



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la
elaboración de mortero, Trujillo, La Libertad, 2019

TRABAJO PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:

Bachiller en Ingeniería Civil

AUTORES:

Chávez Deza, María Luisa (ORCID: 0000-0002-1099-9474)

Kanno Palmer, Jose Ichiro (ORCID: 0000-0001-6026-644X)

Rojas Gutierrez, Abel Arturo (ORCID: 0000-0002-0158-3709)

Vargas Rios, Jorge Janmarco (ORCID: 0000-0002-1184-3420)

ASESOR:

Dra. Galvez Carrillo, Rosa Patricia (ORCID: 0000-0002-4612-109X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedicamos este informe a nuestros padres, quienes día a día se esfuerzan para apoyarnos e incentivarnos en nuestros estudios para que podamos superarnos y tener una profesión.

También lo dedicamos a nuestra docente Rosa Patricia Gálvez Carrillo, quien nos brindó el conocimiento y guio para para la realización de este informe.

Los Autores

AGRADECIMIENTO

A nuestros padres quienes a lo largo de toda nuestra vida nos han apoyado y motivado en nuestra formación académica, creen en nosotros en todo momento y no dudan de nuestras habilidades.

A nuestros profesores a quienes les debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza, finalmente un eterno agradecimiento.

A esta prestigiosa universidad la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como profesionales con sentido de seriedad, responsabilidad y rigor académico.

Los Autores

PÁGINA DEL JURADO

Declaratoria de autenticidad



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, KANNO PALMER JOSE ICHIRO, CHAVEZ DEZA MARIA LUISA, ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO, VARGAS RIOS JORGE JANMARCO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "EFECTOS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA ELABORACIÓN DE MORTERO, TRUJILLO, LA LIBERTAD 2019_", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
KANNO PALMER JOSE ICHIRO DNI: 70745494 ORCID (0000-0001-6026-644X)	Firmado digitalmente por: JKANNO el 21-01-2021 00:49:04
CHAVEZ DEZA MARIA LUISA DNI: 70271150 ORCID 0000-0002-1099-9474	Firmado digitalmente por: MARICHAVEZ el 21-01- 2021 00:47:39
ROJAS GUTIERREZ ABEL ARTURO DNI: 70835024	Firmado digitalmente por: AROJASGU el 21-01-2021 00:48:01

ORCID 0000-0002-0158-3709	
VARGAS RIOS JORGE JANMARCO DNI: 70227071 ORCID 0000-0002-1184-3420	Firmado digitalmente por: JJVARGASRI el 21-01-2021 00:50:14

Código documento Trilce: INV - 0020278

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE.....	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MÉTODO.....	13
2.1. Tipo y diseño de investigación	13
2.2. Población, muestra y muestreo	13
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	13
2.4. Procedimiento	13
2.5. Método de análisis de datos	14
2.6. Aspectos éticos.....	15
III. RESULTADOS	16
3.1. Resistencia a la compresión de cubos de mortero	16
3.1.1. Resistencia a compresión a los 14 días de curado	16
3.1.2. Resistencia a compresión a los 28 días de curado	19
3.2. Sortividad en los cubos de mortero	22
3.3. Resistencia a la compresión de unidades de albañilería por pila	28
IV. DISCUSIÓN.....	29
V. CONCLUSIONES.....	30
VI. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS	36
8.1. Anexo N° 01 – Operacionalización de Variables	36
8.2. Anexo N° 02 – Guía de observación.....	37
8.3. Anexo N° 03 - Panel Fotográfico	39

RESUMEN

En el siguiente trabajo de investigación de tipo experimental se buscó conocer el efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero de un mortero compuesto por cemento, arena gruesa y agua. Se utilizaron distintas proporciones de residuos sólidos, las cuales fueron: 25%, 50%, 75% y 100%. Todos los ensayos están basados en normativa peruana (Norma Técnica Peruana) y en normativa internacional (American Society for Testing and Materials). Los ensayos que se realizaron en laboratorio son el de resistencia a la compresión de cubos de mortero de 50 mm de lado, Sortividad de dichos cubos y resistencia a la compresión de pilas de unidades de albañilería. En su totalidad, se realizaron 30 cubos de mortero, de los cuales 20 fueron utilizados para resistencia a la compresión y 10 para Sortividad. Las pilas de unidades de albañilería se ensayaron con la mezcla de mortero que más resistió. Se determinó que la proporción más resistencia fue la de 25% de residuos sólidos con un total de 387.49 kg/cm² a una edad de 28 días, del mismo modo, la mezcla que tuvo la más baja Sortividad fue la de la mezcla patrón seguida de la proporción de 25%. Por lo tanto, se pudo comprobar que la proporción de 25% de residuos sólidos es óptimo para ser utilizado como aditivo en la elaboración de mortero debido a que genera mayor resistencia a la compresión con una baja Sortividad.

Palabras Clave: Mortero, Residuos Sólidos, Sortividad, Unidades de Albañilería, Resistencia a la compresión.

ABSTRACT

In the following experimental research work, we sought to know the effect of solid waste from construction on the mortar construction of a mortar composed of cement, coarse sand and water. They will be used in different proportions of solid waste, which were: 25%, 50%, 75% and 100%. All tests are included in the Peruvian regulations (Peruvian Technical Standard) and in the international regulations (American Society for Testing and Materials). The tests carried out in the laboratory are the resistance to compression of mortar cubes of 50 mm side, the classification of these cubes and the compressive strength of masonry unit batteries. In all, 30 mortar cubes were used, of which 20 were used for compressive strength and 10 for classification. The piles of masonry units were tested with the mortar mixture that most resisted. It was determined that the most resistant amount was 25% of the solid waste with a total of 387.49 kg / cm², an age of 28 days, in the same way, the mixture that had the lowest. of the proportion of 25%. Therefore, it was found that the proportion of 25% of solid waste is optimal for use as an additive in mortar production because it generates greater resistance to compression with a low classification.

Keywords: Mortar, Solid Waste, Sortivity, Masonry Units, Compressive Strength.

I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente trabajo de investigación se evalúa la influencia que tienen los residuos en la fabricación de mortero para muros. En el desarrollo del trabajo de investigación se realizarán diversos estudios para conocer las características que brindan los residuos sólidos de actividades constructivas.

Los residuos sólidos provenientes de las construcciones son denominados Residuos de la Construcción y Demolición (también conocidos por las siglas RCD). El manejo de los mencionados residuos es un tema complejo para las grandes ciudades debido a que cada año existe crecimiento demográfico y, por lo tanto, trae como consecuencia mayor generación de residuos sólidos. Otras de las dificultades que se identifican es la falta de educación por parte de los pobladores, esto se refleja en el mal mantenimiento de las áreas públicas, escasas de botaderos, lo cual genera focos infecciosos, deteriorando el paisaje de la ciudad. (Amaru Zuly, 2017)

Es importante tener el conocimiento que en nuestro país se almacenan aproximadamente 7 millones de toneladas de RCD en zonas públicas, como son las urbanizaciones. Esto quiere decir que, cada persona genera 0.80 kg/día. El 54 % de los residuos sólidos, fue dispuesto en rellenos sanitarios para su correcto procesamiento, mientras que el 46% fueron destinados a botaderos ilegales, contaminando ríos, quebradas, etc. En el Perú existen un total de 26 rellenos sanitarios, muy poco para la cantidad de distritos que tiene nuestro país. (Ministerio del Ambiente, 2017).

Se sabe también que existen recicladores informales, los cuales acuden al botadero en busca de residuos reciclables. Sin embargo, corren el peligro de encontrarse con residuos de los hospitales y/o actividades de construcción, lo que pondría en peligro su salud.

En cuanto a los residuos sólidos de actividades constructivas se puede observar que un 50 % están representados por residuos de concreto, asfalto, ladrillos, bloques, arenas, tierras y barro. También se identifica un 25% de residuos de maderas, como marcos, puertas, tablas, camas, etc. El otro 25% restante están distribuidos entre metales, vidrios, tuberías, cables de electricidad, los cuales son desperdicios misceláneos.

(Aurazo Johnny, 2018)

El botadero de El Milagro, el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Trujillo, ha cumplido su ciclo de vida hace 3 años. Posee una extensión de aproximadamente 58 hectáreas, las cuales reciben residuos sólidos de los 11 distritos, los cuales forman parte de la provincia de Trujillo. El alcalde provincial, el Ing. Daniel Marcelo Jacinto, precisó que el 95% de los residuos sólidos son depositados en el mencionado botadero, mientras que el 5% son destinado a otros botaderos informales (Aurazo Johnny, 2018).

Existen diversas investigaciones respecto a la elaboración de mortero (Flores Vicente, Jiménez Víctor y Pérez Alexis, 2018); se utilizó diversos materiales, como el vidrio, para verificar la resistencia del concreto, y se concluyó que se mejoró el comportamiento a altas temperaturas del mortero, mejorando también las propiedades físicas y mecánicas.

En otras investigaciones se pudo conocer la gestión que se tiene para la elaboración de mortero (Asian Company, 2018; Torres César, 2018; Gutiérrez Luis, 2018; Arce Alberto y Tapia Isaías, 2014), expresando que utilizar los residuos de construcción ayuda a cumplir con la demanda de materiales que presenta la población, al mismo tiempo reduce el uso de vertederos de basura ilegales, además de que el manejo y gestión adecuados para los residuos de construcciones y demoliciones tiene un sin número de beneficios para la población y el medio ambiente, donde de acuerdo a lo que se investigó, se pudo observar que la mayor parte de escombros se genera al finalizar la obra en la etapa de acabados, existe gran pérdida de material, entre los que más destacan el concreto sobrante de la obra, el mortero que se desperdicia al enlucir paredes y mobiliarios en general.

Existen trabajos de investigación (Reyes Joel, 2018; Quispe Merly, 2016 y Pavón Elier, Martínez Ivan y Etxeberria Miren, 2014) donde realizaron ensayos de laboratorio para distintos fines, en uno de ellos se comparó dos morteros en los que se utilizó el material tradicional y en el otro el material reciclado fino, con diferentes dosificaciones que cumplían con lo establecido en la norma peruana E070.

Pereda Flor, 2017 realizó un trabajo de investigación con el fin de encontrar el efecto

que tenía la clara de huevo en la elaboración de mortero, concluyendo que su muestra patrón fue mejorada en su resistencia incluyéndole un 2% de clara de huevo, del mismo modo, obtuvo una capilaridad máxima cuando la muestra patrón fue mezclada con el 9% de clara de huevo.

Mortero representa a una mezcla que se utiliza en el ámbito de la construcción con el fin de poder unir los ladrillos para la elaboración de muros en una edificación. Dicha mezcla consta de una combinación entre cemento, agregado fino y un porcentaje de agua. En esta investigación se realizarán diversos estudios para conocer las características del mortero, uno de esos estudios es la resistencia a la compresión, la cual se define como el esfuerzo máximo que tiene capacidad de soportar el mortero ante una fuerza de aplastamiento, otro de los ensayos es la sortividad del mortero, es decir, la cantidad de agua que absorbe la unidad a prueba durante un tiempo en específico, debido a que el mortero por ser una mezcla que contiene agregado fino, tiende a absorber mucha agua.

Para poder realizar dichos ensayos, debemos realizar distintas dosificaciones, es decir, calcular las proporciones adecuadas de materiales para poder obtener la resistencia y durabilidad requerida. En la dosificación se utilizarán materiales como el cemento, arena fina y residuos sólidos, los cuales representan a escombros originados de actividades constructivas y demoliciones, así como de la producción de materiales de construcción. Los residuos sólidos deben ser pasados por un tamiz, que es una malla de determinados números de aberturas, con el propósito de separar materiales de una misma granulometría.

Todos los ensayos de laboratorio estarán basados por la norma ASTM C-109/ C 109 M-99, en la cual se detalla que las muestras de mortero deben ser cubos de 2" por lado, es decir, 50 mm. Los moldes serán llenados de una mezcla compuesta por 1 parte de cemento y 2.75 partes de agregado fino, sin embargo, la norma peruana E-070 "Albañilería" indica que, para muros portantes, la proporción es 1:3. La mezcla permanecerá en los moldes durante un día para luego ser puesto al curado sumergido en agua y cal hasta su ensayo. Los moldes serán llenados en dos capas, de 1" cada una, realizándole golpes en las caras del cubo para tener toda la mezcla bien asentada.

Según la norma internacional del ASTM, indica que los cubos deben ser ensayos a las 24 horas, 3 días, 7 días, 28 días y 54 días, después de su vaciado en los moldes. Entre los ensayos que realizaremos está la resistencia a la compresión y la sortividad.

Por lo cual, la pregunta de investigación que se plantea es la siguiente: ¿Cuál es el efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero-Trujillo-La Libertad-2019? El objetivo general es evaluar el efecto de los residuos sólidos provenientes de la construcción en la elaboración de mortero-Trujillo-La Libertad-2019. En cuanto a los objetivos específicos se desea determinar la resistencia a la compresión del mortero, calcular la sortividad del mortero y determinar la resistencia a la compresión de unidades de albañilería con mortero.

Este trabajo se justifica buscando implantar una cultura ambiental en todos los pobladores que habitan cerca al botadero de El Milagro y de esa manera mejorar su calidad de vida, fomentando la reutilización de los residuos sólidos, generando una disminución de costos tanto para la municipalidad como para los mismos pobladores. Además, se quiere contrarrestar el efecto del crecimiento poblacional, puesto que, mientras la población siga creciendo, habrá mayores residuos sólidos y por consecuencia, mayor será la contaminación.

Los residuos sólidos provenientes de la construcción tienen un efecto significativo en la elaboración del mortero, puesto que, se cumple con lo establecido en los parámetros de las normas, tanto en el tema de resistencia a la compresión como de absorción del mortero.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

En el siguiente trabajo de investigación se utilizó el diseño experimental con estímulo creciente, en varios grupos y solamente con post prueba, de acuerdo al siguiente esquema mostrado:

G1	---	O1
G2	25%	O2
G3	50%	O3
G4	75%	O4
G5	100%	O5

Gn : Mezcla mortero utilizando residuos sólidos

On : Propiedades del mortero en estado endurecido

2.2. Población, muestra y muestreo

La población está representada por toda la mezcla entre cemento Portland tipo I, arena gruesa y distintos porcentajes de residuos sólidos.

La muestra está representada por los 30 cubos de mortero que se realizarán con el fin de determinar sus características.

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La técnica que se utilizará para el presente trabajo de investigación será la observación y el instrumento de recolección de datos será una guía de observación.

2.4. Procedimiento

El siguiente trabajo de investigación está basado de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 334.951-2013. En dicha norma se especifica que para realizar ensayos para morteros se deben realizar cubos de 50 mm por lado. Los moldes para estos cubos no deben tener más de tres compartimientos y sus paredes deben ser rígidas y planas, para evitar que la muestra se pandee.

Se utilizaron balanzas, recipientes, probetas, palas, mesa para ensayos, martillos, máquina de ensayo y bandejas de acero para ser usada como cámara húmeda. Como materiales sólo se utilizó arena gruesa, cemento, residuos sólidos y agua.

Según la norma, se deben realizar dos o tres especímenes de cada mezcla de mortero para cada edad de ensayo, las cuales fueron de 14 días y 28 días.

Para la preparación de mortero, según la norma específica que debe ser 2.75 unidades de arena por cada unidad de cemento seco, sin embargo, en la norma E-070 “Albañilería” indica que para muros portantes la proporción es de 1:3. El agua se calcula de acuerdo a la cantidad de moldes que se requiere hacer, para 6 moldes 242 ml y para 9, 359 ml.

La colocación del mortero a los moldes debe ser pasado 150 s de haber obtenido la mezcla, se colocan 25 mm de mortero para luego ser apisonado con 32 golpes distribuidos por las caras del molde, luego se colocan los otros 25 mm y se realiza la misma actividad.

Luego de 24 horas, los cubos son desmoldados y colocados en agua hasta que cumplan su edad de ensayo. El agua debe estar mezclada con cal y debe ser cambiada eventualmente para que se mantenga limpia.

Para el ensayo de sortividad se sumergirán los cubos en agua y se hervirá durante 5 horas para luego ser puestos únicamente la base del cubo en contacto con el agua. A partir de ese momento se empieza a contabilizar los pesos en gr por cada tiempo.

Para el ensayo de las unidades de albañilería se consideró realizarlo con ladrillos King Kong de 18 huecos, ladrillo utilizado para muros portantes. Por cada ladrillo se le aplicó una mezcla 1:3 de mortero tanto por la parte superior como inferior y se dejó hasta que se cumpla su edad de ensayo para ser analizado.

2.5. Método de análisis de datos

La elaboración de mortero se realizará en el laboratorio de suelos de la facultad de ingeniería, ubicado en el centro de innovación tecnológica-Moche. Una vez que los

morteros estén en estado endurecido se ensayarán y los datos serán anotados en una ficha de registro para posteriormente sean analizados y procesados en el programa Microsoft Excel 2016 para luego ser vaceados en el programa SPSS versión 25 Statistics utilizando el análisis de varianza (ANOVA) y luego la prueba de Post Hoc Tukey, con el fin de conocer los efectos de los residuos sólidos en la elaboración de mortero.

2.6. Aspectos éticos

Se demostrará la veracidad de los datos, así mismo se contribuirá a la conservación del medio ambiente, generando un desarrollo sostenible para el Perú, y se tendrá los permisos necesarios para poder utilizar los laboratorios.

III. RESULTADOS

3.1. Resistencia a la compresión de cubos de mortero

3.1.1. Resistencia a compresión a los 14 días de curado

Tabla 1 - Resultados de resistencia a la compresión 14 días

Resistencia a la compresión 14 días				
% de R.S	Nº de Muestra	Área(cm ²)	Carga Máxima (Kn)	Resistencia(kg/cm ²)
0%	M1	25	76	309.99
	M2	25	73	297.75
25%	M7	25	86	350.78
	M8	25	73	297.75
50%	M13	25	68	277.36
	M14	25	63	256.96
75%	M19	25	64	261.04
	M20	25	61	248.81
100%	M25	25	59	240.65
	M26	25	58	236.57

Interpretación: En la tabla 1 se puede observar que la mezcla que tiene más resistencia a la compresión es la de 25 %, mientras que la menos resistente es la mezcla al 100% de residuos sólidos.

A continuación, se mostrará las tablas luego de realizar la prueba de hipótesis, para la cual se utilizó la prueba estadística ANOVA, con el fin de conocer si existen diferencias significativas entre las distintas mezclas realizadas.

Tabla 2 – Resultado del análisis de varianza - ANOVA

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	10021.89353	4	2505.47	7.070	0.027
Dentro de los grupos	1771.80	5	354.36		
Total	11793.69	9			

Como se observa el resultado de la prueba estadística ANOVA, la probabilidad tiene un valor <0.05 , por lo tanto, se deduce que la hipótesis nula queda sin efecto, por lo tanto, se debe realizar una prueba posterior a ANOVA para poder conocer en que grupos existe la diferencia. La prueba posterior a ANOVA es la de Post Hoc Tukey

Tabla 3 – Resultado Post Hoc Tukey

Tratamientos (i)	Tratamientos (j)	Diferencia de medias (i-j)	HSE	Interpretación	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
R.S 0%	R.S. 25%	-20.394	75.47276716	NO hay diferencia	-95.867	55.079
	R.S. 50%	36.7092	75.47276716	NO hay diferencia	-38.764	112.182
	R.S 75%	48.9456	75.47276716	NO hay diferencia	-26.527	124.418
	R.S 100%	65.2608	75.47276716	NO hay diferencia	-10.212	140.734
R.S. 25%	R.S 0%	20.394	75.47276716	NO hay diferencia	-55.079	95.867
	R.S. 50%	57.1032	75.47276716	NO hay diferencia	-18.370	132.576
	R.S 75%	69.3396	75.47276716	NO hay diferencia	-6.133	144.812
	R.S 100%	85.6548	75.47276716	SI hay diferencia	10.182	161.128
R.S. 50%	R.S 0%	-36.7092	75.47276716	NO hay diferencia	-112.182	38.764

	R.S. 25%	-57.1032	75.47276716	NO hay diferencia	-132.576	18.370
	R.S 75%	12.2364	75.47276716	NO hay diferencia	-63.236	87.709
	R.S 100%	28.5516	75.47276716	NO hay diferencia	-46.921	104.024
R.S 75%	R.S 0%	-48.9456	75.47276716	NO hay diferencia	-124.418	26.527
	R.S. 25%	-69.3396	75.47276716	NO hay diferencia	-144.812	6.133
	R.S. 50%	-12.2364	75.47276716	NO hay diferencia	-87.709	63.236
	R.S 100%	16.3152	75.47276716	NO hay diferencia	-59.158	91.788
R.S 100%	R.S 0%	-65.2608	75.47276716	NO hay diferencia	-140.734	10.212
	R.S. 25%	-85.6548	75.47276716	SI hay diferencia	-161.128	-10.182
	R.S. 50%	-28.5516	75.47276716	NO hay diferencia	-104.024	46.921
	R.S 75%	-16.3152	75.47276716	NO hay diferencia	-91.788	59.158

Se puede observar que después de haber realizado la prueba de Post Hoc Tukey, existe diferencias significativas en la mezcla de 25% con la de 100%.

3.1.2. Resistencia a compresión a los 28 días de curado

Tabla 4 - Resultados de resistencia a la compresión 28 días

Resistencia a la compresión 28 días				
% de R.S	N° de Muestra	Área(cm ²)	Carga Máxima (Kn)	Resistencia(kg/cm ²)
0%	M3	25	83	338.54
	M4	25	80	326.30
25%	M9	25	95	387.49
	M10	25	86	350.78
50%	M15	25	71	289.59
	M16	25	76	309.99
75%	M20	25	70	285.52
	M21	25	64	261.04
100%	M27	25	62	252.89
	M28	25	68	277.36

Interpretación: De igual manera que en los 14 días de curado, se puede observar que el grupo que más resistencia tuvo fue el de 25 %, así mismo, el grupo que tuvo menos resistencia fue el de 100 %.

Se realizó el análisis de varianza ANOVA, para conocer la existencia de diferencias significativas entre los distintos grupos.

Tabla 5 – Resultado del análisis de varianza - ANOVA

	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>GL</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>
Entre grupos	14889.7654	4	3722.44	11.965	0.009
Dentro de los grupos	1555.52	5	311.10		
Total	16445.29	9			

De acuerdo al valor de probabilidad arrojado por la prueba ANOVA (<0.05), la hipótesis nula queda sin efecto. Por ello, se debe realizar la prueba Post Hoc Tukey para poder conocer la diferencia entre los grupos.

Tabla 6 – Resultado Post Hoc Tukey

Tratamientos (i)	Tratamientos (j)	Diferencia de medias (i-j)	HSE	Interpretación	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
R.S 0%	R.S. 25%	-36.7092	70.716584	NO hay diferencia	-112.182	38.764
	R.S. 50%	32.6304	70.716584	NO hay diferencia	-42.842	108.103
	R.S 75%	59.1426	70.716584	NO hay diferencia	-16.330	134.615
	R.S 100%	67.3002	70.716584	NO hay diferencia	-8.173	142.773
R.S. 25%	R.S 0%	36.7092	70.716584	NO hay diferencia	-38.764	112.182
	R.S. 50%	69.3396	70.716584	NO hay diferencia	-6.133	144.812
	R.S 75%	95.8518	70.716584	SI hay diferencia	20.379	171.325
	R.S 100%	104.0094	70.716584	SI hay diferencia	28.537	179.482
R.S. 50%	R.S 0%	-32.6304	70.716584	NO hay diferencia	-108.103	42.842

	R.S. 25%	-69.3396	70.716584	NO hay diferencia	-144.812	6.133
	R.S 75%	26.5122	70.716584	NO hay diferencia	-48.961	101.985
	R.S 100%	34.6698	70.716584	NO hay diferencia	-40.803	110.143
R.S 75%	R.S 0%	-59.1426	70.716584	NO hay diferencia	-134.615	16.330
	R.S. 25%	-95.8518	70.716584	SI hay diferencia	-171.325	-20.379
	R.S. 50%	-26.5122	70.716584	NO hay diferencia	-101.985	48.961
	R.S 100%	8.1576	70.716584	NO hay diferencia	-67.315	83.630
R.S 100%	R.S 0%	-67.3002	70.716584	NO hay diferencia	-142.773	8.173
	R.S. 25%	-104.0094	70.716584	SI hay diferencia	-179.482	-28.537
	R.S. 50%	-34.6698	70.716584	NO hay diferencia	-110.143	40.803
	R.S 75%	-8.1576	70.716584	NO hay diferencia	-83.630	67.315

Según la prueba estadística Post Hoc Tukey, se observa que existen diferencias entre los grupos de 25% con los grupos de 75% y 100%, estos resultados vienen a ser los últimos, puesto que a los 28 días se llega a la máxima resistencia del mortero.

3.2. Sortividad en los cubos de mortero

Tabla 7 – Cubos pesados en distintos tiempos (gr)

MUESTRAS REGISTRADAS EN LOS DISTINTOS TIEMPOS - MASA EN gr - 28 DÍAS												
M	PESO INICIAL	1 min	5 min	10 min	20 min	30 min	1h	2h	3h	4h	5h	6h
M5	433.75	435.36	436.25	437.30	438.36	439.25	441.07	443.59	444.71	445.73	446.35	446.47
M6	432.56	435.77	437.21	439.65	441.84	444.02	447.45	451.58	452.70	453.72	454.34	454.46
M11	410.23	413.47	414.20	415.14	416.53	417.57	419.88	423.21	424.33	425.35	425.97	426.09
M12	409.87	412.56	413.85	414.39	415.86	416.88	419.09	421.93	423.05	424.07	424.69	424.81
M17	449.53	453.41	455.67	457.48	458.80	461.44	465.02	469.30	470.42	471.44	472.06	472.18
M18	449.10	452.92	453.50	455.73	457.58	459.20	462.38	465.78	466.90	467.92	468.54	468.66
M23	452.75	457.02	457.35	459.98	462.41	464.32	468.26	473.25	474.37	475.39	476.01	476.13
M24	451.90	455.31	456.00	458.37	460.51	462.19	465.74	470.22	471.34	472.36	472.98	473.10
M29	417.11	419.52	421.93	424.34	426.75	429.16	431.57	433.98	436.39	438.80	441.21	443.62
M30	418.02	420.55	423.08	425.61	428.14	430.67	433.20	435.73	438.26	440.79	443.32	445.85

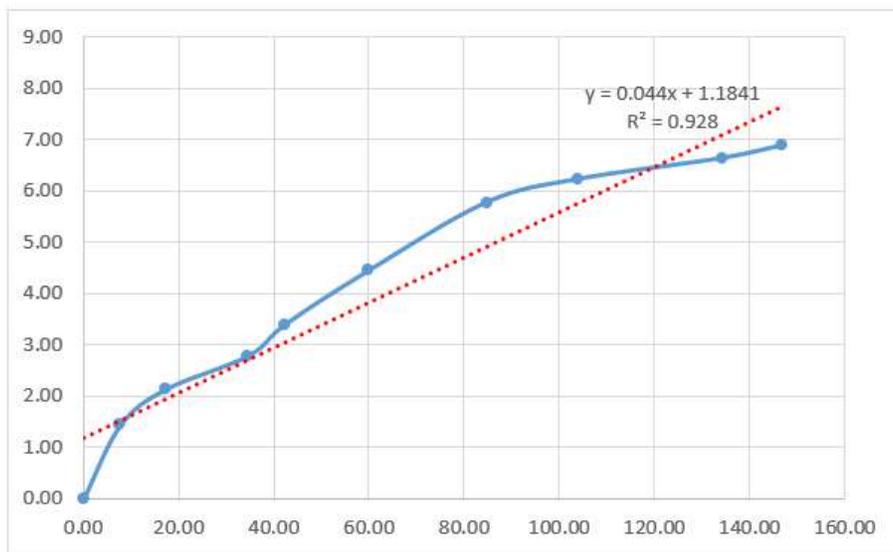
Tabla 8 – Masa netas de los cubos en distintos tiempos (gr)

M	1 min	5 min	10 min	20 min	30 min	1h	2h	3h	4h	5h	6h
M5	1.61	2.50	3.55	4.61	5.50	7.32	9.84	10.96	11.98	12.60	12.72
M6	3.21	4.65	7.09	9.28	11.46	14.89	19.02	20.14	21.16	21.78	21.90
M11	3.24	3.97	4.91	6.30	7.34	9.65	12.98	14.10	15.12	15.74	15.86
M12	2.69	3.98	4.52	5.99	7.01	9.22	12.06	13.18	14.20	14.82	14.94
M17	3.88	6.14	7.95	9.27	11.91	15.49	19.77	20.89	21.91	22.53	22.65
M18	3.82	4.40	6.63	8.48	10.10	13.28	16.68	17.80	18.82	19.44	19.56
M23	4.27	4.60	7.23	9.66	11.57	15.51	20.50	21.62	22.64	23.26	23.38
M24	3.41	4.10	6.47	8.61	10.29	13.84	18.32	19.44	20.46	21.08	21.20
M29	2.41	4.82	7.23	9.64	12.05	14.46	16.87	19.28	21.69	24.10	26.51
M30	2.53	5.06	7.59	10.12	12.65	15.18	17.71	20.24	22.77	25.30	27.83

Interpretación: Se puede observar en la tabla 8 que la muestra que más absorbe agua es la M23, correspondiente al grupo de 75%, así mismo, la que absorbe menos agua es la M5, correspondiente al grupo patrón.

Tabla 9 – Resultado de ensayo de Sortividad 0%

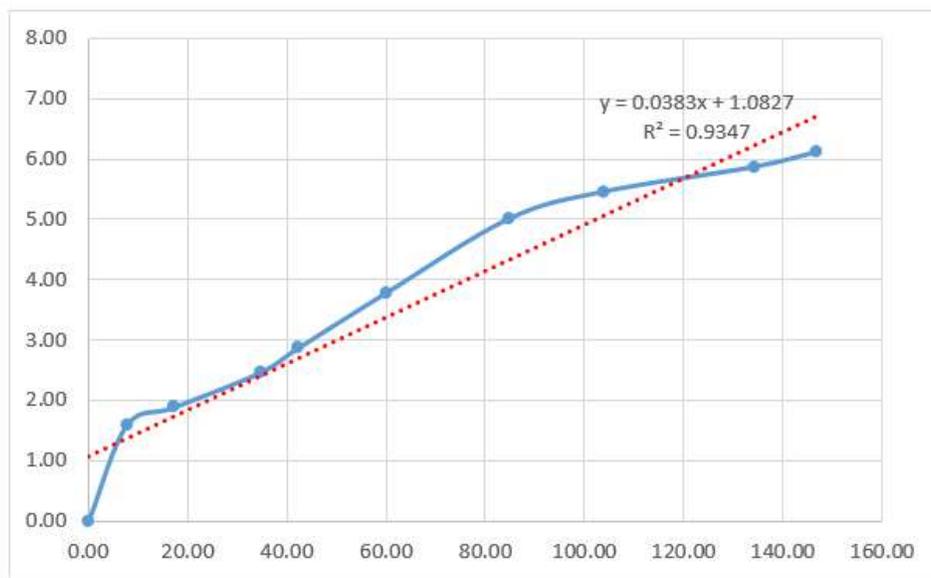
T ^{0.05}	Área (mm ²)	PROM. MASA (gr)	SORTIVIDAD (mm)
0.00	2500	2.41	0.00
7.75	2500	3.57	1.43
17.32	2500	5.32	2.13
34.64	2500	6.94	2.78
42.43	2500	8.48	3.39
60.00	2500	11.11	4.44
84.85	2500	14.43	5.77
103.92	2500	15.55	6.22
134.16	2500	16.57	6.63
146.97	2500	17.19	6.88



Interpretación: El siguiente gráfico corresponde a una regresión lineal, en la cual se muestra la pendiente de la absorción de los cubos de mortero cuyo valor es $0.044(x)+1.1841$ y un coeficiente de correlación de 0.928. Esto quiere decir que el cubo de concreto del grupo patrón tiene una velocidad de absorción de $0.044(x)+1.1841$ por cada unidad de tiempo (m), mostrando una tendencia positiva.

Tabla 10 – Resultado de ensayo de Sortividad 25%

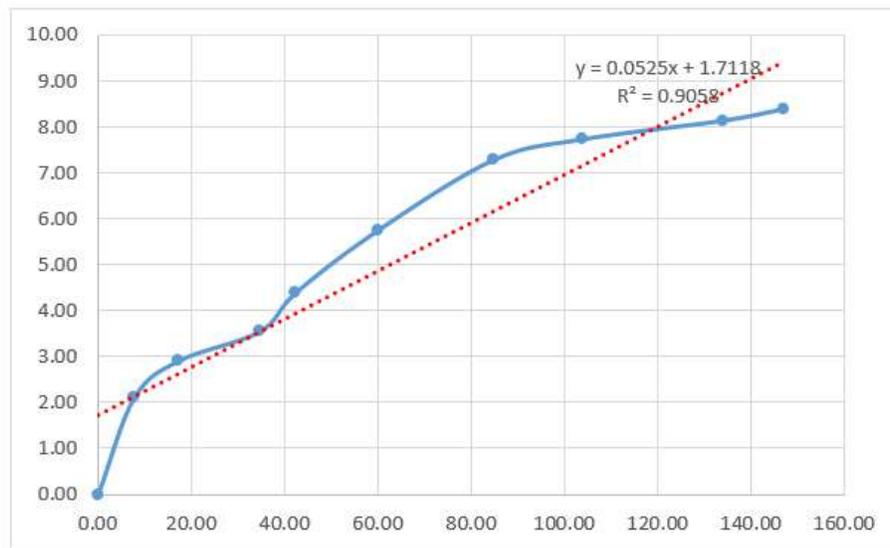
T ^{0.05}	Área (mm ²)	PROM. MASA (gr)	SORTIVIDAD (mm)
0.00	2500	2.97	0.00
7.75	2500	3.97	1.59
17.32	2500	4.71	1.89
34.64	2500	6.14	2.46
42.43	2500	7.17	2.87
60.00	2500	9.43	3.77
84.85	2500	12.52	5.01
103.92	2500	13.64	5.46
134.16	2500	14.66	5.86
146.97	2500	15.28	6.11



Interpretación: El siguiente gráfico corresponde a una regresión lineal, en la cual se muestra la pendiente de la absorción de los cubos de mortero cuyo valor es $0.0383(x)+1.0827$ y un coeficiente de correlación de 0.9347. Esto quiere decir que el cubo de concreto del grupo 25% tiene una velocidad de absorción de $0.0383(x)+1.0827$ por cada unidad de tiempo (m), mostrando una tendencia positiva.

Tabla 11 – Resultado de ensayo de Sortividad 50%

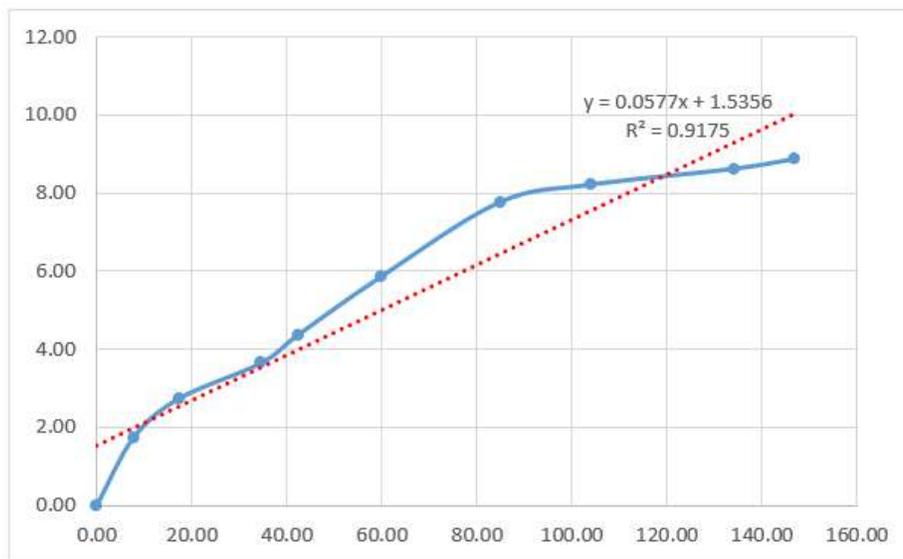
T ^{0.05}	Área (mm ²)	PROM. MASA (gr)	SORTIVIDAD (mm)
0.00	2500	3.85	0.00
7.75	2500	5.27	2.11
17.32	2500	7.29	2.92
34.64	2500	8.88	3.55
42.43	2500	11.01	4.40
60.00	2500	14.39	5.75
84.85	2500	18.23	7.29
103.92	2500	19.35	7.74
134.16	2500	20.37	8.15
146.97	2500	20.99	8.39



Interpretación: El siguiente gráfico corresponde a una regresión lineal, en la cual se muestra la pendiente de la absorción de los cubos de mortero cuyo valor es $0.0525(x)+1.7118$ y un coeficiente de correlación de 0.9058. Esto quiere decir que el cubo de concreto del grupo 50% tiene una velocidad de absorción de $0.0525(x)+1.7118$ por cada unidad de tiempo (m), mostrando una tendencia positiva.

Tabla 12 – Resultado de ensayo de Sortividad 75%

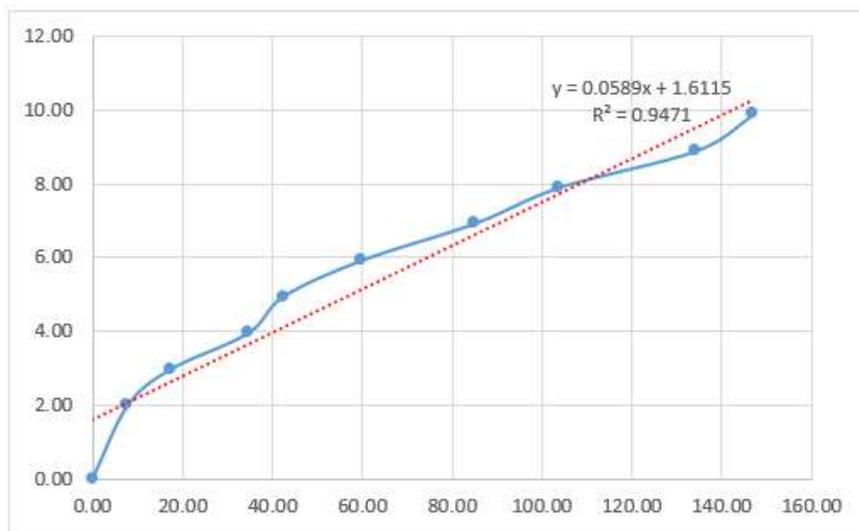
T ^{0.05}	Área (mm ²)	PROM. MASA (gr)	SORTIVIDAD (mm)
0.00	2500	3.84	0.00
7.75	2500	4.35	1.74
17.32	2500	6.85	2.74
34.64	2500	9.14	3.65
42.43	2500	10.93	4.37
60.00	2500	14.68	5.87
84.85	2500	19.41	7.76
103.92	2500	20.53	8.21
134.16	2500	21.55	8.62
146.97	2500	22.17	8.87



Interpretación: El siguiente gráfico corresponde a una regresión lineal, en la cual se muestra la pendiente de la absorción de los cubos de mortero cuyo valor es $0.0577(x)+1.5356$ y un coeficiente de correlación de 0.9175. Esto quiere decir que el cubo de concreto del grupo 75% tiene una velocidad de absorción de $0.0577(x)+1.5356$ por cada unidad de tiempo (m), mostrando una tendencia positiva.

Tabla 13 – Resultado de ensayo de Sortividad 100%

T ^{0.05}	Área (mm ²)	PROM. MASA (gr)	SORTIVIDAD (mm)
0.00	2500	2.47	0.00
7.75	2500	4.94	1.98
17.32	2500	7.41	2.96
34.64	2500	9.88	3.95
42.43	2500	12.35	4.94
60.00	2500	14.82	5.93
84.85	2500	17.29	6.92
103.92	2500	19.76	7.90
134.16	2500	22.23	8.89
146.97	2500	24.70	9.88



Interpretación: El siguiente gráfico corresponde a una regresión lineal, en la cual se muestra la pendiente de la absorción de los cubos de mortero cuyo valor es $0.0589(x)+1.6115$ y un coeficiente de correlación de 0.9471. Esto quiere decir que la el cubo de concreto del grupo 100% tiene una velocidad de absorción de $0.0589(x)+1.6115$ por cada unidad de tiempo (m), mostrando una tendencia positiva.

3.3. Resistencia a la compresión de unidades de albañilería por pila

Tabla 14 – Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería por pila - 14 días

Nº M	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Fuerza (kn)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
P-01	11.9	22.3	28.9	265.37	145.65	55.97
P-03	12.2	22.8	28.4	278.16	175.64	64.39

Interpretación: Se puede observar que la muestra P-01 correspondiente a la muestra patrón indica una resistencia inferior a la muestra P-03 correspondiente a nuestro grupo de 25 % de residuos sólidos, esto a los 14 días de curado.

Tabla 15 – Resultado de ensayo de resistencia a la compresión de unidades de albañilería por pila - 28 días

Nº M	Ancho (cm)	Largo (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Fuerza (kn)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)
P-02	11.9	22.3	28.9	265.37	164.65	63.27
P-04	12.2	22.8	28.4	278.16	196.65	72.09

Interpretación: Se puede observar que la muestra P-02 correspondiente a la muestra patrón indica una resistencia inferior a la muestra P-04 correspondiente a nuestro grupo de 25 % de residuos sólidos, esto a los 28 días de curado.

IV. DISCUSIÓN

- De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo comprobar que los residuos sólidos si tienen un efecto significativo en la resistencia a la compresión en la elaboración de mortero, mejorando su resistencia cuando se adiciona un 25% de residuos sólidos debido a que le agrega un extra de propiedades que, con ayuda de la arena gruesa, obtiene mayor cohesión, sin embargo, mientras más se adicione los residuos sólidos, la resistencia baja, puesto que los residuos sólidos son materiales ya utilizados, y no tienen cohesión en sí mismos. Al igual que Reyes Joel (2018) quién concluyó su trabajo con una mejora significativa adicionando material reciclado, resultados que cumplían con la norma E-070, en la cual estipuló que...
- Los resultados de Sortividad indican que la mezcla con mayor absorción fue la de 100%, puesto que, los residuos sólidos contienen gran cantidad de material fino, ya sea por el cemento o por los agregados, y por tal motivo, va a absorber más agua. En la investigación de Quispe Merly (2016) se comprobó que efectivamente la mezcla patrón, a la cual no se le agregó material reciclado, obtuvo la menor cantidad de Sortividad, puesto que no contiene material fino, sin embargo, mientras más se le agregaba el material fino reciclado, más aumentaba su velocidad de absorción.
- Los resultados de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería se realizaron únicamente con la mezcla de mayor resistencia y la mezcla patrón, indicando que la mezcla de 25% obtiene una resistencia mayor a la mezcla patrón, fortaleciendo nuestro objetivo general y a la vez, el primer objetivo específico planteado. Es el caso de Pereda Flor (2017) quién utilizó un mortero con inclusión de clara de huevo al 2% en las unidades de albañilería, obteniendo un resultado por encima al mortero tradicional.
- Se tuvieron dificultades al momento de triturar el material reciclado, puesto que era concreto ya endurecido y con su máxima resistencia obtenido, lo cual hizo complicado su trituración, sin embargo, se pudo conseguir los implementos necesarios para seguir con el trabajo.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó la resistencia a la compresión de los cubos de mortero de distintas proporciones de residuos sólidos, concluyendo que la proporción más resistente es la de 25 % con una resistencia a la compresión de 387.49 kg/cm^2 , mientras que la menos resistente fue la de 100% con una resistencia a la compresión de 252.89 kg/cm^2 , resultados a los 28 días de curado.
- Se calculó la Sortividad de cada proporción de mortero teniendo a la proporción de 100% como la que más absorbe, con una Sortividad de $0.0589(x)+1.6115$ en función de cada unidad de tiempo (m); mientras la que menos absorbe es la proporción de la muestra patrón, la cual alcanzó una Sortividad de $0.044(x)+1.1841$ en función de cada unidad de tiempo (m), esto a los 28 días de curado.
- Se determinó la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería en pila de 3, comparando la resistencia entre la muestra patrón y la muestra que resistió más, concluyendo que la muestra de unidades de albañilería con el 25% de residuos sólidos obtuvo una resistencia de 72.09 kg/cm^2 mientras que la muestra de unidades de albañilería con la muestra patrón obtuvo 63.27 kg/cm^2 .

VI. RECOMENDACIONES

- La proporción de 25 % es óptima para el uso en la construcción puesto que mejora la resistencia a la compresión en comparación al mortero común, debido a que le agrega un extra de propiedades que, con ayuda de la arena gruesa, obtiene mayor resistencia. Sin embargo, es un poco laborioso realizar la trituración del material reciclado.
- Se recomienda hacer uso de residuos sólidos únicamente de concreto endurecido, no de residuos de mortero y ladrillo, puesto que estos contienen más arcilla, y por consiguiente, afectarían en el objetivo del proyecto.
- Es recomendable realizar estudios futuros teniendo en cuenta la aplicación del mortero más resistente y verificar la resistencia sísmica en comparación con el mortero común.
- Se recomienda siempre guiarse de la normativa tanto nacional como internacional, con el fin de poder obtener resultados verídicos y conocer los procesos para realizar los diversos ensayos.

REFERENCIAS

AMARU, Zuly, VARGAS, Katy. Gestión ambiental para el aprovechamiento y disposición adecuada de los residuos de la construcción y demolición. Caso: distrito de San Bartolo. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Geógrafo. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2017. 185 pp.

AMERICAN Concrete Institute (USA). ACI 318S-14: 14.3: Simple Concrete– Design limits. Michigan: ACI, 2014. 209 pp.

AMERICAN Concrete Institute (USA). ACI 318S-14: 19.2: Concrete: design requirements and durability– Concrete design properties. Michigan: ACI, 2014. 333 pp.

AMERICAN Society for Testing and Materials-ASTM (USA). ASTM C-109/C 109M: Standard test for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2 In. Or [50-mm] Cubic Specimens). West Conshohocken. 2005. 14 pp.

AMERICAN Society for Testing and Materials-ASTM (USA). ASTM C-1314: Standard test for Compressive Strength of Masonry Prisms. West Conshohocken. 2014. 10 pp.

AMERICAN Society for Testing and Materials-ASTM (USA). ASTM C-1585: Standard test for measure the rate of water absorption of hydraulic cement concretes. West Conshohocken. 2004. 10 pp.

ARCE, Alberto, TAPIA, Isaías. Planteamiento de un manual para la gestión de los residuos de construcción y demolición en edificaciones urbanas. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Lima: Universidad San Martin de Porres. 2014. 131 pp.

ASIAN Company. People’s Republic of China: Construction and Demolition Waste Management and Recycling. China. 68 pp, abril 2018.

AURAZO, Johnny. La Libertad: el botadero de Trujillo lleva dos años colapsado [en línea]. Diario El Comercio. 15 de Julio de 2018. [Fecha de consulta: 2 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <https://elcomercio.pe/peru/la-libertad/libertad-botadero-trujillo-lleva-dos-anos-colapsado-noticia-536195>.

EI-HAGGAR, Salah. Sustainable Industrial Design and Waste Management [En línea]. 1era ed. Estados Unidos, 2017 [Fecha de consulta 20 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780123736239/sustainable-industrial-design-and-waste-management#book-info> ISBN: 978-0-12-373623-9

FLORES, Vicente, JIMENEZ, Victor, Pérez, Alexis. The influence of the incorporation of crushed glass on the properties and high temperature behavior of cement mortars. España. 265 pp. 2018.

GUTIERREZ, Luis. Fabricación de morteros geopolímeros ecoamigables a partir de residuos inorgánicos mineros como producto alternativo a morteros de cemento Portland. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Industrial. Arequipa: Universidad Católica San Pablo. 2018. 136 pp.

MINISTERIO del Ambiente. MINAM pre publica Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos a fin de recibir aportes [en línea]. Portal de Transparencia. 28 de Junio de 2017. [Fecha de consulta: 2 de Setiembre de 2019]. Disponible en: <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/2017/06/28/minam-pre-publica-reglamento-de-la-ley-de-gestion-integral-de-residuos-solidos-a-fin-de-recibir-aportes/>.

MURALIKRISHNA, Iyyanki, MANICKAM, Valli. Solid Waste Management [En línea]. 1era ed. Estados Unidos: Science and Engineering for Industry, 2017 [Fecha de consulta: 20 de Octubre de 2019]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/book/9780128119891/environmental-management#book-info> ISBN: 978-0-12-811989-1

NIÑO, Jairo. Tecnología del concreto Tomo 1: Materiales, propiedades y diseño de mezclas. Tercera edición. Bogotá: Asocreto. 2016. 228 p.

NORMA Técnica Guatemalteca. Método de ensayo: Determinación de la velocidad de absorción de los concreto de cemento hidráulico. NTG 41017. Managua. 2013, 15 pp.

NORMA Técnica Peruana. Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de Cemento Portland cubos de 50 mm de lado. NTP 334.051. Lima. 2013. 19 pp.

NORMA Técnica Peruana. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. NTP 399.613. Lima. 2005. 39 pp.

NORMA Técnica Peruana. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. NTP 399.604. Lima. 2002. 20 pp.

NORMA Técnica Peruana. Métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de concreto. NTP 399.604. Lima. 2002. 20 pp.

PAVON, Elier, MARTINEZ, Ivan, ETXEBERRIA, Miren. The production of construction and demolition waste material and the use of recycled aggregate in Habana, Cuba. Cuba. 12 pp, marzo 2014.

PEREDA, Flor. Efecto de la clara de huevo en la resistencia a la compresión y capilaridad del mortero de cemento, arena y cal – Trujillo 2018. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Trujillo: Universidad César Vallejo. 2017. 99 pp.

QUISPE, Merly. Determinación de las propiedades físicas mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos de ladrilleras artesanales, arena de la cantera de Qunyac y cemento Portland tipo I. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Cusco: Universidad Andina del Cusco. 2016. 214 pp.

REGLAMENTO Nacional de Edificaciones-RNE (Perú). E-070 “Albañilería”. Lima. 2006. 15 pp.

REYES, Joel. Resistencia de un mortero $f'c= 100 \text{ kg/cm}^2$, con sustitución del agregado fino por agregado fino reciclado en la ciudad de Huaraz, 2017. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Civil. Huaraz: Universidad San Pedro. 2018. 148 pp.

TORRES, César. Gestión de residuos sólidos rentable en la construcción de edificaciones multifamiliares en el distrito de Magdalena del Mar, Lima. Tesis para obtener el grado académico de Maestro en gestión y administración de la construcción. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2018. 109 pp.

ANEXOS

8.1. Anexo N° 01 – Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Residuos sólidos de construcciones adicionado a la mezcla	Los residuos sólidos son aquellos que se generan durante la construcción de una obra. (Ministerio del Ambiente, 2016)	Se utilizarán porcentajes de 0, 25, 50, 75 y 100 % de residuos sólidos respecto al peso utilizado en la dosificación.	Porcentaje de Residuos Sólidos (%)	Razón
Propiedades del mortero en estado endurecido	Representa a las características físicas que posee el mortero, las cuales garantizan su calidad y trabajabilidad. (Niño Jairo, 2016)	Se determinará realizando ensayos en el laboratorio	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Razón
			Sortividad (mm/s ^{1/2})	Razón

8.2. Anexo N° 02 – Guía de observación



Universidad César Vallejo

Facultad de Ingeniería

Escuela académico profesional de Ingeniería Civil

Solicitante

**Tema de
Investigación**

**Muestra
Dimensiones**

**N° de
Especímenes**

**Edad de la
muestra**

I. Resistencia a la compresión de cubos de mortero.

Resistencia a la compresión "xx" días

% de R.S	N° de Muestra	Área(cm²)	Carga Máxima (Kn)	Resistencia(kg/cm²)
0%				
25%				
50%				
75%				
100%				

8.3. Anexo N° 03 - Panel Fotográfico



Foto N° 01: Recolección de Residuos Sólidos

Foto N° 02: Molienda de Residuos Sólidos

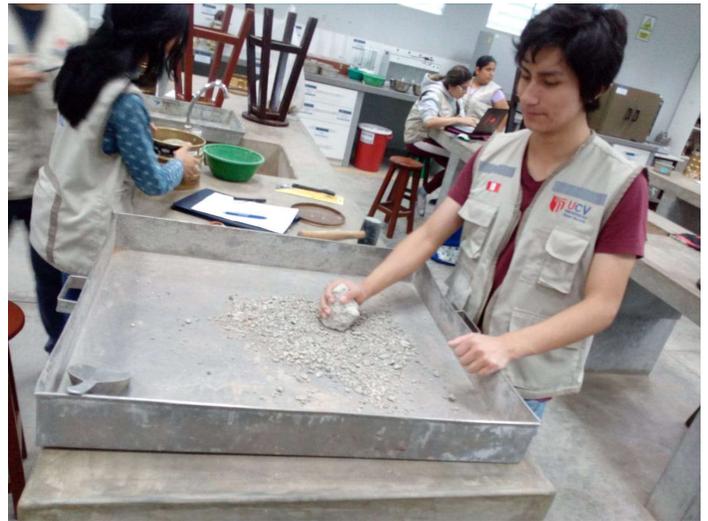


Foto N° 02: Molienda de Residuos Sólidos



Foto N° 03: Elaboración del mortero



Foto N° 04: Cubos de mortero en moldes

Foto N° 05: Curado de cubos de mortero



Foto N° 06: Resistencia a compresión de cubos



Foto N° 07: Sortividad de cubos de mortero

Foto N° 08: Asentado de ladrillo



Foto N° 09: Resistencia a la compresión de unidades de albañilería

