidad Equivalente	Costo Unitario	Precio
Cemento	379.63 kg/m3	8.93 bls	22.5	S/200.98
Ladrillo Reciclado	165.49 kg/m4	0.17 kg	0.15	S/0.02
Agregado Fino	840.90 kg/m3	0.84 m3	54	S/45.41
Agregado Grueso	588.23 kg/m3	0.59 m3	58.3	S/34.29
Agua	320.04 l/m3	0.32 m3	5.1	S/1.63
Costo total para 1m3 de concreto en soles				S/282.34

Nota: Elaboración Propia**Tabla45** Costo de concreto patrón con 40 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción.

Material	Cantidad Usada	Cantidad Equivalente	Costo Unitario	Precio
Cemento	379.63 kg/m3	8.93 bls	22.5	S/200.98
Ladrillo Reciclado	220.85 kg/m4	0.22 kg	0.15	S/0.03
Agregado Fino	840.90 kg/m3	0.84 m3	54	S/45.41
Agregado Grueso	504.20 kg/m3	0.50 m3	58.3	S/29.39
Agua	326.35 l/m3	0.33 m3	5.1	S/1.66
Costo total para 1m3 de concreto en soles				S/277.48

Nota: Elaboración Propia

Tabla46 Costo de concreto patrón con 50 % de ladrillo reciclado con exceso de cocción.

Material	Cantidad Usada		Cantidad Equivalente		Costo Unitario	Precio
Cemento	379.63	kg/m3	8.93	bls	22.5	S/200.98
Ladrillo Reciclado	275.82	kg/m3	0.28	kg	0.15	S/0.04
Agregado Fino	840.90	kg/m3	0.84	m3	54	S/45.41
Agregado Grueso	420.16	kg/m3	0.42	m3	58.3	S/24.50
Agua	332.66	l/m3	0.33	m3	5.1	S/1.70
Costo total para 1m3 de concreto en soles						S/272.62

Nota: Elaboración Propia

Tabla47 Resumen de Costo del concreto para diferentes Dosificaciones

Material	Precio Soles	% Costo
Agregado Grueso % + 0% de Ladrillo Reciclado con exceso de cocción	297.57	100.00%
Agregado Grueso % + 20% de Ladrillo Reciclado con exceso de cocción	287.20	96.51%
Agregado Grueso % + 30% de Ladrillo Reciclado con exceso de cocción	282.34	94.88%
Agregado Grueso % + 40% de Ladrillo Reciclado con exceso de cocción	277.48	93.25%
Agregado Grueso % + 50% de Ladrillo Reciclado con exceso de cocción	272.62	91.61%

Nota: Elaboración Propia

Se puede constatar que el costo del concreto sin inclusión de ladrillo es más elevado en comparación con aquel que integra diversas proporciones de ladrillo reciclado. A su vez, se puede afirmar su resistencia.

Capítulo V: Conclusiones Y Recomendaciones

5.1.1. Conclusiones

- Para el presente estudio, se confirmó que el desempeño de los ladrillos cocidos a mano cumplía con las recomendaciones y especificaciones de producción de concreto agregado para las cuales se podían evaluar los requisitos obligatorios para la clasificación del agregado (granularidad). **normalizadas NTP 400.037 para agregados. Ver tabla 01.**
- Los resultados de la prueba de desgaste (método de Los Ángeles) mostraron que el porcentaje de desgaste del agregado de ladrillo triturado estuvo por debajo del 50% permitido en la Norma 400.037. Este porcentaje de desgaste se debe a la porosidad en la estructura interna y externa del ladrillo, irregularidades que deterioran su resistencia mecánica, y por su rigidez es un material sobre maduro.
- Partiendo de los datos de resistencia a la compresión que se adquirieron en los experimentos de laboratorio, se puede concluir que reemplazando los ladrillos con parte del material mineral grueso se puede lograr un concreto con resistencia a la compresión $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y propiedades mecánicas satisfactorias. Se comprobó claramente que el agregado grueso óptimo se obtuvo con un porcentaje mínimo de mezcla del 20% y máximo de reposición del 50%, los resultados obtenidos estuvieron relacionados con el porcentaje de desgaste del material mezclado, que según la norma 400.037 es inferior al 50%, Igual Para asegurar la trabajabilidad, trabaje con cuidado para que el concreto tenga una consistencia plástica y trabajable, logrando un asentamiento de 3 a 4 si es posible.

- La trabajabilidad se ha observado al ejecutar los ensayos y al usar el ladrillo en estado seco, se verifico que se ve reducida, el estado seco del ladrillo genera el aumento de la resistencia al disminuir la relación a/c.

-En función a los resultados alcanzados en el laboratorio, se concluye que la resistencia a la compresión del concreto fabricado con sustitutos de ladrillo sobrecocido es superior a la resistencia de la muestra patrón. Por lo tanto, estos resultados se pueden atribuir a las características físicas del ladrillo con exceso de cocción ya que este material en sus características físicas son de forma angulosa y textura áspera, características diferentes a las de un agregado grueso de canto rodado.

-Según la realidad vista en las ladrilleras artesanales de la salida Arequipa, se verifica que existe un escaso control de calidad esto genera una gran variedad de las propiedades físicas como mecánicas, que inciden en el comportamiento del concreto, fresco como en el concreto en estado fraguado. Por ello, se menciona que deberá de considerarse estas características de control de calidad del concreto que se elabore con este material, dado que la variabilidad que introduce en el concreto es muy alta.

La sustitución de ladrillo triturado con exceso de cocción dio como resultado la variación en la trabajabilidad del concreto fresco, obteniéndose asentamientos menores, es por ello que se decidió trabajar de tal manera que se obtuviera asentamientos de 3 a 4” que hace que el concreto sea plástico y trabajable esto se debe a que se utilizó distintas cantidades de agua.

Ver Figura 26

En el diseño de mezcla del concreto con ladrillo triturado con exceso de cocción se tomaron como referencia distintas investigaciones. En la presente Investigación se concluye que los costos entre la mezcla patrón y la mezcla con incorporación de ladrillo con exceso de cocción si se ven disminuidos en comparación con el concreto patrón.

Recomendaciones

1. Referente a la investigación ejecutada se recomienda realizar ensayos que verifiquen la “composición química y el comportamiento reactivo del polvo del ladrillo reciclado con exceso de cocción al combinarse con los materiales de la mezcla de concreto”.
2. El reemplazo del ladrillo triturado con exceso de cocción se realizó en todos sus tamaños, desde de tal manera que cumpla con las características de un agregado según la normativa establecida para agregados. Se recomendaría realizar la sustitución del ladrillo triturado con exceso de cocción en un solo tamaño.

Referencias

Norma Técnica Metrados, Para Obras De Edificación Y Habilitaciones Urbanas

Masías, K. (2018). Resistencia a la flexión y tracción en el concreto usando ladrillo triturado como agregado grueso (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

Rosas, H. (2018). Uso de ladrillo de arcilla con exceso de cocción como agregado grueso en concretos hidráulicos (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil). Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería. Programa Académico de Ingeniería Civil. Piura, Perú.

E.060, N. Reglamento Nacional de Edificaciones (2018). Norma técnica peruana vigente. Concreto Armado.

Saldaña, J. y Caballero, N. (2014). Estudio de la resistencia del concreto utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. Universidad nacional del Santa-Chimbote Perú.

Pérez Rojas, A.V. (Marzo 2012). Uso de triturado de ladrillo reciclado como agregado grueso en la elaboración de concreto. Tecnología en Gestión Ambiental del Centro Nacional Minero, 125 Páginas.

García, J. y Velázquez, R. (2004). Concreto Reciclado. Instituto Politécnico Nacional, México Df.

Armas, C.(2016). Efectos de la adición de fibra de polipropileno en las propiedades plásticas y mecánicas del concreto hidráulico.

- Coapaza, H. y Cahui, R. (2018). “Influencia del aditivo superplastificante en las propiedades del concreto $f'c=210$ kg/cm² como alternativa de mejora en los vaciados de techos de vivienda autoconstruidos en puno”
- Ministerio de la producción. (2010). estudio diagnóstico sobre las ladrilleras artesanales en el Perú departamentos de puno, Cajamarca, Trujillo, Lambayeque, Piura, Ayacucho, lima, Tacna, Arequipa y cusco. Recuperado de <http://www.redladrilleras.net/assets/files/08f34d2be1d32a80a13a48f2633dd73c.pdf>.
- Monje, N. (2011). Metodología de la Investigación cuantitativa y cualitativa guía didáctica, universidad sur colombiana, facultad de ciencias Sociales.
- León, M. P., & Ramírez, F. (2010). Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. Revista ingeniería de construcción, 25(2), 215-240.
- Gallegos, H., & Ramos, Á. F. S. B. (1986). Albañilería estructural. PUCP. Facultad de Ciencias e Ingeniería.
- San Bartolomé Ramos, Á. F. (1994). Construcciones de albañilería: comportamiento sísmico y diseño estructural.

Anexos

Anexo A. Panel Fotográfico



Fotografía 01. Material para reciclar proveniente de las ladrilleras artesanales



Fotografía 02. Se realiza el triturado manual del ladrillo recocido reciclado



Fotografía 03. Selección de material ladrillo recocido reciclado



Fotografía 04. Proporciones de material para el diseño de mezcla




Fotografía 05. Proporciones de material para el diseño de mezcla



Fotografía 06. Rotura de briqueta

Anexo B. Estudios de materiales y diseño de mezcla



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES
RUC: 20601612616

CODIGO : GCT - FO - 46
VERSION : 01
FECHA : 28-11-2020

DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg/cm.²
FORMA: ACI 211.1-R-03 211.1-R-1

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCIÓN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESISTENCIA F'c = 210 KG/CM2, JULIACA 2020.

SOLICITA : BACH. GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

UBIGACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUÑO

CANTERA : A.F. CANTERA YOCARA Y A.G. PIEDRA CHANCADA AYTRAMPUN

FECHA DE SOLICITUD : 2021-03-10
FECHA DE EJECUCIÓN : 2021-05-12
ENSAJADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL S.A.S.

DISEÑO ACI 211 F'c = 210 Kg/cm²

CARACTERÍSTICAS FISICAS	RESULTADOS DE LABORATORIO		
	AGREGADO GRUESO (GRASA)	AGREGADO FINO (ARENA)	AGREGADO GRUESO (LADRILLO)
F x 555	2.94	2.25	1.72
F 1.1. Validado	1427	1713	863
F 1.1. Diseño	1233	1067	732
% de Acelerante	2.97	4.40	11.43
% de Humedad Natural	1.81	4.12	0
Modulo de Rotura	—	3.35	—

MATERIAL	OTROS MATERIALES Y ADITIVOS	
	PESO ESPECIFICO (Kg/m³)	P. U. SUELO (kg/m³)
Cemento tipo I	3.150	900
Incorporador de aire	1.000	—
Plastificante	1.000	—
Acelerante Sika	1.000	—

1.- VALORES DE DISEÑO (ELEMENTOS DE ENTRADA)		2.- ANÁLISIS DE DISEÑO	
Asentamiento	1"	Factor Cemento	0.75 kg/m³
Tamaño Máximo	3/4"	Volumen absoluto del cemento	0.1208 m³/m³
Tamaño Máximo Nominal	0.540	Volumen absoluto de agua	0.2050 m³/m³
Relación Agua Cemento	255	Volumen absoluto de aire	0.0200 m³/m³
Agua Diseño Reducido (A)	0.9%	Volumen absoluto del Incorporador de Aire	0.0000 m³/m³
% DE REDUCCIÓN DE AGUA ESTIMADO	205	Volumen absoluto del Plastificante	0.0000 m³/m³
AGUA DISEÑO REDUCIDO (B)	2.0%	Volumen absoluto del Acelerante de Fragua	0.3455 m³/m³
TOTAL DE AGUA ATRAPADO DISEÑO	0.570	Volumen absoluto de la pasta	0.0000 m³/m³
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.989%	Volumen absoluto de los Agregados:	0.3188 m³/m³
ADITIVO:	0.000%	Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3347 m³/m³
Incorporador de Aire	0.00%	Volumen absoluto del Agregado fino	1.0000 m³/m³
Plastificante	0.00%	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS	—
Acelerante de Fragua	0.00%		
TOTAL DE AGUA ATRAPADO OBTENIDO	2.0%		

3.- CANTIDAD DE MATERIALES POR m³ EN PESO		4.- CORRECCIÓN POR HUMEDAD	
CEMENTO	379.63 kg/m³	AGREGADO FINO HUMEDO	675.5020 kg/m³
AGUA	205.00 kg/m³	AGREGADO GRUESO HUMEDO	626.9628 kg/m³
Incorporador de Aire	0.00		
Plastificante	0.00		
Acelerante de Fragua	0.00		
AGREGADO FINO	640.90 kg/m³		
AGREGADO GRUESO	613.48 kg/m³		
PESO DE MEZCLA:	2299.03 kg/m³		

5.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR m³		7.- CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR BOLSA DE CEMENTO	
CEMENTO	379.63 kg/m³	CEMENTO	42.0 kg/bolsa
AGUA	221.20 L/m³	AGUA	24.8 L/bolsa
AGREGADO FINO	675.50 kg/m³	AGREGADO FINO	95.0 kg/bolsa
AGREGADO GRUESO	626.56 kg/m³	AGREGADO GRUESO	62.5 kg/bolsa
Incorporador de Aire	0.00 kg/m³	Incorporador de Aire	0.000 kg/bolsa
Plastificante	0.00 kg/m³	Plastificante	0.000 kg/bolsa
Acelerante de Fragua	0.00 kg/m³	Acelerante de Fragua	0.000 kg/bolsa

	PROPORCIÓN EN PESO	PROPORCIÓN EN VOLUMEN	PROPORCIÓN VOL. UNITARIO (P2)
C	1.00	0.25	1.00
A.F	3.51	0.54	2.15
A.G	2.18	0.57	2.65

8.- CANTIDAD DE MATERIALES CON ADICIÓN EN PORCENTAJES DE LADRILLO Y CORREGIDOS POR m³					
DESCRIPCIÓN	30 % LADRILLO	33 % LADRILLO	40 % LADRILLO	50 % LADRILLO	UNID.
CEMENTO	379.63	379.63	379.63	379.63	kg/m³
AGUA	231.75	237.04	242.32	247.50	L/m³
AG. FINO	675.50	675.50	675.50	675.50	kg/m³
AG. GRUESO	661.25	679.88	485.84	413.28	kg/m³
AG. LADRILLO	110.33	164.49	230.85	275.82	kg/m³

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACIÓN POR M3.

* Se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizar en la obra y el Aditivo para determinar la concentración más favorable para su respectiva dosificación.

* Este diseño de mezcla no contempla la Adición de ningún tipo de Aditivo.

* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

* Las muestras fueron puestas en el laboratorio por el solicitante.



Ing. Raúl Miravalles Quintanilla
GIP 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Queda terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL S.A.S.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

017867

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCIÓN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESISTENCIA F'c = 210 KG/CM2. JULIACA 2020.

SOLICITANTE : BACH. GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CANTERA : A.F. CANTERA YOCARA Y A.G. PIEDRA CHANCADA AYRAMPUNI

FECHA SOLICITUD : 2021-05-10

FECHA EJECUCION : 2021-05-13

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
3/4"	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00		
N° 4	108.00	10.18	10.18	89.82	A -Peso de muestra secada al horno	477.00
N° 8	139.00	13.10	23.28	76.72	B -Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
N° 16	216.10	20.37	43.65	56.35	Wc -Peso del picnómetro con agua	680.00
N° 30	235.90	22.23	65.88	34.12	W -Peso del Pic. + muestra + agua	981.00
N° 50	245.00	23.09	88.97	11.03	PESO ESPECIFICO	
N° 100	95.40	8.99	97.96	2.04	Wc+B =	1180
N° 200	15.60	1.47	99.43	0.57	Wc+B-W =	199
FONDO	6.00	0.57	100.00	0.00	Pe =	2.51
SUMA	1061.00	100.00			Wc+ B - W	
					ABSORCION	
					B =	500.00
					B-A =	23.00
					Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$
						4.82
MI = MODULO DE FINIZA						3.30

PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de la Canastilla	
2"	0	0.00	0.00	100		
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00		
1"	0	0.00	0.00	100.00		
3/4"	926	16.03	16.03	83.97	A -Peso Mat Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	3551.00
1/2"	2587.00	50.20	66.23	33.77	B -Peso Mat Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	2155.00
3/8"	1205.00	23.38	89.62	10.38	C -Vol. de masa = vol de vacios = A-B (gr)	1396.00
1/4"	0.00	0.00	89.62	10.38	D -Peso material seco en estufa (100°C)(gr)	3452.00
N° 4	500.00	9.70	99.32	0.68	E -Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	1297
FONDO	35.00	0.68	100.00	0.00	PESO ESPECIFICO	
SUMA	5153.00	100.00			Pe bulk (Base seca) = DAC	2.473
					Pe bulk (Base saturada) = AAC	2.544
					Pe Aparente (Base Seca) = DAE	2.662
					ABSORCION	
					% de absorción = $\frac{(A - D)}{D} \times 100$	2.868

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Royal Miranda Quispe
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está taxativamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex óvalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 871568
Correos: inform@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

017868

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C596-19

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCIÓN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESISTENCIA $F'c = 210 \text{ KGICM}^2$, JULIACA 2020

SOLICITANTE: BACH, GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CANTERA : A.F. CANTERA YOCARA Y A.G. PIEDRA CHANCADA AYRAMPUNI

F. SOLICITUD : 2021-05-10

F. EJECUCION : 2021-05-12

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

A. FINO	
P.T. M. HUM	679.00
P.T.M. SECA	659.00
P. TARRO	73.00
P. AGUA	20.00
P.S. SECO	486.00
% HUMEDAD	4.12

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	2713.00
P.T.M. SECA	2672.00
P. TARRO	121.00
P. AGUA	41.00
P.S. SECO	2551.00
% HUMEDAD	1.61

PESOS UNITARIOS

ASTM C29C29M-17a

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
9946	6548	2121	1602
9968	6548	2121	1612
9953	6548	2121	1605
PROMEDIO TOTAL			1607

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12159	8100	3234	1235
12150	8166	3234	1232
12155	8166	3234	1233
PROMEDIO TOTAL			1233

VARRILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
10186	6548	2121	1715
10178	6548	2121	1711
10182	6548	2121	1713
PROMEDIO TOTAL			1713

VARRILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
12777	8166	3234	1426
12781	8166	3234	1427
12767	8166	3234	1429
PROMEDIO TOTAL			1427

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Axel Miranda Quispeanillo
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671588
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

017869

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.037, ASTM C93/C93M-18

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCION COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE RESISTENCIA F'c = 210 KG/CM2, JULIACA 2020.

SOLICITA : BACH. GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

F. SOLICITUD: 2021-05-10

UBICACION : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. EJECUCION: 2021-05-12

CANTERA : A.G. PIEDRA CHANCADA AYRAMPUNI

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 5153 Tamaño máx. N = 3/4" OBSERVACIONES: ASTM C 33 se empleo la granulometria HUSO 6
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
3/4"	19.050	826.00	16.03	16.03	83.97	90 - 100 %	
1/2"	12.700	2587.00	50.20	66.23	33.77	20 - 85%	
3/8"	9.525	1205.00	23.38	89.62	10.38	0 - 15%	
1/4"	6.350	0.00	0.00	89.62	10.38		
No#1	4.750	500.00	9.70	99.32	0.68	0 - 5%	
BASE		35.00	1.31	0.0	100.0		
TOTAL		5153.00	100.00				
% PERDIDA		0.68					

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



GEOCONTROL TOTAL S.A.S.
 Ing. Noel Miranda Quintanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328568 / 951 010447 / 951 871568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

917870

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.007, ASTM C30/C33M-15

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCIÓN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE RESISTENCIA $F_c = 210 \text{ KG/CM}^2$, JULIACA 2020.

SOLICITA : BACH. GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

F. SOLICITUD: 2021-05-10

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. EJECUCION: 2021-05-12

CANTERA : A.F. CANTERA YOCARA

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 1061.00
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	
No4	4.750	198.00	18.36	10.16	89.82	85 - 100 %	Modulo de Finiza = 3.30
No6	2.380	139.00	12.99	23.20	76.72		
No10	2.000						
No16	1.180	216.10	20.37	43.60	56.35	50 - 85 %	
No20	0.840					25 - 60 %	
No30	0.590	235.90	22.23	65.85	34.12		
No40	0.420					05 - 30 %	
No 50	0.300	245.00	23.09	88.97	11.03		OBSERVACIONES: ASTM C 33 se empleo la granulometria HUSO C
No60	0.250						
No80	0.180					0-10%	
No100	0.149	95.40	8.99	97.96	2.04		
No200	0.074	15.50	1.47	99.43	0.57		
BASE		6.00	0.57	100	0		
TOTAL		1061.00	100.00				
% PERDIDA		0.57					

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

[Signature]
Ing. Raul Miranda Quispe
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1729 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-326588 / 951 010447 / 951 671588
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

017871

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCION COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE RESISTENCIA F'c = 210 KG/CM2. JULIACA 2020.

SOLICITANTE : BACH GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

UBICACION : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CANTERA : A.G. LADRILLO TRITURADO

FECHA SOLICITUD : 2021-05-10

FECHA EJECUCION : 2021-05-13

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

LADRILLO TRITURADO

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de la Canastilla
2"	0	0.00	0.00	100	A Peso Mat Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr) 2320.00
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00	B Peso Mat Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr) 975.00
1"	0	0.00	0.00	100.00	C Vol. de masa + vol de vacios = A/B (gr) 1345.00
3/4"	304	14.35	14.35	85.65	D Peso material seco en estufa (105°C) (gr) 2082.00
1/2"	989.00	40.89	61.05	38.95	E Vol. de masa = C - (A - D) (gr) 1107
3/8"	465.00	22.90	83.95	16.05	
1/4"	0.00	0.00	83.95	16.05	
N° 4	315.00	14.87	98.82	1.18	
FONDO	25.00	1.18	100.00	0.00	
SUMA	2118.00	100.00			

PESO ESPECIFICO	
Pe bulk (Base seca) = DIC	1.548
Pe bulk (Base saturada) = AVC	1.725
Pe Aparente (Base Seca) = DIE	1.881

ABSORCION	
% de absorción = ((A - D) / D * 100)	11.431

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE.



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Raúl Miranda Quintanilla
 CIP-131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvelesión N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida usco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 871568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

017872

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C595-16

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCIÓN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESISTENCIA $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$, JULIACA 2020.

SOLICITANTE: BACH. GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

CANTERA : A.G. LADRILLO TRITURADO

F. SOLICITUD : 2021-05-10

F. EJECUCION : 2021-05-12

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

A. FINO	
P.T. M. HUM	
P.T.M. SECA	
P. TARRO	
P. AGUA	
P.S. SECO	
% HUMEDAD	

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	215.24
P.T.M. SECA	215.24
P. TARRO	106.09
P. AGUA	0.00
P.S. SECO	109.24
% HUMEDAD	0.00

PESOS UNITARIOS

ASTM C29/C29M-17a

AGREGADO FINO

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
10523	8190	3246	719
10539	8190	3246	724
10540	8190	3246	724
PROMEDIO TOTAL			722

VARRILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
10999	8190	3246	665
11065	8190	3246	692
11085	8190	3246	692
PROMEDIO TOTAL			683

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Raúl Miranda Quispe
 CSP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1729 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-326588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

017873

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

NTP 400.037, ASTM C33/C33M-18

PROYECTO : USO DE LADRILLO ARTESANAL DE COCCIÓN COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES DE TRABAJABILIDAD Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE RESISTENCIA $F_c = 210 \text{ KG/CM}^2$, JULIACA 2020.

SOLICITA : BACH GLEIDY ERIKA MACHACCA ALA

F. SOLICITUD: 2021-05-10

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. EJECUCION: 2021-05-12

CANTERA : A.G. LADRILLO TRITURADO

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200				100.00		Peso Inicial = 2118 Tamaño máx. N = 34" OBSERVACIONES: ASTM C 33 se empleo la granulometria HUSO 6
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 %	
3/4"	19.050	304.00	14.35	14.35	85.65	90 - 100 %	
1/2"	12.700	959.00	45.28	61.05	38.95	20 - 55%	
3/8"	9.525	485.00	22.90	83.95	16.05	0 - 15%	
1/4"	6.350	0.00	0.00	83.95	16.05		
No4	4.750	315.00	14.87	98.82	1.18	0 - 5%	
BASE		25.00	0.94	0.0	100.0		
TOTAL		2118.00	100.00				
% PERDIDA							

CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Noel Miranda Quispeanillo
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El informante no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovale salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 871588
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

017874

DISEÑO DE MEZCLA CON ADICION DE LADRILLO COMO AGREGADO GRUESO

CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS

CARACTERISTICAS FISICAS	UND.	AGREGADO GRUESO (GRWA)	AGREGADO FINO (ARENA)	AGREGADO GRUESO (LADRILLO)
P.e S&S	g / cm ³	2.54	2.51	1.73
P.U. Variado	kg / m ³	1427	1713	883
P.U. Sueto	kg / m ³	1233	1607	722
% de Absorción	%	2.87	4.82	11.43
% de Humedad Natural	%	1.61	4.12	0
Modulo de Finiza	—	—	3.30	—

Al peso en diseño y otra del agregado grueso para un metro cubico, se quita un 20%, 30%, 40% y 50% y es reemplazado por un 20%, 30%, 40% y 50% de arcilla cocida, de esta forma se obtiene las nuevas cantidades en peso del nuevo diseño de mezcla. La relación agua/cemento, F/C = 210 kg/cm² de la mezcla patron se mantiene para estos 4 diseños nuevos.

VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS:

Volumen absoluto del Agregado grueso	0.3198	m ³ /m ³
Volumen absoluto del Agregado fino	0.3347	m ³ /m ³

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDOS POR M3

DESCRIPCION	SIN CORREGIR	CORREGIDO	UND.
Cemento	379.63	379.63	kg / m ³
Agua	205.00	221.20	L / m ³
Agregado Grueso	840.90	875.50	kg / m ³
Agregado Fino	813.49	826.56	kg / m ³

PARA CONCRETO CON 20% DE ADICION DE LADRILLO:

CONCRETO CON 20% SIN CORREGIR		CONCRETO CON 20% CORREGIDO	
Cemento	379.63	Cemento	= 379.63
Vol. Abs. (f)	0.3198	Agua	205.00 - (4.12 - 4.82) / 100 * 840.90 - (1.61 - 2.87) / 100 * 840.90 = 231.70
Vol. Abs. (f) - 20%	0.3198 * 80% = 0.2558		650.86 - (0 - 11.43) / 100 * 110.33 = 875.55
Ag. Fino	840.90	Agregado fino	840.90 * (1 + 4.12 / 100) = 875.55
Ag. Grueso	0.2558 * 2.54 = 650.86	Agregado grueso	650.86 * (1 + 1.61 / 100) = 661.34
Vol. Arcilla cocida	0.3198 * 20% = 0.0640	A. G. Ladrillo	110.33 * (1 + 0.00 / 100) = 110.33
Ag. Arcilla cocida	0.0640 * 1.73 = 110.33		
Agua	205.00		

CANTIDAD DE MATERIALES CON ADICION EN PORCENTAJES DE LADRILLO Y CORREGIDOS POR m3

DESCRIPCION	20 % LADRILLO	36 % LADRILLO	40 % LADRILLO	50 % LADRILLO	UND.
CEMENTO	379.63	379.63	379.63	379.63	Kg/m ³
AGUA	231.70	237.04	242.52	247.6	L/m ³
AGREGADO FINO	875.55	875.55	875.55	875.55	Kg/m ³
AGREGADO GRUESO	661.34	578.59	495.94	413.28	Kg/m ³
A. G. LADRILLO	110.33	165.49	220.65	275.82	Kg/m ³



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
R. Miranda
Ing. Raúl Miranda Guzmán
CIP: 131465

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Este consentimiento prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvelesión N° 172B - Juliaca (Ref. ex ovale salida cuscol)
Teléfonos: 051-328588 / 851 010447 / 851 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

017875