

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



HORMIGÓN ESTRUCTURAL CON AGREGADOS RECICLADOS
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR:

Bach. CAMPOS OCHOA, ERICK NIJER

Bach. SAENZ ZAVALA, JOSÉ ELTON

ASESOR: Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA – PERÚ

2020

DEDICATORIA

Agradecer a mis padres Nijer Campos y Maritza Ochoa por su apoyo incondicional, por ser mi ejemplo de lucha y superación constante.

A mis hermanos Steven y Kareen, por ser mi mayor fuerza y motivación.

A mis abuelos por su amor incondicional y enseñanzas que me ayudaron mucho en la formación como profesional y persona.

A mis tíos y primos quienes con su ayuda, cariño y comprensión han sido parte fundamental de mi vida.

A mi tío Héctor Moncada por ser el pilar y motivación constante, siempre estará en mi recuerdo.

Erick Campos Ochoa

Dedico esta investigación a mis padres Esbin Saenz y Doris Zavala, a mis hermanos Elvis y Doris por su apoyo incondicional, por ser partícipes de mi desarrollo personal y profesional.

José Saenz Zavala

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por ser nuestro guía constante.

También a nuestra alma mater la Universidad Ricardo Palma por todos los conocimientos y valores proporcionados a lo largo de esta hermosa carrera y a nuestra asesora Mg. Ing. Liliana Chavarría Reyes y el Dr. Carlos Magno Chavarry Vallejos por su constante apoyo a lo largo del curso de Titulación.

Erick Campos Ochoa

En primer lugar, a mi padre por ser mi guía constante desde el cielo.

También a nuestros asesores: Mg. Liliana Janet Chavarría Reyes y el Dr. Carlos Magno Chavarry Vallejos por brindar sus conocimientos, disciplina, guía y consejos brindados para el desarrollo de esta investigación

José Saenz Zavala

INDICE GENERAL

RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Descripción de la realidad problemática	3
1.2 Contextualización y delimitación del problema.....	4
1.3 Formulación de la investigación	4
1.3.1 Problema general	4
1.3.2 Problemas específicos	4
1.4 Objetivos de la investigación.....	4
1.4.1 Objetivo general.....	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Justificación de la investigación.....	5
1.5.1 Conveniencia	5
1.5.2 Relevancia social	5
1.5.3 Aplicaciones prácticas.....	5
1.5.4 Utilidad metodológica	5
1.5.5 Valor teórico	5
1.6 Importancia	5
1.7 Limitaciones de la investigación.....	5
1.8 Delimitación.....	6
1.8.1 Delimitación geográfica	6
1.8.2 Delimitación temporal.....	6
1.8.3 Delimitación temática	6
1.8.4 Delimitación muestral	6
1.9 Alcance	6
1.10 Viabilidad.....	6
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	7
2.1 Marco histórico	7
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	38
2.2.1 Antecedentes nacionales.....	38
2.2.2 Antecedentes internacionales.....	43
2.3 Estructuras teóricas y científicas que sustenta el estudio	44

2.3.1	Concreto	44
2.3.2	Componentes del concreto	45
2.3.3	Agregado reciclado	47
2.3.4	Relación agua/cemento	47
2.4	Definición de términos básicos	48
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS		49
3.1	Hipótesis	49
3.1.1	Hipótesis general.....	49
3.1.2	Hipótesis específicas	49
3.2	Variables	49
3.2.1	Variables independientes.....	49
3.2.2	Variables dependientes.....	49
3.3	Sistema de variables	49
3.3.1	Definición conceptual	49
3.3.2	Definición operacional	49
3.3.3	Operacionalización de variables	50
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		51
4.1	Método de investigación.....	51
4.2	Tipo de investigación	51
4.3	Nivel de investigación	51
4.4	Diseño de investigación.....	51
4.5	Población y muestra	52
4.5.1	Población	52
4.5.2	Muestra.....	52
4.5.3	Unidad de análisis	52
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	53
4.6.1	Descripción de instrumentos	53
4.6.2	Instrumentos de recolección de datos	53
4.6.3	Descripción de procedimiento y análisis.....	53
CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		54
5.1	Análisis e interpretación de los resultados.....	54
5.2	Contrastación de resultados	78
5.2.1	Contrastación de la primera hipótesis	78

5.2.2	Contrastación de la segunda hipótesis.....	79
5.3	Discusión	81
CONCLUSIONES		83
RECOMENDACIONES		84
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		85
ANEXO		98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Operacionalización de la variable	50
Tabla N° 2 Resultados de ensayos a la compresión a los 28 días (Velásquez)	54
Tabla N° 3 Resultados de ensayos a la compresión a los 28 días (Velásquez)	54
Tabla N° 4 Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión promedio de las probetas de concreto (Barrera)	56
Tabla N° 5 Resistencia a la compresión del concreto f_c (kg/cm ²) (Bedoya y Dzul).....	57
Tabla N° 6 Resistencia a la compresión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)	58
Tabla N° 7 Resistencia a la compresión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)	58
Tabla N° 8 Resistencia a la tracción en 28 días (Gutiérrez y Olivos)	60
Tabla N° 9 Resistencia a la flexión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)	60
Tabla N° 10 Resistencia a la compresión promedio del concreto en 28 días (Hussien) .	61
Tabla N° 11 Resistencia a la compresión (Hasan)	62
Tabla N° 12 Resistencia a la compresión en 28 días (Suvash)	63
Tabla N° 13 Resistencia a la compresión a los 28 días (Adams).....	64
Tabla N° 14 Resistencia según el porcentaje de agregado reciclado según autor	65
Tabla N° 15 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Velásquez)	68
Tabla N° 16 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Jaskowska)....	69
Tabla N° 17 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Aoudjane)	70
Tabla N° 18 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Suvash)	71
Tabla N° 19 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Bedoya y Dzul)	73
Tabla N° 20 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Comparación)	74

Tabla N° 21 Hormigón estructural con agregados reciclados para la construcción de viviendas	98
Tabla N° 22 Matriz M-1	100
Tabla N° 23 Matriz M-2	113
Tabla N° 24 Matriz M-3	114
Tabla N° 25 Cuadro comparativo	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1 Resistencia a la compresión en 28 días	55
Figura N° 2 Resistencia a la compresión en 28 días (Barrera)	56
Figura N° 3 Resistencia a la compresión en 28 días (Bedoya y Azul).....	57
Figura N° 4 Resistencia a la compresión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)	59
Figura N° 5 Resistencia a la compresión en 28 días (Hussien)	61
Figura N° 6 Resistencia a la compresión en 28 días (Hasan)	62
Figura N° 7 Resistencia a la compresión a los 28 días (Suvash)	63
Figura N° 8 Resistencia a la compresión a los 28 días (Adams)	64
Figura N° 9 Resistencia según el porcentaje de agregado reciclado según autor	67
Figura N° 10 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Velásquez) ...	69
Figura N° 11 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Jaskowska) ..	70
Figura N° 12 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Aoudjane)	71
Figura N° 13 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Suvash).....	72
Figura N° 14 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Bedoya y Dzul)	73
Figura N° 15 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Comparación)	75
Figura N° 16 Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Comparación)	77

RESUMEN

Se realizó el estudio del diseño de mezcla usando hormigón estructural con agregados reciclados para la construcción de viviendas. Se determina los diseños de mezcla con agregado reciclado y sus propiedades físico mecánicas respecto al concreto convencional. Se sustituye el agregado fino y grueso con concreto reciclado proveniente de construcciones y demoliciones, elaborando mezclas con porcentajes de 0%, 20%,40% ,60% ,80% y 100% de agregado reciclado ensayadas a compresión y tracción, el agregado reciclado proveniente de concreto con resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.La investigación fue documental/bibliográfica en donde los estudios revisados utilizaron el método deductivo, enfoque cuantitativo y orientación aplicada, nivel descriptivo, tipo descriptivo, correlacional y explicativo. El diseño experimental, longitudinal, retrospectivo y estudio de cohorte (causa-efecto).Los resultados obtenidos para una relación agua/cemento de 0.56 y edad de 28 días, cuando se le sustituye 40% de agregado reciclado, aumenta en 23.98% a la resistencia a la compresión ,114.39% a la resistencia a la tracción y disminuye 28.48% a la resistencia a la flexión; así mismo, con 80% de agregado reciclado aumenta a la resistencia a la compresión 10.29%, a la resistencia a la tracción 100.76% y disminuye a la resistencia a la flexión 16.90% respectivamente. Para esta investigación, se concluye que el agregado reciclado aporta significativamente a la resistencia a la compresión y, por consiguiente, su uso es adecuado para la construcción de viviendas y la reducción de la contaminación del medio ambiente.

Palabras clave: Diseño de mezcla, concreto reciclado, agregado reciclado, resistencia a la compresión, relación agua/cemento.

ABSTRACT

The study of the mix design was carried out using structural concrete with recycled aggregates for the construction of houses. Mix designs with recycled aggregate and their physical-mechanical properties are determined with respect to conventional concrete. The fine and coarse aggregate is replaced with recycled concrete from constructions and demolitions, preparing mixtures with percentages of 0%, 20%, 40%, 60%, 80% and 100% of recycled aggregate tested for compression and traction, the recycled aggregate from concrete with resistance of $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ and $f_c = 280 \text{ kg / cm}^2$. The research was documentary / bibliographic where the reviewed studies used the deductive method, quantitative approach and applied orientation, descriptive level, type descriptive, correlational and explanatory. The experimental, longitudinal, retrospective design and cohort study (cause-effect). The results obtained for a water / cement ratio of 0.56 and age of 28 days, when 40% of recycled aggregate is replaced, increases by 23.98% to the compressive strength, 114.39% to tensile strength and decreases 28.48% to flexural strength; Likewise, with 80% of recycled aggregate, the compressive strength increases 10.29%, the tensile strength 100.76% and the flexural strength decreases 16.90% respectively. For this research, it is concluded that the recycled aggregate contributes significantly to the compressive strength and, therefore, its use is suitable for the construction of houses and the reduction of environmental pollution.

Keywords: Mix design, recycled concrete, recycled aggregate, compressive strength, water / cement ratio.

INTRODUCCIÓN

Lima genera grandes cantidades de desechos de hormigón provenientes del sector construcción que son dirigidos hacia botaderos legales (acopios de residuos sólidos) y botaderos ilegales producto de la informalidad contribuyendo así a la contaminación ambiental en el país. Es por ello que surge la necesidad de reducir estos desechos mediante el reciclaje de concreto para la disminución del daño al medio ambiente. Esta investigación tiene como finalidad reducir los desechos de concreto de las construcciones mediante su reutilización como agregado fino y grueso del concreto. El reciclaje de concreto tiene como relevancia social, menor contaminación debido a los desechos del concreto además que la reutilización del mismo afectara positivamente la economía. Su utilidad práctica es su reutilización como agregado fino y grueso para el diseño de mezcla el concreto. La utilidad metodológica es la comprobación de los desechos de concreto como la principal causa de contaminación ambiental. El valor teórico es la generalización del uso del concreto reciclado para la creación de una normativa. Con el uso de concreto reciclado como agregado se establecerá una dosificación adecuada para obtener un concreto con los requerimientos mínimos según normativa.

Es por ello que la investigación tiene como objetivo general determinar los diseños de mezcla de hormigón reciclado para la mejora de las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas y como objetivos específicos:

Analizar los porcentajes de agregado reciclado para mejorar la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

Analizar la relación agua/cemento para mejorar la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

Además, se evalúa el diseño de mezcla con hormigón reciclado y se determina su influencia en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto.

Finalmente, la investigación desarrolla los siguientes capítulos:

Capítulo I, se desarrolla el planteamiento del problema incluyendo su problema general y específico, el objetivo general y específico, la justificación y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II, describe el marco teórico y los antecedentes donde se muestran las bases teóricas y conceptuales de la investigación acerca del concreto reciclado como agregado fino y grueso además incluye la hipótesis principal, secundaria y las variables.

Capítulo III, conformado por el sistema de hipótesis que incluye la hipótesis general y las específicas. Además, se describen los tipos de variables independientes y dependientes

Capítulo IV, constituido por la metodológico de la investigación, contiene el método de investigación, el tipo de investigación, el nivel de investigación, el diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Capítulo V, constituido por la presentación y análisis de los resultados de la investigación que contiene la interpretación de los resultados, contrastación de los resultados y la discusión.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial el concreto es el elemento más utilizado después del agua, debido a que es usado para la construcción de viviendas, hospitales, edificios, etc. El concreto tiene la ventaja de ser durable a través de los años. Sin embargo, genera millones de toneladas de desechos anuales.

Lima es considerado uno de los lugares con mayor porcentaje de contaminación debido al alto número de pobladores que habitan y que a su vez se ve reflejada a diferencia de otros distritos. Además, se puede contemplar que a lo largo de los años y durante décadas se ha hecho mal uso de los residuos de la construcción en nuestro país, motivo por el que la gran mayoría ha sido dirigido hacia botaderos informales e incluso hacia la rivera de los ríos produciendo un impacto ambiental que nos traerá consecuencia a lo largo de nuestra vida.

Como parte de las practicas del desarrollo sostenible , la industria del cemento ha considerado el reciclaje de concreto como uno de sus mejores componentes , según *The Cement Sustainability Initiative* (CSI).Algunos países desarrollados ya cuentan con sistemas de reciclaje para los residuos de la construcción (RCD) como Holanda (Prohibió el desecho de concreto en vertederos , logrando así que se recicle casi al 100 %), Japón (Recicla casi en su totalidad el RCD para utilizarlo como sub – base vial) y Brasil (promueve mediante decreto la gestión del RCD) .Sin embargo el RCD en países en vía de desarrollo como el nuestro es una novedad .

Los residuos productos de las demoliciones es la fuente principal de reciclaje de concreto a diferencia de los desechos de construcción y los que generan las mezcladoras. Sin embargo, el concreto al estar constituido de otros materiales productos del desecho no es posible saber los componentes de concreto de la mezcla original. Es por ello que existen normas que se siguen con rigurosidad para mejorar el proceso de reciclaje del concreto.

El concreto reciclado puede ser utilizado como agregado para la elaboración de concreto, mortero e incluso elementos prefabricados, de esta manera podríamos contribuir con nuestro medio ambiente aprovechando las propiedades físico-mecánicas del concreto y disminuyendo la acumulación de escombros en los botaderos y la extracción de canteras.

1.2 Contextualización y delimitación del problema

En el Perú, en los últimos años se han desarrollado una gran cantidad de proyectos de alta y mediana envergadura en donde las empresas del sector de la construcción generan grandes cantidades de ingreso económico y social, así como también innumerables cantidades de desechos producto de la culminación de cada proyecto. Así mismo el material más usado en la construcción es el concreto que está compuesto por factores químicos como el cemento, agregado fino, agregado grueso y que de alguna manera afecta con nuestro medio ambiente.

1.3 Formulación de la investigación

1.3.1 Problema general

¿En qué medida los diseños de mezcla de hormigón con agregado reciclado influyen en las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas?

1.3.2 Problemas específicos

- a) ¿En qué medida los porcentajes de agregado reciclado influyen en la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas?
- b) ¿En qué medida la relación agua / cemento influye en la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Determinar los diseños de mezcla de hormigón con agregado reciclado para mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Analizar los porcentajes de agregado reciclado para mejorar la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.
- b) Analizar la relación agua / cemento para mejorar la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

1.5 Justificación de la investigación

1.5.1 Conveniencia

Esta investigación tiene como finalidad proponer un mejor uso de los desechos de concreto de las construcciones mediante su reutilización como agregado fino y grueso del concreto.

1.5.2 Relevancia social

El reciclaje del concreto tendrá como resultados positivos la reutilización de desechos del concreto además que la reutilización del mismo afectará positivamente la economía.

1.5.3 Aplicaciones prácticas

Su aplicación será su reutilización como agregado fino y grueso como componente del concreto generando disminución en la contaminación del ambiente.

1.5.4 Utilidad metodológica

Con el reciclaje del concreto se podrá comprobar si los desechos de concretos son la principal causa de contaminación ambiental.

1.5.5 Valor teórico

Con la utilización de concreto reciclado se busca generalizar su utilización para más adelante poder plantear una normativa.

1.6 Importancia

Con el uso de concreto reciclado como agregado fino y grueso se establecerá una dosificación adecuada para obtener un concreto con los requerimientos mínimos según normativa.

1.7 Limitaciones de la investigación

En la presente investigación realizaremos la descripción del comportamiento mecánico y físico del concreto reutilizado en Lima Metropolitana, que emplearemos para fines prácticos con probetas y vigas ya ensayadas con anterioridad provenientes de concretos con resistencia a la compresión de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Se dispone también con material informativo tales como investigaciones nacionales e internacionales, revistas, artículos que guarden relación con la investigación. Por tanto, la presente investigación no presenta limitaciones salvo las dificultades como resultado de la pandemia generada en nuestro país por la covid 19.

1.8 Delimitación

1.8.1 Delimitación geográfica

Geográficamente se investigará dentro de Lima Metropolitana.

1.8.2 Delimitación temporal

La investigación se realizará el presente año 2020.

1.8.3 Delimitación temática

La temática son los agregados del concreto.

1.8.4 Delimitación muestral

La unidad de análisis de la investigación serán las viviendas

1.9 Alcance

La trascendencia de esta investigación radica en permitir concientizar e impulsar hoy en día al reciclaje o al reúso de cualquier material, en este caso específicamente a las personas vinculadas al rubro de la construcción quienes son los responsables de darle uso de los agregados del concreto para de alguna manera poder reducir el impacto ambiental que nos traerá consecuencias a lo largo de los años. Además de brindar información, presentando un modelo teórico- metodológico para ponerlo en práctica.

Los profesionales encargados y responsables de la obra deben de adquirir suficiente información para que puedan capacitar a su personal de manera eficiente y eficaz para tener acceso a la información requerida y poder ejecutar los trabajos con conocimiento sobre la reutilización del concreto a base de agregados reciclados producto de las demoliciones de obras anteriores.

1.10 Viabilidad

El desarrollo de la presente investigación se hace viable al cumplir con los requisitos que establecen las Normas Técnicas Peruanas (NTP 399.600, 399.602, 399.604, 399.183:2013, 400.37, 399.088, 400.12) y las normas establecidas por la *American Society for Testing and Materials* (ASTM) que brindan los lineamientos para realizar la siguiente investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

El uso de los agregados para concreto reciclado inicia desde tiempos posteriores a la segunda guerra mundial, donde el continente europeo enfrentaba la gran problemática de la acumulación de desmontes y escombros, producto de la destrucción de ciudades.

De tal modo que se enfocan en reciclar de alguna manera dichos desperdicios y poniendo en práctica la reutilización de materiales para la elaborar concreto para reconstruir ciudades, particularmente en los países como Alemania y Gran Bretaña.

Adams et al. (2020) en su artículo afirman que:

El desarrollo y análisis de una base de datos de propiedades mecánicas del concreto que contiene agregado de concreto reciclado (RCA) grueso generado a partir de 115 artículos de revistas revisadas por pares. Se realizaron estudios de sensibilidad de los sistemas RCA mediante un análisis factorial completo para explorar cómo las proporciones del diseño de la mezcla influyen en las propiedades de endurecimiento del hormigón RCA. En promedio, las resistencias a la compresión de los sistemas de concreto con un 20% o menos de reemplazo de RCA fueron un 2% más bajas que las de los sistemas de agregados naturales. Los mayores niveles de reemplazos de RCA disminuyeron la resistencia promedio a la compresión del concreto con la pérdida de resistencia promedio más alta, en la que se observa una reducción del 10% en comparación con los sistemas de agregados naturales al nivel de reemplazo del 100% de RCA. Los resultados indicaron que, en general, se pueden lograr resistencias adecuadas del concreto para una variedad de aplicaciones en todas las proporciones de reemplazo de RCA grueso.

Este trabajo respalda una mayor adopción de RCA al proporcionar amplias conclusiones respaldadas por análisis estadísticos que muestran el rendimiento típico del hormigón RCA en una variedad de entradas de diseño.

Ahmed y Lim (2020) en su artículo exponen que:

Se presenta una revisión completa sobre la trabajabilidad y las propiedades mecánicas de FRAC. Específicamente, el objetivo de este estudio de revisión es resaltar los métodos de refuerzo más prometedores y factibles para el FRAC que utilizan principalmente fibra de acero (SF), fibra de polipropileno (PPF), fibra de basalto (BF) y fibra de vidrio (GF). Además, revisa exhaustivamente el efecto de estas fibras sobre la fluidez, la resistencia a la compresión, la resistencia a la flexión, la resistencia a la tracción por división y otros aspectos de durabilidad del FRAC. También presenta la relación entre las fracciones de volumen de fibra, el porcentaje de reemplazos de RCA y la mejora de la fuerza en RAC, lo que puede ayudar a identificar la dosis óptima de cada fibra para la mejora de la resistencia en FRAC. La utilización eficaz de estas fibras permitirá la utilización a gran escala de RCA en la fabricación de hormigón estructural y sostenible y ayudará al sector de la construcción a implementar el concepto de modelo de economía circular.

Barrera et al. (2020) en su artículo sostienen que:

Se logra utilizar agregados de concreto reciclado (ACR) como materia prima en la elaboración de concreto para la construcción de viviendas en la ciudad de Huamanchuco, para el diseño de mezcla se utiliza cemento Portland Tipo I, gravilla de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", arena gruesa y agregados de concreto reciclado, estos últimos sustituyen a la arena gruesa y gravilla en porcentajes de 50%, 75% y 100% respectivamente.

Se elaboran probetas de concreto simple y concreto que contienen ACR según la Norma Técnica Peruana 339.033, luego se realiza el ensayo de compresión a las probetas, después de 7, 14 y 28 días de curado, según la Norma ASTM C39, así se determina que el concreto conteniendo 50% ACR presenta mejor resistencia a la compresión, y alcanza $200,18 \text{ kg/cm}^2$. Además, se observa que la resistencia a la compresión del concreto que contiene 100% ACR después de 14 días presenta una tendencia casi lineal. Finalmente, se elabora el inventario para el análisis del ciclo de vida (ACV) del concreto,

dicha información servirá para realizar el ACV del concreto empleando para tal fin el software libre OPENLCA.

Se elaboró las muestras en la ciudad de Huamachuco, teniendo en cuenta las dosificaciones de agregados de concreto reciclado (ACR) al 50%, 75% y 100% en reemplazo de los agregados comunes del concreto. Se elaboran 3 probetas para cada porcentaje de ACR y 3 testigos de concreto convencional para los ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días respectivamente.

Se ha logrado determinar la resistencia del concreto empleando agregados de concreto reciclado (ACR) en proporciones del 50%, 75% y 100%, de los cuales el concreto 50 – R mostró una mejor resistencia a la compresión a los 28 días. Además, se ha observado que la tendencia del concreto con ACR al 50% ha logrado superar los 200 kg/cm² a los 28 días, mientras que el concreto con ACR al 100 % a partir de los 14 días muestra una tendencia casi lineal.

Choi et al. (2020) en su artículo afirman que:

El rápido desarrollo industrial y el crecimiento de la población mundial del siglo pasado han resultado en un aumento exponencial del consumo de recursos y, por lo tanto, han provocado elevadas emisiones de CO₂ que, a su vez, son responsables del calentamiento global y los problemas ambientales asociados que requieren soluciones urgentes. En concreto, el aumento de la producción de cemento provoca contaminación por CO₂ y genera una cantidad significativa de residuos de hormigón. El hormigón residual, el componente principal de los residuos de la construcción, se puede reciclar de manera eficiente y se utiliza principalmente como material de relleno o lecho de carreteras. Sin embargo, dado que no se espera un mayor reciclaje de recursos para el hormigón residual, se buscan sistemas de reciclaje más eficientes y productivos. Aquí, el polvo de hormigón residual se utiliza para producir materiales de construcción inorgánicos de valor añadido, concretamente cemento reciclado y solidificación. Las características del cemento reciclado (fabricado mediante calcinación) se evalúan en términos de contenido de cal libre, composición mineral, densidad,

color, prueba de flujo y resistencia, y se encuentra que el rendimiento del cemento reciclado es idéntico al del cemento Portland ordinario. Los análisis de difracción de rayos X y resistencia a la compresión de la solidificación fabricada mediante síntesis hidrotermal muestran que se pueden producir bloques de las resistencias deseadas ajustando el grado de consolidación y las condiciones de curado. Con base en estos resultados, este estudio propone un sistema de reciclaje de residuos de hormigón para reducir la cantidad de residuos de la construcción y evitar el agotamiento de los recursos.

Dhanya et al. (2020) en su artículo argumentan que:

Se realizó una investigación experimental para evaluar el efecto de reemplazo de agregado grueso normal con agregado grueso reciclado (preparado a partir de muestras de concreto) sobre hormigón de grado M25. Los diferentes niveles de reemplazos estudiados se consideraron 0%, 20%, 50%, 80% y 100%. Las propiedades estudiadas son propiedades frescas así como las propiedades mecánicas que incluyen resistencia a la compresión, resistencia a la tracción dividida y fuerza flexible. Se concluye del estudio que a medida que aumenta el contenido de RCA, es necesario aumentar el contenido de cemento y / o disminuir la relación agua-cemento con el fin de alcanzar la resistencia a la compresión objetivo.

Bravo et al. (2020) en su artículo explican que:

Este artículo analiza el efecto combinado de valorizar el hormigón reciclado con fibra de vidrio (GRC) como un reemplazo de cemento del 10% o 25% y el 0% o 50% de agregados de residuos de demolición y construcción reciclados mixtos (RA-CDW) en hormigón estructural que se diseñó un exhaustivo programa experimental para evaluar la variación de la resistencia a la tracción y a la compresión, el módulo de elasticidad y la densidad del hormigón endurecido.

Brazão et al. (2020) en su artículo argumentan que :

Este artículo presenta un estudio de incorporación de dos tipos de construcción y demolición residuos (CDW) en mezclas de revoque, como agregados reciclados al 0%, 20%, 50% y 100% (en volumen) se utilizaron agregados de

concreto (RCA) y agregados reciclados mixtos (MRA). El primero es principalmente compuesto por residuos cementosos y este último por una mezcla de residuos no segregados, el comportamiento de los morteros de cemento con agregados reciclados se evaluó mediante un extenso programa experimental. El análisis comprendió trabajabilidad, resistencia mecánica, absorción de agua, contracción, porosidad abierta y la evaluación de durabilidad por permeabilidad al agua bajo presión después una prueba de envejecimiento artificial acelerado. Los resultados se consideran positivos, aunque como la incorporación de agregados reciclados (tanto MRA como RCA) aumentó la resistencia mecánica, el módulo de disminución de la elasticidad y densidad aparente, lo que conduce a la producción de morteros más ligeros que son menos susceptible a agrietarse. El mortero modificado con 20% de MRA presentó el mejor desempeño, en términos de comportamiento mecánico.

Kalinowska y Suescum (2020) en su artículo argumenta que:

El artículo muestra un caso de estudio sobre si el reciclaje térmico y mecánico del hormigón es adecuado para los escombros de hormigón de la demolición de elementos estructurales de un edificio de 30 años. El experimento incluyó 10 series de nuevos compuestos hechos de materiales reciclados calentados agregado de hormigón (HRCA) sometido a diferentes variantes de tratamiento térmico y un control adicional serie con solo agregado natural (NA).

Rincón, (2020) en su artículo nos redacta sobre:

Las características que tienen los Ecomuros a favor del medio ambiente y a base de concreto reciclado. Además, el uso de agregados reciclados en donde ha ido haciendo carrera entre todos los productores y consumidores de concreto, ya sean mezclas elaboradas en las obras o en elementos prefabricados, inclusive se habla ya de especificaciones y parámetros para regular y optimizar el uso de este tipo de agregados y productos.

Los materiales se fabrican con el 100% de material reciclado de concreto, proveniente de demoliciones o de reúso de concretos anteriores.

La resistencia a la compresión se ha especificado a los 28 días. Sin embargo, las unidades se pueden utilizar a edades más tempranas cuando existía un historial sobre la evolución de la resistencia de unidades de iguales características, el cual indique que las unidades alcanzarán dicha resistencia. Esto no exime de la verificación directa de la resistencia de unidades.

Se pueden especificar resistencias a la compresión mayores cuando lo requiera el diseño, en cuyo caso se debe consultar con los proveedores locales para averiguar por la disponibilidad de este tipo de unidades.

Valentukeviciene y Žurauskiene (2020) en su artículo afirman que:

Esta investigación estudia los residuos de hormigón y sus posibilidades de reuso y resuelve varios problemas importantes relacionados con la cuestión de cómo los materiales naturales pueden ser reemplazados por compuestos elaborados a partir de residuos de hormigón, ahorrando así recursos naturales.

El experimento se llevó a cabo utilizando mezclas de hormigón, que se combinaron con agregados naturales y hormigón triturado residuos en proporción de 1 a 4. La mezcla resultante de hormigón se logró utilizando agregados naturales, por lo que reemplazo de agregados naturales con desechos, que habían reemplazado parcial y totalmente agregados voluminosos con residuos de hormigón triturado. El principal objetivo de la investigación fue analizar como los agregados de los residuos de hormigón triturado impactan las propiedades del hormigón. El efecto exotérmico sobre el hormigón mezcla durante el proceso de endurecimiento. Además, un análisis macroestructural del hormigón endurecido se realizó utilizando imágenes de muestra escaneadas; la zona de adhesión entre recién piedra de hormigón formado y agregados derivados de la roca natural de residuos de hormigón triturado se investigado. Usando un microscopio electrónico para observar agregados de desechos de concreto triturado y la zona de contacto de la piedra de cemento endurecido reveló que el agregado de los desechos se adhiere mal con piedra de cemento endurecido. Además, tanto las propiedades mecánicas del hormigón nuevo endurecido y la resistencia determinada a las heladas son débiles. Densidad del

hormigón y resistencia a la compresión disminuyó (hasta un 8% y hasta un 18%, respectivamente), y la absorción aumentó casi el doble debido a agregados derivados de residuos de hormigón triturado, ya que su indicador de resistencia a la rotura fue dos veces tan alto, mientras que la absorción de agua fue cuatro veces mayor que la del agregado natural.

Broukalová et al. (2019) en su artículo argumentan que:

El artículo tiene como objetivo el tema de la construcción sostenible en lo que respecta al reciclaje de los desechos de hormigón de la demolición. El objetivo de las investigaciones presentadas fue verificar el enfoque del avance propuesto para la utilización de los desechos de hormigón triturado en la construcción de distintos tipos de estructuras. En la primera etapa, se estima la composición de la mezcla de hormigón óptima desde el punto de vista de las propiedades mecánicas, la viabilidad y la economía, basándose en la experiencia de los autores. La nota clave es maximizar el uso de agregados reciclados, minimizar el consumo de cemento y proporcionar una ventaja competitiva del compuesto hecho a partir de residuos de hormigón. Las propiedades del material se determinan en pruebas de laboratorio. Se proponen posibles aplicaciones del compuesto en la industria de la construcción.

Finalmente, se selecciona una de las posibilidades para su verificación. Los resultados han demostrado que el enfoque de diseño inverso introducido es aplicable; puede conducir a la explotación de cantidades importantes de desechos de construcción de manera útil, a un ahorro sustancial de recursos primarios y a la reducción de la huella de carbono del proceso de construcción.

Cunanan et al. (2019) en su artículo sostienen que:

Los agregados de hormigón reciclado (RCA) provienen de las demoliciones de construcciones. Más débil Sin embargo, a menudo el hormigón se produce cuando se utiliza el ACR como reemplazo parcial o total de los agregados gruesos debido a viejo mortero en RCA. Varios métodos de tratamiento apuntan a este viejo mortero para eliminarlo completamente, o mejorar su propiedades,

para hacer que el RCA sea apto para su uso en la construcción. En este estudio se emplearon tres métodos de tratamiento:

- 1) El ácido sulfúrico (SA)
- 2) La impregnación con humo de sílice (SF),
- 3) La combinación de ambos ácidos sulfúricos y humo de sílice (SASF).

La investigación experimental mostró una mejora en las propiedades físicas del ACR, Sin embargo, en comparación con el ACR no tratado, las pruebas estadísticas mostraron que estas mejoras no eran significativas. Se encontró que el tratamiento con SA tenía un efecto perjudicial en la superficie del ACR, que desarrolló una capa más débil de mortero adherido en la superficie del ACR resultando en una reducción de la resistencia mecánica del hormigón, su fuerza es menor en comparación con el hormigón con RCA tratado con SF. El tratamiento con SF dio como resultado una mejora resistencia a la compresión en comparación con el hormigón RCA sin tratar, el hormigón RCA tratado con SA y el tratado con SASF Concreto RCA. También se observó que la sustitución del 50% del ACR en todas las mezclas de hormigón con ACR tratado dio como resultado a la mayor resistencia a la compresión obtenida.

De Krem et al. (2019) en su artículo sostienen que:

En la región de Flandes hasta el 20% de los agregados naturales gruesos de las mezclas de hormigón para ciertas aplicaciones en la construcción de pavimentos de carreteras pueden ser sustituidos por agregados de hormigón reciclado de alta calidad (RCA). Los RCA y el hormigón de agregado reciclado (RAC) resultante deben de cumplir con los criterios de alto grado especificados en la "Standard Tender Specifications 250 version 3.1" de Flandes además requieren extensos y largos procedimientos de prueba, lo que lleva a la reticencia a prescribir y usar efectivamente los agregados reciclados. Los ACR de diferentes fuentes se investigan y se utilizan posteriormente en dos aplicaciones de construcción de pavimentos de carreteras de hormigón, a saber, los elementos lineales y las aplicaciones dentro de la clase de construcción de hormigón flamenco "BF" (Carriles, senderos peatonales y caminos agrícolas).

Ding et al. (2019) en su artículo sostienen que:

El proceso de fabricación de hormigón de ultra alto rendimiento (UHPC) genera una cantidad considerable de emisiones de gases de efecto invernadero, que contribuyen al calentamiento global. El uso de agregados de hormigón reciclado (RCA) para reemplazar la arena natural ayuda a reducir los recursos naturales y el consumo de energía. En este estudio, se investiga la viabilidad de fabricar UHPC con RCA fino para el desarrollo sostenible de la industria de materiales de construcción. Nuestro objetivo es estudiar las propiedades reológicas, la contracción autógena, las propiedades mecánicas y la estructura de los poros de UHPC con diferentes cantidades de RCA. El contenido de agregado natural fue reemplazado por RCA fino a tasas de 0% , 20% , 40% , 60% , 80% , y 100 % de peso, y la densidad de empaquetamiento de los agregados finos mezclados en este estudio fue estimada usando un modelo de empaquetamiento lineal.

El-Hassan y Kianmehr (2019) en su artículo argumentan que:

Este artículo analiza las propiedades del hormigón permeable hecho con agregados de hormigón reciclado (RCA) y escoria. RCA sustituyeron a los agregados naturales en porcentajes variables de 0 % , 50 % y 100%, mientras que la escoria sustituyó el 50% del cemento. Las mezclas de hormigón permeables fueron preparado con porosidades del 10 y el 20%. El hundimiento, la densidad endurecida, el contenido de vacío total, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión fueron evaluados para caracterizar el rendimiento.

Hwang et al. (2019) en su artículo argumentan que:

El propósito de este estudio es preparar estudios de alta calidad hormigón sostenible para una demanda cada vez mayor de hormigón en la industria de la construcción. En el estudio tanto el curso natural como los agregados finos fueron parcialmente reemplazados por el hormigón reciclado agregado de los desechos de construcción y demolición. Hormigón activado por álcalis de alto rendimiento se preparó utilizando desechos industriales puzolánicos como aglutinante que sustituyó completamente al cemento polvo. Se utilizó un alto volumen de cenizas volantes con un 30%, 40% y 50% de sustitución de la escoria

como carpeta principal. El NaOH y el Na₂SiO₃ con un módulo alcalino de 0,6 se utilizaron como un álcali solución activadora.

Jaskowska (2019) en su artículo explica que:

Tanto la cantidad finita de los recursos naturales como la necesidad de gestionar los residuos de la construcción y la demolición, así como la demanda constante de la mezcla de hormigón, hacen necesario desarrollar los conocimientos y la práctica en el campo del reciclaje del hormigón. Uno de los principales problemas en la recuperación de los agregados de hormigón es la presencia de impurezas. El tratamiento de los agregados es una posible solución, pero se trata de procesos costosos y que consumen mucha energía. Por lo tanto, es necesario estimar su impacto en los parámetros del hormigón. Este conocimiento es necesario para evaluar la necesidad de procesos adicionales de tratamiento de agregados. Las impurezas de los agregados nocivos son materiales que dificultan el curado del hormigón, reducen su resistencia y estanqueidad, causan astillas, violan la protección anticorrosiva de las armaduras.

En el documento se analiza el tipo de impurezas en el ACR, así como sus fuentes y su influencia en los parámetros técnicos del hormigón. Para la investigación se prepararon seis mezclas de hormigón con el mismo contenido de agregados gruesos y relación agua-cemento. La primera mezcla contenía sólo agregados naturales, mientras que la segunda fue sustituida por la mitad con agregados reciclados. En muestras posteriores, el agregado reciclado en un 5% en volumen fue reemplazado sucesivamente con: vidrio, ladrillo, poliestireno espumado y una mezcla de estas impurezas. Ambas impurezas y el agregado reciclado fueron preparados en fracciones de 2/8 mm.

Jianchao et al. (2019) en su artículo sostienen que:

Basándose en el proceso de prueba de carbonización rápida del hormigón, este artículo estudia y analiza la influencia de la relación agua-cemento, el contenido de agregados reciclados, la longitud de las fibras y la fibra sobre el cambio de la regla de carbonatación del hormigón reciclado de fibra de desecho.

Kurda et al. (2019) en su artículo sostienen que :

Este estudio responde a una importante pregunta que puede surgir al seleccionar un hormigón sostenible, a saber: "las mezclas de hormigón que contienen poco cemento y agregados reciclados son una solución sostenible". Para responder a esta pregunta, este estudio muestra cómo optimizar las mezclas de hormigón en términos de rendimiento técnico y ciclo de vida económico y medioambiental. En primer lugar, el peso que se debe considerar para cada una de estas dimensiones de rendimiento depende de la aplicación del hormigón (por ejemplo, casa residencial y edificio de gran altura) y de los requisitos del consumidor (por ejemplo, business as usual, verde, resistencia, vida útil y escenarios de costes). En este estudio, las mezclas de hormigón que contienen agregados de hormigón reciclado (RCA) y/o cenizas volantes (FA) están optimizadas para ser utilizadas en casas residenciales sostenibles. Para ello, se aplicó la metodología Concre Top (desarrollada por los mismos autores de este estudio) a estas mezclas de hormigón considerando un "escenario verde".

Trtik et al. (2019) en su artículo explican que:

El artículo describe las características mecánicas, físicas y de durabilidad básicas del hormigón con agregado reciclado. Los agregados de hormigón reciclado de la empresa AZS s.r.o (Dedicada a la producción agrícola combinada con la producción ganadera) se fabrican con una tecnología recientemente modificada y se han probado las propiedades para su uso en el hormigón. En esta parte de la investigación se prueban la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, el módulo, la resistencia a la congelación y al deshielo. El objetivo básico es probar dos mezclas con una sustitución del cincuenta por ciento del componente grueso del agregado natural por uno reciclado (la norma EN 206 no lo permite) y demostrar que tal cantidad de agregado reciclado puede utilizarse para construcciones de hormigón. Las propiedades fueron probadas en cubos de 150 mm y vigas de 100 x 100 x 400 mm después de 28 días.

Abid et al. (2018) en su artículo sostienen que:

En la región de Oriente Medio, las paredes interiores de los edificios están en su mayoría enlucidas con yeso. Por lo tanto, los desechos de demolición probablemente estén contaminados con yeso, lo que puede conducir a ataque interno de sulfatos en hormigones nuevos que contienen hormigón reciclado. Este estudio es resultado de una investigación experimental sobre hormigón fabricado con concreto reciclado de agregados contaminados con yeso de construcción (sulfato de calcio nohidro). Para esto se prepararon cuatro grupos de mezclas. En el primer grupo, la arena natural fue parcial y totalmente reemplazado por contaminado agregado fino de hormigón reciclado. En el segundo grupo, la grava natural fue sustituida total y parcialmente por material reciclado grueso contaminado. agregado de hormigón. En el tercer grupo, tanto la arena como la grava fueron sustituidas por agregado de concreto reciclado contaminado, mientras que el cuarto grupo se dedica a investigar el efecto del humo de sílice en el hormigón hecho con agregado de hormigón reciclado. Las propiedades medidas fueron expansión, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción por división y módulo de ruptura.

Alsulami (2018) en su artículo argumenta que:

Este artículo presenta resultados de investigación para evaluar los efectos del uso de agregados de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas del concreto y su costo de producción relacionado y energía embebida. La metodología de investigación de este artículo incluye un trabajo experimental diseñado para determinar las propiedades mecánicas del concreto alternativo. mezcla a las edades de 7, 14 y 28 días, luego se calcularon el costo de producción y la energía incorporada para cada mezcla de concreto. Los resultados muestran que la resistencia del concreto de diseño de mezcla propuesto se ha visto afectada negativamente por el agregado de concreto reciclado, y el costo de producir concreto reciclado es más caro que el concreto ordinario. Sin embargo, la energía incorporada que se utiliza en la producción de hormigón reciclado es menor que la del hormigón ordinario. La originalidad de esta investigación se basa en experimentos que se llevan a cabo para determinar las propiedades mecánicas

del concreto elaborado con agregados de concreto reciclado y su costo de producción relacionado y energía embebida.

Amoros, Centurión y Hoyos, (2018) en su artículo sugieren que:

El uso de material reciclado para la fabricación de concreto se está volviendo una exigencia por motivos como: el cuidado del medio ambiente y la optimización de uso de recursos en la construcción.

Ananthan et al. (2018) en su artículo informan que:

Este estudio experimental trata de la utilización de agregado de concreto reciclado grueso (CRCA) y agregado de concreto reciclado fino (FRCA) en mezclas de concreto de alto Desempeño (HPC). La mezcla de hormigón está diseñada para una resistencia objetivo de 60 MPa. En el estudio se consideran cuatro mezclas, mezcla de control (CM) con agregados naturales, 20% de reemplazo de CRCA, FRCA y ambos. Las propiedades frescas y endurecidas se evalúan para las cuatro mezclas.

Anastasiou et al. (2018) en su artículo explican que:

Los residuos producidos por las industrias del hormigón premezclado (RMC) suponen un desafío en materia de reciclaje. Se investigaron tres productos de desecho diferentes de las plantas de RMC para uso como agregados reciclados en aplicaciones de construcción. Hormigón endurecido triturado de prueba especímenes de al menos 40 MPa de resistencia a la compresión (HR) y concreto endurecido triturado de retorno concreto (CR) se ensayó para determinar su idoneidad como agregados de concreto y luego se usó como fino y grueso agregado. Además, los finos de lodo de cemento (LCR) originados en el lavado de camiones de hormigón se ensayó por sus propiedades como relleno para aplicaciones de construcción. Luego, se usó CSF a tasas de reemplazo del 10% y 20% como reemplazo del cemento para la producción de mortero y como aditivo para la estabilización de suelos.

Bílý et. al, (2018) en su artículo explican que:

Los residuos de construcción y demolición constituyen una cuarta parte de todos los tipos de residuos producidos. La recuperación de estos residuos en otras áreas de la economía es un paso en la dirección correcta para lograr un desarrollo sostenible. El Departamento de Estructuras de Hormigón y Mampostería de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Checa se ocupa de la problemática de las construcciones sostenibles mediante la investigación de materiales reciclados. Uno de los enfoques es la sustitución de áridos naturales por hormigón de escombros reciclado de estructuras de hormigón demolidas y el uso del árido reciclado en hormigón reforzado con fibras con fibras sintéticas. La investigación se centró también en las posibilidades del diseño estructural de estructuras a partir del material investigado. Las investigaciones demostraron la usabilidad del hormigón de fibra con hormigón triturado reciclado en determinadas aplicaciones. El compuesto tiene características de material satisfactorias y su aplicación consumiría una gran cantidad de agregado de hormigón reciclado. El documento presentará los parámetros del material y su eficiencia en ejemplos de aplicaciones.

Chehab et al. (2018) en su artículo informan que:

Un programa de investigación diseñado para analizar el comportamiento estructural de vigas de hormigón armado preparadas mediante la sustitución de diferentes porcentajes de agregados gruesos naturales (NCA) con agregados gruesos reciclados (RCA), obtenidos de cilindros de hormigón probados en plantas de Ready / Mix. Uno de los objetivos era reciclar y reutilizar los cilindros de hormigón triturado en la industria de la construcción y mitigar su impacto ambiental negativo. Las variables fueron el porcentaje de reemplazo de NCA con RCA (0 % , 40% y 100%) y el modo de falla de las vigas probadas (flexión, cortante o unión de la cubierta de concreto en la región de empalme). La importancia del estudio se deriva de la fuente de los agregados reciclados, el hecho de que la investigación informada cubre los tres modos estructurales en un programa, y que todas las pruebas de adherencia reportadas en la literatura investigaron la resistencia a la extracción de barras ancladas en muestras RCA o

adherencias. resistencia del refuerzo en las muestras de extremos de vigas en lugar del comportamiento real de división de la unión de las barras empalmadas en vigas estructurales RCA.

Chindaprasirt et al. (2018) en su artículo argumentan que:

Esta investigación tuvo como objetivo el uso de ceniza de bagazo como reemplazo del cemento en concreto agregado reciclado de alta resistencia (HS-RAC). La piedra caliza triturada se reemplazó con agregado de concreto 100% reciclado (RCA) y la ceniza de bagazo molido (GBA) se usó para reemplazar parcialmente el cemento Portland ordinario (OPC) al 20, 35 y 50% en peso de aglutinante para moldear HS-RAC.

Du et al. (2018) en su artículo explican que:

En los últimos años, la industria de la construcción ha entrado en una etapa de rápido desarrollo en China con cada vez más residuos de la construcción, lo que tiene un gran impacto negativo en los recursos naturales y el medio ambiente. Estos desechos de construcción se pueden procesar en agregados reciclados mediante clasificación, trituración y procesamiento. Este tipo de tecnología puede realizar el reciclaje de residuos de la construcción. Con el fin de promover la investigación y la aplicación de hormigón agregado reciclado, este documento investiga el efecto del agregado grueso reciclado (RCA) en el rendimiento del hormigón de bombeo. Mediante el uso de la prueba ortogonal para estudiar el impacto de la cantidad de cenizas volantes, el reemplazo de RCA y el cambio de la tasa de arena en las propiedades mecánicas del hormigón de bomba reciclado C30 (RPC). Ajustando el consumo de agua a los requisitos garantizados de la bomba RPC. El hormigón de bomba preparado con agregado grueso natural (NCA) se trató como un grupo de control, que se denominó hormigón de bomba natural (NPC). Los resultados experimentales muestran que la mejor proporción de RPC, contenido de cenizas volantes, contenido de agregados reciclados, tasa de arena, respectivamente, es 40% , 50% y 45% en peso.

Hasan et al. (2018) en su artículo explican que:

La creciente cantidad de desechos de construcción y restos de hormigón, en particular, plantean un problema grave. Los residuos de hormigón existen en grandes cantidades, no se descomponen y necesitan mucho tiempo para desintegrarse. Por lo tanto, en este trabajo, el concreto viejo demolido se rompe y se recicla para producir agregado de concreto reciclado que se puede reutilizar en la producción de concreto nuevo. Se ha investigado experimentalmente el efecto del uso de agregados reciclados sobre la resistencia a la compresión del hormigón; El aditivo de humo de sílice también se usa para mejorar la resistencia a la compresión del agregado de concreto reciclado. Los principales parámetros de este estudio son el agregado reciclado y la mezcla de humo de sílice. El porcentaje de agregado reciclado osciló entre (0-100)%. Mientras que el humo de sílice osciló entre (0-10)%.

Hussien et al. (2018) en su artículo sostienen que:

El uso de agregado grueso reciclado (RCA) en el hormigón se puede describir en términos de protección medioambiental y economía. Este artículo trata sobre las propiedades mecánicas de la resistencia a la compresión del hormigón, la resistencia a la tracción por división, el módulo de elasticidad y el módulo de ruptura. Se probaron tres tipos de mezclas de concreto, concreto hecho con agregado grueso natural (NCA) como concreto de control y dos tipos de concreto hechos con agregado grueso reciclado (nivel de reemplazo del 50% y 100% de agregado grueso reciclado). Estos tipos de hormigón se realizaron con diferentes objetivos de resistencia a la compresión del hormigón f'_c (35MPa) y (70 MPa). Se probaron cincuenta muestras de las propiedades frescas y endurecidas del hormigón. El hormigón residual de los cubos de prueba de laboratorio se trituró para producir el agregado grueso reciclado que se utiliza en el hormigón reciclado. En el artículo se presenta una comparación entre los resultados experimentales de las propiedades del hormigón fresco y endurecido. El concreto agregado reciclado (RCA) tuvo un desempeño satisfactorio a pesar de las tasas de reemplazo. Se encontró que usando el tamaño de agregado grueso reciclado (RCA) de (5-14) mm tiene un desempeño bastante similar con el

mismo tamaño de agregado grueso natural (NCA), es necesario usar concreto reciclado de alta calidad (con baja niveles de impurezas). El agregado reciclado como alternativa a los agregados naturales parece bastante exitoso.

Lantiere et al. (2018) en su artículo informan que:

El estudio presentado persigue esta tendencia de investigación, mediante la evaluación del desempeño de dos mezclas de cemento 100% reciclado (RCBM) diferentes para capas de base. Los datos siempre se compararon con los obtenidos para una mezcla de cemento (CBM) tradicional hecha completamente de agregados vírgenes. El programa experimental se dividió en dos fases diferentes y consecutivas: un estudio de laboratorio y una fase de prueba de campo. En el primero, el objetivo fue el diseño de mezclas y la caracterización física y mecánica de tres mezclas. En la segunda fase se realizó un ensayo de campo a gran escala: se planificaron pruebas in situ y muestreos en cuatro fechas, correspondientes a 0, 60, 180 y 365 días de tráfico.

Adhijoso et al. (2017) en su artículo tiene como objetivo:

Observar la resistencia a la compresión del concreto que consiste en cemento, agua, agregado fino reciclado y específicamente cenizas volantes cuya cantidad se determina con base en el método de densidad de empaque. Se utilizan varias variaciones de mezcla para derivar la correlación entre la densidad de las cenizas volantes y la resistencia a la compresión del concreto. En la prueba de laboratorio se utilizan tres porcentajes diferentes de cenizas volantes, que son 25% (suelto), 35% (completamente) y 45% (superior) con las variaciones de las proporciones de mezcla de 0,2, 0,35 y 0,5. El mortero en condiciones completamente empaquetadas ofrece la mayor resistencia a la compresión en cualquier proporción de mezcla, que se encuentra en 27.02 MPa, 30.26 MPa y 32.15 MPa para una proporción de mezcla de 0.2, 0.35 y 0.5 respectivamente.

Ahmed (2017) en su artículo sostiene que:

Este artículo presenta el efecto del humo de sílice (SF) en las propiedades mecánicas a temprana edad y a largo plazo del hormigón agregado reciclado que

contiene escoria. En este estudio se consideran seis series de mezclas. La primera serie es el hormigón de control que contiene 100% cemento Portland ordinario (OPC) y agregados 100% naturales. La segunda serie es similar a la primera serie en todos los aspectos, excepto el agregado grueso natural (NCA) que fue reemplazado parcialmente por 50% (en peso) de agregado grueso reciclado (RCA). La tercera serie también es similar a la segunda, excepto el OPC, que se reemplaza parcialmente por 50% de escoria. Los efectos del 5%, 10% y 15% (en peso) de SF sobre las propiedades mecánicas del hormigón se evalúan en cuarta, quinta y sexta serie, respectivamente. La resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción indirecta y el módulo de elasticidad de los hormigones anteriores se miden a los 3, 7, 28, 56 y 91 días.

Aoudjane et al. (2017) en su artículo afirman que:

El objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento de un hormigón actual utilizando agregados reciclados. Se llevaron a cabo pruebas físicas y mecánicas de caracterización de los agregados para comprender mejor los efectos de las absorciones. Se llevó a cabo un programa experimental para probar concreto fresco en cuanto a trabajabilidad y tribología para diferentes sustituciones de agregados reciclados con una relación a/c constante y variable. También se realizaron pruebas de resistencia mecánica.

Anting et al. (2017) en su artículo explican que:

Los materiales agregados finos naturales se utilizan comúnmente en el desarrollo y la construcción comercial en Malasia. De hecho, la producción de hormigón se incrementó de forma lineal con la creciente economía de Malasia. Sin embargo, un problema fue la producción de concreto para localizar fuentes adecuadas de agregados finos naturales. Se han realizado muchos estudios para reemplazar el agregado fino en el que el agregado fino natural se reemplaza con el material de desecho en la preparación del concreto. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo utilizar el Agregado de Concreto Reciclado (RCA) y desechos cerámicos que tienen un gran potencial para reemplazar el agregado natural en la mezcla de concreto con diferentes tipos de métodos, aditivos y parámetros.

Esta investigación se centró en la prueba de resistencia a la compresión y absorción de agua para determinar la proporción de mezcla óptima de la mezcla de concreto. El agregado de concreto se eligió debido a la mejora de los mecanismos de unión capilar y la cerámica presentó una resistencia similar en comparación con el concreto convencional que utiliza agregado natural. El porcentaje de reemplazo que se ha utilizado en este estudio fue del 25%, 35% y 45% de la CD y del 5%, 10% y 15% para cerámica, respectivamente. Además, esta investigación se realizó para encontrar el porcentaje óptimo de reemplazo de agregados, utilizando una relación agua-cemento de 0.55 con grado de concreto 25/30. El mejor porcentaje de reemplazo fue el RCA35% C15% con la resistencia a la compresión de 34.72 Mpa y la absorción de agua fue satisfecha.

Deju et al. (2016) en su artículo sostienen que:

Los áridos naturales (grava y triturados) son recursos no renovables imprescindibles que se utilizan para obras de infraestructura e ingeniería civil. El uso de agregados de hormigón reciclado (RCA) es un asunto de alta prioridad en la industria de la construcción en todo el mundo. Este artículo presenta un estudio sobre el uso de áridos reciclados, a partir de un hormigón de clase especificada, para adquirir hormigón de cemento nuevo con diferentes porcentajes de áridos reciclados.

Austin et al. (2017) en su artículo afirman que:

El uso de agregado de concreto triturado (CCA), anteriormente conocido como agregado de concreto reciclado (RCA) está aumentando, particularmente con un impulso reciente hacia el suministro sostenible de materiales. Se requieren más investigaciones para comprender el efecto del CCA grueso sobre las propiedades mecánicas y el rendimiento de durabilidad del hormigón estructural. Se investiga la resistividad eléctrica, la absorción de agua por capilaridad y el análisis SEM de los hormigones CEM I y CEM III/A para determinar los efectos sobre la microestructura del hormigón y la entrada de agua, junto con el cumplimiento de la característica ($f'c$) y las resistencias a la compresión medias objetivo.

Bester et al. (2017) en su artículo argumentan que:

Este artículo presenta los resultados de un estudio sobre el uso de áridos finos de residuos de construcción y demolición (C&DW) en la industria de la construcción de Sudáfrica, y el impacto que esto tiene en las importantes propiedades frescas y endurecidas del hormigón cuando se utiliza como reemplazo parcial de virgen. materiales. Los C&DW se probaron a niveles de reemplazo de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%. El agregado fino reciclado se remojó previamente para mitigar el efecto esperado de una mayor absorción de agua del agregado de concreto reciclado (RCA). Sin embargo, el pre-remojo de los finos se atribuye al mal comportamiento de las propiedades frescas y endurecidas del hormigón. El procedimiento de remojo previo utilizado fue problemático cuando se usó con agregados finos y, como resultado, provocó que se agregara una gran cantidad de agua en exceso a la mezcla de concreto. Este estudio destaca la importancia de planificar el proceso de demolición de una estructura para garantizar que se pueda extraer la mejor calidad psible de RCA. El estudio reveló que el uso de áridos finos reciclados como reemplazo de materiales vírgenes en la fabricación de hormigón tiene un impacto negativo mucho mayor que el uso de áridos reciclados gruesos. Además, el procedimiento de remojo previo de los agregados finos merece una atención especial.

Chen et al. (2017) en su artículo afirman que:

Investigan sobre el rendimiento estructural de los miembros y estructuras de armazón de hormigón armado con acero (SRC) realizadas con hormigón agregado reciclado (RAC) se han realizado en China de 2010 a 2016. Los logros de la investigación sobre estructuras de hormigón agregado reciclado reforzado con acero (SRRAC) son suficientes para revisar y compartir con investigadores de otros países. Este artículo comienza con una introducción de algunos avances de investigación realizados sobre el comportamiento de la unión entre RAC y I-steel. Luego, la discusión se centra en los comportamientos estáticos de los miembros SRRAC, incluidos los rendimientos de flexión y cortante de las vigas y las propiedades de compresión concéntricas y excéntricas de las columnas.

Da Silva et al. (2017) en su artículo explican que:

Este artículo tiene como objetivo evaluar la viabilidad de reintroducir agregados de hormigón reciclado en la industria de los prefabricados. Se evaluaron las propiedades mecánicas del hormigón autocompactante (SCC) con incorporación de áridos reciclados (RA) (agregados reciclados gruesos (CRA) y agregados reciclados finos (FRA)) a partir de elementos prefabricados triturados. El objetivo fue evaluar la capacidad de producir SCC con un rendimiento mínimo preestablecido en términos de resistencia mecánica, incorporando ratios variables de RA (FRA / CRA%: 0/0%, 25/25%, 50/50%, 0 / 100% y 100/0%) producido a partir de hormigones fuente prefabricados con rendimientos objetivo similares. Esta réplica en SCC se realizó para dos clases de resistencia (45 MPa y 65 MPa), con la intención de obtener como resultado final hormigón con áridos reciclados cuyas características sean compatibles con las de un SCC con áridos naturales en cuanto a trabajabilidad y resistencia mecánica. Los resultados permitieron establecer conclusiones sobre los SCC's producidos con áridos reciclados finos y gruesos de la industria del prefabricado, en base a sus propiedades mecánicas. Las propiedades estudiadas se ven fuertemente afectadas por el tipo y contenido de áridos reciclados. Se destaca el potencial demostrado, principalmente en estado endurecido, por el uso conjunto de áridos reciclados finos y gruesos.

Dawi y Hamad (2017) en su artículo sostienen que:

El documento informa sobre un programa de investigación que fue diseñado en la Universidad Americana de Beirut (AUB) para investigar las propiedades mecánicas frescas y endurecidas de una mezcla de concreto de alto desempeño producida con sustitución parcial o total de agregados de piedra caliza natural triturados con agregados reciclados de cilindros triturados probados en plantas de dosificación. La elección de cilindros triturados como fuente de reciclaje daría como resultado la reutilización de parte de los productos de desecho de la industria de producción de hormigón. Se llevó a cabo un extenso programa de ensayo y preparación de lotes de concreto para lograr dos mezclas de concreto óptimas de resistencia normal y alta. Las variables fueron la resistencia nominal

del concreto (28 o 60 MPa) y el porcentaje de reemplazo de agregados gruesos naturales con agregados reciclados de cilindros probados triturados (0, 20, 40, 60, 80 o 100%). Se utilizaron cilindros probados de resistencia normal como fuente de agregados reciclados para la mezcla de concreto de resistencia normal (NSC) y cilindros probados de alta resistencia para la mezcla de concreto de alta resistencia (HSC). Las pruebas en los lotes de prueba incluyeron propiedades mecánicas de asentamiento en estado plástico y estado endurecido, incluida la resistencia a la compresión del cilindro, la resistencia a la tracción por división del cilindro, el módulo de elasticidad y la resistencia a la flexión de las vigas estándar.

Junak y Sicakova (2017) en su artículo se centra que:

El reciclaje de un tipo de residuos de construcción y demolición (CDW), concretamente el hormigón. Después de triturar y clasificar, dicho agregado de hormigón reciclado (RCA) se puede utilizar para la producción de hormigón nuevo. El uso de RCA puede ayudar a salvar las fuentes de agregados naturales y, por tanto, contribuye a la protección del medio ambiente. En el artículo, las propiedades de ambos conjuntos de hormigones se compararán y analizarán en términos de trabajabilidad, densidad real, absorción total de agua y resistencia a la compresión.

Kang et al. (2017) en su artículo afirman que:

Se ha explorado el uso de agregados reciclados para conducir a un futuro sostenible, ya que proporciona una alternativa al hormigón natural tradicional. Las investigaciones experimentales mostraron que el concreto que usa agregado reciclado en comparación con el agregado natural tiene menor resistencia. Para que la industria de la construcción sea sostenible, el agregado reciclado debe ser ampliamente utilizado e incluso reemplazar el agregado natural. Sin embargo, la investigación sobre el agregado reciclado descubrió las deficiencias de este material y los factores limitantes para su utilización debido a su baja resistencia. Varios estudios de investigación intentan mejorar la calidad del agregado reciclado ya sea agregando varios aditivos o cambiando sus métodos de

producción. Sin embargo, la industria todavía está atrasada en el uso más amplio de agregados reciclados utilizando tales hallazgos de investigación. Se llevaron a cabo entrevistas cualitativas en la industria de la construcción australiana para responder a esta pregunta de investigación, que proporcionó habilitadores y barreras útiles para promover el agregado reciclado como material estructural. Por lo tanto, se llevó a cabo un análisis "suave" para motivar a la industria de la construcción a utilizar RAC. Se espera que estos hallazgos sean útiles para los investigadores, profesionales y legisladores responsables de crear una industria de la construcción sostenible.

Khaldoun (2017) en su artículo sostiene que:

El uso de agregados de hormigón reciclado (RCA) para reemplazar parte o la totalidad de los agregados gruesos naturales (NCA) en la producción de hormigón ha ido en aumento. Este uso contribuye a la preservación de los recursos naturales y a la reducción del uso de vertederos. Se necesita investigación para comprender los efectos del uso de RCA en las propiedades del hormigón. Este documento informa los resultados de un estudio experimental de la resistencia al cizallamiento de empuje del hormigón con agregado reciclado simple (RAC) de resistencia normal. Se moldearon y probaron un total de veintisiete muestras de empuje. Los porcentajes de reemplazo (PR) de NCA con RCA fueron 0, 20%, 50% y 100%.

Koper et al. (2017) en su artículo sostienen que:

Evalúan la influencia de la calidad del material de hormigón en bruto en determinadas propiedades de los ARC. Se examinó la densidad volumétrica, la densidad aparente, los huecos, la resistencia al aplastamiento, la absorción de agua, el contenido de polvo mineral para RCA, obtenido a partir de concreto primario triturado con diferente resistencia a la compresión. El RCA se obtuvo triturando concreto de laboratorio que tenía una amplia gama de relación agua / cemento (a / c) (de 0,35 a 0,7).

Kupusamy et al. (2017) en su artículo expresan que:

La investigación realizada por ingenieros de hormigón ha sugerido claramente la posibilidad de tratar y reutilizar de forma adecuada tales residuos como agregados en hormigón nuevo, especialmente para aplicaciones de niveles inferiores. Este estudio analiza los agregados reciclados (RA) producidos a partir de residuos CyD y su uso en la construcción de concreto. Junto con una breve descripción general de las propiedades de ingeniería de los agregados reciclados, el estudio también ofrece un resumen del efecto de los agregados reciclados en las propiedades del hormigón fresco y endurecido. Los agregados reciclados se tratan con resina epoxi para reducir la absorción de agua. Sin embargo, esta investigación muestra que los agregados reciclados que se obtienen a partir de una muestra de concreto probada en el sitio hacen concreto de buena calidad. En este artículo se presenta la influencia de los agregados de diferentes tamaños en la resistencia a la compresión, la tracción dividida y la absorción de agua del concreto.

Moriconi et al. (2017) en su artículo se basan en que:

Una alternativa para reducir el impacto ambiental de la producción de hormigón es incorporar cierta cantidad de residuos en la dosificación, limitando los porcentajes de reposición para evitar pérdidas importantes en las propiedades mecánicas del material final. Este estudio analiza la variación en las propiedades mecánicas de hormigones estructurales con agregados reciclados y polvo de ladrillo de desecho como sustituto del cemento para probar el efecto del uso simultáneo de diferentes residuos en un mismo material. Todos los hormigones se dosifican para una resistencia a la compresión de 30 MPa. Los agregados reciclados se obtienen a partir de desechos de tuberías prefabricadas con una resistencia a la compresión de 20 MPa. Los ladrillos de desecho se obtienen de demoliciones de construcción. Se consideran cuatro niveles de cemento reemplazado por polvo de ladrillo usado: 0%, 5%, 10% y 15%. Además, se estudian dos tipos de muestras en cuanto a la cantidad de agregados reciclados: 0% y 30%. Todos estos niveles se combinan para analizar el efecto de ambos residuos en las propiedades mecánicas del hormigón mediante ensayos de

resistencia a la compresión, ensayos de resistencia a la flexión y ensayos de módulo de elasticidad, todos ellos después de 28 días de curado.

Seddik, (2017) en su artículo explica que:

El agregado de concreto reciclado se considera como el agregado secundario más abundante y utilizado en la producción de concreto, otros tipos de residuos sólidos también se están utilizando en el concreto para propósitos específicos y para lograr algunas propiedades deseadas. Los agregados reciclados y, en particular, el agregado de concreto reciclado afectan sustancialmente las propiedades y el diseño de la mezcla del concreto tanto en estado fresco como endurecido, ya que se conoce por su alta porosidad debido a la capa adherida de mortero viejo sobre el agregado que da como resultado una alta absorción de agua del agregado secundario reciclado. Esto conduce a una menor densidad y resistencia, y otras propiedades relacionadas con la durabilidad. El uso de la mayoría de los agregados reciclados en estructuras de concreto aún se limita a aplicaciones de baja resistencia y no estructurales debido a la importante caída en los rendimientos de resistencia y durabilidad generados. La incrustación de agregados reciclados en el hormigón es ahora una práctica actual en muchos países para mejorar la sostenibilidad de la industria del hormigón y reducir sus impactos ambientales. El presente artículo discute los diversos agregados reciclados posibles utilizados en la producción de hormigón, su efecto sobre las propiedades tanto frescas como endurecidas, así como su durabilidad. También se analizan los impactos económicos y ambientales de la sustitución parcial o total de agregados naturales por agregados secundarios reciclados.

Shaban (2017) en su artículo presenta:

Los resultados de un estudio experimental para evaluar los efectos de los porcentajes de agregado de concreto reciclado (RCA) bajo diferentes condiciones de curado. Los porcentajes de agregado grueso reciclado a dolomita fueron (0: 100%, 25: 75%, 50: 50%, 100: 0%) respectivamente. Las propiedades del hormigón que se estudiaron fueron las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y al fraccionamiento) y las propiedades de transporte de masa

(ISAT y sortividad). Las probetas de hormigón se expusieron a tres condiciones de curado diferentes, probetas húmedas (estándar), al aire libre y pintadas con la sustancia (Curassol 1). Los agregados de hormigón reciclado grueso se obtuvieron triturando un hormigón primario producido en laboratorio a la edad de 28 días.

Suvash (2017) en su artículo afirma que:

El artículo presenta el resumen de la investigación del “comportamiento mecánico y durabilidad del hormigón que contiene agregado de hormigón reciclado” (Paul, 2011). Los resultados reportados en este artículo se relacionan con un parámetro importante de contenido óptimo de agregado de concreto reciclado (RCA) en la producción de concreto nuevo para aplicaciones estructurales y no estructurales. Para los fines de la investigación se realizan diversos tipos de ensayos físicos, mecánicos y de durabilidad para hormigones elaborados con diferentes porcentajes de RCA.

Zieliński (2017) en su artículo afirma que :

El artículo presenta y compara las directrices más importantes, actualmente vigentes, que regulan el ámbito de uso de los agregados reciclados (RILEM, así como las normativas japonesa, alemana y europea).

Alias et al. (2016) en su artículo argumentan que:

El hormigón se utiliza ampliamente como material de construcción en Malasia. El hormigón aporta características adecuadas para la industria de la construcción, por ejemplo, durabilidad, resistencia a la compresión adecuada, resistencia al fuego, disponibilidad y es económico en comparación con otros materiales de construcción. El agotamiento de los recursos naturales y la eliminación de los desechos de la construcción y demolición representan una amenaza para el medio ambiente. En este documento, se investigó el comportamiento de ingeniería, la durabilidad y la microestructura del hormigón de los agregados de hormigón reciclado (RCA) en las propiedades del hormigón a corto plazo. El concreto estudiado en proporción de mezcla de diseño de 1: 0.55: 2.14: 2.61 (peso cemento: agregados gruesos: arena: agua) se utilizó para

obtener resistencia a la compresión media-alta con 20%, 50% y 100% de RCA. Los resultados muestran que para la misma relación agua / cemento, el reemplazo de RCA hasta en un 50% logró la resistencia a la compresión prevista de 25 MPa a los 28 días de curado. Además, con un reemplazo de RCA similar, el valor de profundidad de carbonatación más alto se encontró en 1,03 mm, lo que podría atribuirse a la reacción puzolánica, lo que condujo a una menor resistencia a la carbonatación. La microestructura de microscopía electrónica de barrido muestra que la superficie RCA era porosa y estaba cubierta con partículas sueltas. Además, la zona de transición interfacial estaba compuesta por numerosos poros pequeños, microgrietas y fisuras que rodean la matriz del mortero. Sobre la base de los resultados obtenidos, son necesarios los aditivos minerales de RCA recomendables para mejorar la calidad de la construcción de hormigón.

Brandes y Kurama (2016) en su artículo sostienen que:

Elaboraron una investigación preliminar sobre factores relacionados con el uso de agregados de hormigón reciclado (RCA) en aplicaciones de hormigón prefabricado / pretensado. En particular, los efectos de RCA se investigan experimentalmente para: 1) la unión entre el torón de acero pretensado de siete alambres y el concreto; 2) la ganancia de resistencia a la compresión del hormigón con el tiempo; y (3) el aumento de la rigidez a la compresión del hormigón con el tiempo. Los especímenes de prueba se hicieron reemplazando los agregados naturales del curso en las mezclas de concreto con RCA de: concreto prefabricado desechado o rechazado y concreto premezclado devuelto.

De Lurdes y Silva (2016) en su artículo presentan:

La degradación mecánica, química y ambiental inducida por los residuos de construcción y demolición (CDW) reciclados sobre el comportamiento de tracción a corto plazo de un geotextil de polipropileno no tejido (PP) reforzado con hilos de poliéster (PET). Para estudiar la degradación química y ambiental, se construyó un terraplén de prueba de daños (2m x 3m en planta) utilizando CDW reciclado como material de relleno. El daño causado por las acciones

mecánicas durante la instalación también fue simulado mediante pruebas de laboratorio de daños en la instalación. Se realizaron pruebas de tracción de gran ancho en muestras de geotextil exhumadas del terraplén de prueba después de 12 meses, en muestras dañadas de laboratorio y en muestras intactas (tal como se recibieron). Se compara su comportamiento de tracción a corto plazo. También se presentan imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM) de muestras intactas y exhumadas.

Deshpande et al. (2016) en su artículo presentan que:

El estudio concluyó que la estimación de la resistencia a la compresión a 28 días del concreto agregado reciclado fue realizada mejor por ANN y ANFIS en comparación con MLR. En otras palabras, comparando el paso de prueba de los tres modelos, se puede concluir que es mejor utilizar el modelo MLR para el diseño de mezcla preliminar de concreto, y se sugiere que los modelos ANN y ANFIS se utilicen en la optimización del diseño de mezcla y en el caso de necesidades de mayor precisión. Además, se explora el rendimiento de los modelos basados en datos con y sin los parámetros adimensionales. Se observó que los modelos basados en datos muestran una mejor precisión cuando los parámetros adimensionales se utilizan como parámetros de entrada adicionales. Además, se investiga el efecto de cada parámetro adimensional sobre el rendimiento de cada modelo basado en datos. Por último, se examina el efecto del número de parámetros de entrada sobre la resistencia a la compresión del hormigón a 28 días.

Ferro et al. (2016) en su artículo afirman que:

Un innovador diseño de mezcla de mortero para utilizar arena reciclada de CyD, mediante sustitución parcial de arena estandarizada (SS) por arena reciclada (RS) o arena reciclada lavada (RSW) y mediante el uso de un Relación a/c igual a 0,5. El principal objetivo de esta investigación ha sido investigar si el lavado y tamizado de agregados reciclados puede mejorar la calidad del agregado reciclado.

Jaskulski et al. (2016) en su artículo afirman que:

Desarrollaron modelos que permitan predecir el comportamiento del hormigón con agregados reciclados sobre la base de la composición del hormigón. También fue un intento de evaluar la idoneidad de estos modelos para la simulación para determinar, entre otros, la probabilidad de falla para alcanzar ciertos valores de los parámetros modelados. Para probar los modelos resultantes en términos de su utilidad para un análisis probabilístico se utilizó el método de simulación de Monte Carlo. Los modelos formulados mostraron muy buena concordancia de los valores medios y cumplimiento satisfactorio de la desviación estándar de los resultados obtenidos de la simulación.

Nováková y Mikulica (2016) en su artículo sostienen que:

Los agregados de concreto reciclado (RCA) se pueden utilizar como reemplazo de los agregados naturales para la producción de concreto para salvar las fuentes naturales y también para disminuir la cantidad de desechos de demolición que deben ser depositados en vertederos. La producción de prefabricados genera un porcentaje de elementos defectuosos que se retiran y se reciclan con otros residuos de demolición. En este estudio, los elementos defectuosos se reciclan por separado en RCA con propiedades beneficiosas y se utilizan directamente en nuevas mezclas para elementos prefabricados.

Ráček et al. (2016) en su artículo presentan:

Las posibilidades actuales de uso de este material estructural. Se muestra un ejemplo detallado de su uso para muros de carga de edificios de construcción civil. Un cálculo específico de evaluación del edificio se basa en los resultados de las pruebas experimentales de características de resistencia. La confiabilidad de las partes diseñadas de las estructuras portantes se basa en los valores de diseño que se derivan de los resultados de las pruebas comprobantes. El ejemplo dado muestra que es completamente realista, desde la perspectiva de la confiabilidad estática, realizar algunas construcciones portantes para edificios de instalaciones comunitarias de hormigón reforzado con fibra, donde la piedra

natural se reemplaza completamente por material natural reciclado. Aunque la confiabilidad estática es el parámetro más importante, se desprende de esta asignación que en caso de uso de hormigón reforzado con fibra en la construcción civil, será necesario extender la investigación experimental a otras propiedades físicas (por ejemplo, conductividad térmica y acústica).

Abusharkh et al. (2015) en su artículo explican que:

Este documento analiza la idoneidad de producir hormigón con áridos 100% reciclados para cumplir con los requisitos de durabilidad y resistencia para diferentes aplicaciones. La resistencia agregada, la gradación, la absorción, la gravedad específica, la forma y la textura son algunas de las características físicas y mecánicas que contribuyen a la resistencia y durabilidad del hormigón. En general, la calidad del agregado reciclado depende de las condiciones de carga y exposición de las estructuras demolidas. Por tanto, el programa experimental se centró en la evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del árido reciclado durante un período de 6 meses. Además, se evaluaron las propiedades del hormigón producido con agregado reciclado fino y grueso. Se prepararon varias mezclas de concreto con agregados 100% reciclados y los resultados se compararon con los de una mezcla de control. Se realizó SEM para examinar la microestructura de mezclas seleccionadas. Los resultados mostraron que se podría producir hormigón con resistencia y durabilidad aceptables si se logra una alta densidad de empaque.

Bedoya y Dzul (2015) en su artículo afirma que:

El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles, aborda la confección de un concreto usando agregados reciclados obtenidos de la valorización de escombros de concreto y mampostería. Se muestran aspectos como resistencia al esfuerzo de la compresión a 3, 7, 14, 28, 56 y 91 días; porosidad, velocidad de pulso ultrasónico y carbonatación; costo económico en comparación con un concreto convencional; y una reseña de las políticas públicas de Construcción Sostenible y aprovechamiento de escombros

formuladas en Medellín, Colombia. La resistencia al esfuerzo de la compresión y las medidas de velocidad de pulso ultrasónico en algunas mezclas fueron del orden del 98 % de la mezcla de referencia; así mismo la mezcla confeccionada con 100 % de agregados reciclados, mostró una diferencia en cuanto a la profundidad de carbonatación de tan solo 0.7 mm con respecto a la mezcla de referencia para una edad simulada de 27 años. Los resultados obtenidos con sustituciones de agregados naturales por agregados reciclados gruesos y finos en porcentajes del 25 %, 50 % y 100 %, y el avance en los lineamientos político-administrativos de la municipalidad en los once años recientes, permiten deducir la posibilidad de confeccionar concretos estructurales y no estructurales para uso masivo en la construcción.

Se confeccionan 30 muestras de concreto por cada una de las mezclas, para un total de 120, se utilizan probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura. Se toman tres probetas por mezcla para cada edad de fallado (NTC 1377; ASTM C192M).

Çakır y Sofyanlı (2015) en su artículo sostienen que:

Se presentan los efectos de incorporar humo de sílice (SF) en el diseño de la mezcla de concreto para mejorar la calidad de los agregados reciclados en el concreto. El cemento Portland se reemplazó por SF al 0%, 5% y 10%. Los especímenes se fabricaron reemplazando agregados naturales con agregados reciclados. Se utilizaron fracciones de dos tamaños (4/12 mm y 8/22 mm) como agregados reciclados y se produjeron cuatro series de mezclas de hormigón. En todas las mezclas de hormigón, se utilizó una proporción constante de agua / cemento de 0,50 y se prepararon mezclas de hormigón con un asentamiento inicial objetivo de clase S4 (16-21 cm). Las propiedades del hormigón se evaluaron mediante la resistencia a la compresión, la resistencia a la rotura por tracción, la absorción de agua y la velocidad del pulso ultrasónico y se encontró que el uso de 10% SF como reemplazo del cemento para los hormigones agregados reciclados mejoró las propiedades mecánicas y físicas del hormigón.

Koper et al. (2015) en su artículo afirman que:

El procedimiento de diseño de la composición del hormigón con el método de tres ecuaciones exige aceptar los supuestos sobre la consistencia de la mezcla de hormigón. Para la consistencia asumida se especifica la demanda de agua de los agregados y la demanda de agua del hormigón. En el caso de los agregados naturales (NCA) se utilizan las fórmulas, entre otras, de Sterne's de Bolomey condicionando la demanda de agua de los agregados a partir de su granulación, tipo y consistencia de la mezcla de hormigón. Hay una falta de tales dependencias en caso de demanda de agua de agregados reciclados (RCA). En tal caso queda la determinación empírica de la demanda de agua, que en la práctica descalifica la utilidad del método de tres ecuaciones para especificar la composición concreta de los agregados RCA. Una forma de resolver este problema es buscar las relaciones entre la demanda de agua RCA y sus otras cualidades que sean fáciles de especificar en condiciones de laboratorio en poco tiempo. La cualidad que da tal posibilidad de lograr esta relación es la resistencia de los agregados al aplastamiento cuya medida es el indicador de aplastamiento. Este artículo ha intentado especificar la forma de definición empírica de la demanda de agua de RCA.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Antecedentes nacionales

Dávila (2019) en su tesis afirma que:

En la presente investigación se utilizó residuos sikudis provenientes de las demoliciones pavimentos rígidos del distrito Baños del Inca, donde se elaboraron probetas con agregados naturales y reciclados. Se obtuvo un diseño de mezcla de concreto cuya resistencia fue de $f'c = 223.65$ kg/cm² elaborado con concreto reciclado y $f'c = 219.23$ kg/cm² elaborado con concreto natural.

Machaca (2019) en su investigación expone que :

La ciudad de Juliaca produce gran cantidad de concreto de construcciones y demoliciones (RCD) causados por demoliciones a viviendas antiguas de material noble y por el incremento de habitantes,

por lo que generan construcciones nuevas. Es por ello, que en esta investigación evalúa el concreto reciclado, para utilizarlos como agregado en concreto simple. Se determinan las dosificaciones por los métodos ACI y Global, diseñando los testigos con $f'c$ 175 kg/cm² , utilizando material de agregado reciclado derivado de concreto reciclado, dosificado en porcentajes de 5% y 10% como reemplazo del agregado natural. El diseño de mezcla del agregado reciclado se realiza en el laboratorio de tecnología de materiales de la Universidad Peruana Unión.

Machaca (2018) en su tesis argumenta que:

El diseño de mezcla usando agregado reciclado para fabricar concreto estructural. Además, la población está conformada por 14 focos de residuos sólidos de construcción depositados en 4 zonas de mayor incidencia y 27 briquetas de concreto reciclado, divididos en 3 grupos de 9 briquetas, con 20%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado. Los ensayos de briquetas a compresión, mostraron que a los 28 días con agregado grueso reciclado de 20% alcanzó 111,43%, con 50% el 104,43% y con 100% el 97,24%; de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

Erazo (2018) en su tesis sostiene que:

Como objetivo principal se evalúa el diseño de mezcla de un concreto $f'c$ = 175 kg/cm² elaborado con agregados reciclados y agregados naturales y poder aplicarlo en elementos no estructurales. Los agregados reciclados se obtienen de la trituración de residuos sólidos de demolición de concreto

ubicados en el distrito de El Agustino. Estos residuos se colocan en la chancadora y se tamizan en una malla pasante de 1". El material obtenido fue llevado al laboratorio para poder calcular sus propiedades físicas. Se realiza la combinación de 65% de agregado fino natural + 35% de agregado fino reciclado, y se obtuvo un "agregado fino combinado" con una granulometría dentro de lo estipulado por la NTP. El agregado grueso es 100% reciclado

Se realizan 9 testigos (probetas) de concreto endurecido de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura según la Norma NTP 339.033. A estos testigos se le realiza el ensayo a la compresión en los días 7, 14 y 28 de elaboración la mezcla de concreto.

Tarazona (2018) en su tesis sostiene que:

En la presente investigación los agregados gruesos provenientes de los residuos de demolición de pavimento rígido son usados para la elaboración de concreto. Este concreto fue diseñado con una resistencia de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con diferentes porcentajes de agregado reciclado, un grupo patrón con 0% de agregado reciclado, y tres grupos experimentales de 20%, 40% y 60% de agregado grueso reciclado. Se elaboraron 9 especímenes por cada grupo, haciendo un total de 108 especímenes, los cuales fueron elaborados en condición de laboratorio bajo la normatividad correspondiente, se realizaron los ensayos en el concreto fresco y culminado el proceso de curado a los 28 días estos fueron ensayados. Se concluyó que, aunque el agregado reciclado presenta cualidades inferiores a las del agregado natural, estas se pueden usar en la producción de concreto nuevo siempre en cuando la concentración de este no supere en 40% del agregado grueso, esto se obtuvo realizando la comparación con el grupo de control para cada tamaño de agregado grueso.

Chugnas (2018) en su tesis indica que:

La investigación tiene a manera de objetivo principal, determinar la influencia del concreto reciclado como agregado en la calidad de los bloques prefabricados para verificar si la sustitución del agregado natural por el agregado reciclado cumple con los requisitos de resistencia a la compresión de un bloque de concreto, mediante ensayos a compresión de especímenes primas rectangular de concreto. La finalidad de este proyecto es determinar su uso viable de agregado reciclado aplicado en la mezcla de concreto patrón sustituyendo el agregado natural por el agregado reciclado de 20%, 50% y 80%, para la fabricación de bloques

de concreto para uso estructural. Los ensayos de compresión de especímenes primas rectangulares se realizan a 7, 14 y 28 días, se compara las resistencias obtenidas del concreto patrón con el concreto reciclado en 20% y 50% donde presentan comportamientos parientes al concreto patrón ya que la resistencia requerida mínima por la norma E-0.70 es de 50 kg/cm² y sus resistencias alcanzadas exceden a lo estandarizado tanto para el concreto patrón como para el concreto reciclado. Sin embargo, con la sustitución del 80% del agregado reciclado presenta comportamiento menor para el que fue diseñado, pero se encuentra dentro del rango de lo estandarizado por la norma, esto lleva a concluir que con los porcentajes menores de sustitución su resistencia a compresión es confiable mientras que la de mayor sustitución es poco recomendable su uso.

La muestra está formada por la cantidad de 36 bloques (King block) de concreto convencional y concreto reciclado, para lo cual se realizará 4 diseños de mezclas de concreto en diferentes sustituciones del agregado natural en 20%, 50% y 80% y el diseño de mezcla del concreto patrón.

Rodrich y Silva (2018) en su tesis sostienen que:

El concreto puede ser recuperado, triturado y reutilizado como agregado en nuevos proyectos, para así contribuir con la construcción sostenible, reduciendo los impactos ambientales y abriendo nuevas alternativas de negocio, por lo cual en esta investigación se reemplaza el agregado grueso de un concreto convencional por agregado de concreto reciclado procedente de la demolición de una vereda en la ciudad de Trujillo, en diferentes cantidades (15%, 30% , 45% y 60% en peso respecto al agregado grueso), variando las relaciones agua/cemento (0.55, 0.65 y 0.70) diseñando las mezclas de acuerdo a la norma ACI 211. Se realizan ensayos de caracterización a los agregados naturales y agregado reciclado; al concreto en estado fresco se evalúa su asentamiento, temperatura y peso unitario, para los ensayos en estado endurecido se elaboran un total de 270 probetas cilíndricas de 4" x 8", evaluando la resistencia a compresión promedio a 3, 7 y 28 días de curado. Así mismo

se elaboran 30 probetas de 4" x 8" para determinar la succión capilar promedio a 28 días de curado.

Huáman (2018) en su tesis afirma que:

Al sustituir el agregado grueso por agregado de similar granulometría de la chancadora Tarmeño y con un cemento portland Tipo I, en porcentajes de 10%, 30% y 50%. se determina una resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$, teniendo en cuenta sus propiedades físicas, químicas y mecánicas.

Gutierrez y Olivos (2018) en su tesis sostienen que :

En la presente investigación se diseñan mezclas de concreto utilizando hormigón reciclado como agregado grueso. El concreto reciclado con agregado grueso se diseña con agregado grueso reciclado al 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y al 100% de agregado reciclado total tanto fino como grueso, además todas las mezclas se realizan con aditivo plastificante, con un total de 18 diseños de mezcla. Por cada ensayo (compresión, tracción y flexión) se evaluó a las edades de 3, 7, 14 y 28 días.

Rodríguez (2016) en su tesis explica que :

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo la evaluación de la resistencia a compresión del concreto elaborado con material cerámico reciclado sustituyendo al agregado pétreo en Huaraz – Ancash. Es una investigación aplicada y explicativa, de enfoque cuantitativo y de diseño experimental. La técnica utilizada es la observación y como instrumento de registro de datos se contó con fichas técnicas del laboratorio de mecánica de suelos y ensayo de materiales. Los resultados de la resistencia de concreto han sido procesados con los programas Excel. El análisis se realizó con tablas, gráficos, porcentajes, promedios y varianzas. El material cerámico usado en las diferentes mezclas de los ensayos fue producido a partir de la trituración manual del cerámico reciclado comúnmente usado en la construcción de viviendas en la ciudad de Huaraz. Se evaluó una mezcla de concreto con tres porcentajes

diferentes de remplazo de agregado grueso por material cerámico reciclado, se constituyó de (27 probetas: 9 para concreto patrón, 9 para 25%, 9 para 50%). Dentro de las propiedades analizadas están la resistencia a la compresión. En este sentido se determinó que, al someter al concreto con material cerámico reciclado a ensayos de compresión, se observó que este no alcanza los estándares en su totalidad por efectos de la adherencia el material cerámico y la pasta de cemento, pero se encontraron resultados positivos. Se puede concluir que la incorporación del material cerámico reciclado como agregado grueso nuevo al ciclo productivo de la construcción, es una alternativa viable para concretos no estructurales, un ejemplo demostrativo para la transferencia de tecnología a la sociedad, además muestra beneficios económicos y ecológicos implícitos.

Velásquez (2015) En su tesis afirma que:

En la presente investigación se considero una población de 126 probetas cilíndricas de 10 cm (4 pulgadas) de diámetro y 20 cm (8 pulgadas) de altura de concreto en 6 grupos de 21 probetas cilíndricas con distintos porcentajes de agregado reciclado en su dosificación.

2.2.2 Antecedentes internacionales

Castellanos et al. (2017) en su tesis indica que:

De acuerdo con el artículo presentado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible el 3 de marzo de 2.1071, en Colombia se producen más de 22 millones de toneladas de residuos de construcción, y debido a la falta de planificación para una adecuada gestión final de los mismos, se han ido depositando en vertederos, en muchas ocasiones, de forma incontrolada sin aprovechar sus recursos valorizables, situación que se presenta no solo en Colombia sino en el mundo; debido a esto, en muchos países se ha creado legislación para lograr una gestión integral de los residuos de construcción y demolición o escombros. Es por eso que tratan el tema enfocándose en la reutilización de los RCD como agregados para la fabricación del concreto, tomando un porcentaje de remplazo del 25% de agregados naturales por agregados reciclados.

Actualmente, uno de los temas principales en el sector de la construcción es la gestión de los RCD, en evento realizado por el Consejo de Construcción Verde de los Estados Unidos (USGBC) en el año 2015 se presentó una estadística sobre la reutilización de Residuos de Construcción y Demolición en donde Colombia se encuentra considerado dentro de estos países.

Guacaneme (2015) en su tesis indica que :

La alta inversión en infraestructura del sector público y privado ha generado un incremento en los últimos años en la producción de concreto en Colombia.

2.3 Estructuras teóricas y científicas que sustenta el estudio

2.3.1 Concreto

Mastropietro (2020) define al concreto de la siguiente manera :

El hormigón es una piedra artificial formada al mezclar apropiadamente cuatro componentes básicos: cemento agregado fino, agregado grueso, agua y eventualmente aditivos. Las propiedades del hormigón dependen en gran medida de la calidad y proporciones de los componentes en la mezcla, y de las condiciones de humedad y temperatura, durante los procesos de fabricación y de fraguado. Para conseguir propiedades especiales del hormigón (mejor trabajabilidad, mayor resistencia, baja densidad, etc.), se pueden añadir otros componentes como aditivos químicos o se pueden reemplazar sus componentes básicos por componentes con características especiales como agregados livianos, agregados pesados, cementos de fraguado lento, etc. El hormigón ha alcanzado importancia como material estructural debido a que puede adaptarse fácilmente a una gran variedad de moldes, adquiriendo formas arbitrarias, de dimensiones variables, gracias a su consistencia plástica en estado fresco. Al igual que las piedras naturales no deterioradas, el hormigón es un material sumamente resistente a la compresión, pero extremadamente frágil y débil a solicitaciones de tracción. Para aprovechar sus fortalezas y superar sus limitaciones, en estructuras se

utiliza el hormigón combinado con barras de acero resistentes a la tracción, lo que se conoce como hormigón armado.

2.3.2 Componentes del concreto

Cemento Portland. Según la Portland Cement Association (2019) afirma que:

El cemento portland es un conglomerante hidráulico, es decir, un material inorgánico finamente molido que, amasado con agua, forma una pasta que fragua, endurece y conserva su resistencia y estabilidad, incluso bajo el agua. A este proceso se le conoce como hidratación.

En la superficie de cada partícula se forma una capa fibrosa que se propaga hasta que se enlaza con la de otra partícula de cemento o se adhiere a las sustancias adyacentes. El crecimiento de las fibras resulta en rigidización, endurecimiento y desarrollo progresivo de resistencia.

Cuando esta se adiciona a los agregados (arena y grava, piedra triturada, piedra machacada u otro material granular), actúa como un adhesivo y los une para formar concreto, el material de construcción más versátil y más usado en el mundo.

Todas las modalidades de hormigones (concreto) a base de cementos portland poseen un alto grado de durabilidad y resistencia, como prueba de esto aparecen las grandes edificaciones, obras públicas y demás construcciones, algunas situadas incluso en las más duras condiciones geográficas como próximas al mar.

En la actualidad se fabrican diferentes tipos de cemento portland para aplicaciones específicas. Estos se producen de acuerdo con las especificaciones normativas y técnicas del país según corresponda.

En el caso de nuestro país contamos con las NTP (Normativa Técnica Peruana) NTP 334.009 (Cementos Portland. Requisitos), basada en la ASTM C 150 contemplando 5 tipos de cementos. (p.1)

Los agregados. Cemex (2020) explica que “el agregado es un material granular (arena, grava, piedra triturada o escoria) usado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. Puede utilizarse en su estado natural o bien, triturado, de acuerdo a su uso y aplicación” (p.5).

Agregado Grueso. Supermix (2020) denomina que:

Se considera agregado grueso a la porción del agregado retenido en el tamiz 4.75 mm (N° 4). Dicho agregado deberá de proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas: sus fragmentos deben de ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar la calidad de la mezcla de concreto. (p.5)

Agregado fino. Supermix (2020) denomina que:

Se considera como tal, a la fracción que pase el tamiz de 4.75 mm (N° 4). Provenirá de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas. El porcentaje de arena triturada no podrá constituir más del 30% del agregado fino. (p.5)

Agua de mezcla. Pasquel, (1998) sostiene que el agua de mezcla “es la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto, que normalmente por razones de trabajabilidad es mayor de la necesaria para la hidratación del cemento” (p. 59).

Aire atrapado. INDECOPI (2014) explica que “las burbujas de aire, típicamente 1 mm o más grandes en tamaño y principalmente de forma irregular, que se incorporan de forma no intencionada en una mezcla de cemento durante la mezcla y la manipulación” (p.6).

Propiedades del concreto. Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas del cemento, agua y agregados, es por ello la importancia de usar un cemento adecuado, agua potable y agregados de calidad.

Resistencia. Portugal(2007), afirma que:

La resistencia a la compresión del concreto se rige principalmente por la resistencia e interacción de sus fases constituyentes: La resistencia de la pasta hidratada y endurecida, la resistencia de las partículas del agregado y la resistencia de la interfase matriz – agregado. (p. 210)

Durabilidad. SENCICO (2014), afirma que:

Es la capacidad, una vez endurecido, de mantener sus propiedades en el tiempo, aún en aquellas condiciones de exposición que normalmente podrían disminuir o hacerle perder su capacidad estructural. Por tanto, se define como concreto durable a aquel que puede resistir, en grado satisfactorio, los efectos de las condiciones de servicio a las cuales el concreto está sometido. (p.12)

Trabajabilidad. SENCICO, (2014) explica que “es la propiedad del concreto en estado fresco la cual determina su capacidad para ser mezclado, manipulado, transportado, colocado y consolidado adecuadamente, con mínimo de trabajo y máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación” (p.12).

2.3.3 Agregado reciclado

Son el producto resultante del tratamiento de residuos de construcción y demolición (RCD) y constituyen una alternativa al empleo de los agregados naturales. El material reciclado puede obtenerse de distintas maneras dependiendo el chancado que se utilice para producirlo.

Sánchez (2001) afirma que “es el resultado del tratamiento de residuos de construcción y demolición, como una alternativa de cambio para la sustitución de agregados naturales” (p. 252).

2.3.4 Relación agua/cemento

Castañeda et al. (2017) argumentan que:

La relación agua / cemento (a/c) es el valor característico más importante de la tecnología del hormigón. De ella dependen la resistencia y la durabilidad, así como los coeficientes de retracción y de fluencia. También determina la estructura interna de la pasta de cemento endurecida. (p. 26)

2.4 Definición de términos básicos

Diseño de mezcla. Según Muciño y Perla (2018):

El proceso de selección de los adecuados agregados para el concreto, determinando cantidades y requerimientos específicos de manejabilidad, resistencia y dureza. Actualmente se usa mezclas diseñadas para cuyas especificaciones existen valores límite respecto a un rango de propiedades que deben cumplirse. Estas son la relación máxima de agua/cemento, el contenido mínimo de cemento, la resistencia mínima, la manejabilidad mínima, el tamaño máximo del agregado y el contenido de aire dentro de los límites especificados.

Resistencia a la compresión. Según INDECOPI (2008) explica que “es el máximo esfuerzo que soporta un material bajo una presión o carga en aplastamiento la cual es determinada a ensayos de esfuerzos a compresión procedentes del diseño de mezcla” (p. 3).

Resistencia a la tracción. Según ASTM (2017) “La resistencia a la tracción por compresión diametral se utiliza en el diseño de miembros estructurales de hormigón ligero para evaluar la resistencia al corte proporcionado por el hormigón y para determinar la longitud de desarrollo de refuerzo” (p. 2)

Resistencia a la flexión. Según la NRMCA (2017):

Es una medida de resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces de espesor. (p. 1)

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis general

Al determinar los diseños de mezcla de hormigón con agregado reciclado se mejora las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas.

3.1.2 Hipótesis específicas

- a) Al analizar los porcentajes de agregado reciclado se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.
- b) Al analizar la relación agua / cemento se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

3.2 Variables

3.2.1 Variables independientes

Diseño de mezcla de concreto con agregado reciclado.

3.2.2 Variables dependientes

Propiedades físico mecánicas del concreto.

3.3 Sistema de variables

3.3.1 Definición conceptual

Las variables que usaremos son de tipo cuantitativa continua, debido a que guardan una estrecha relación entre sí; además los clasificaremos de la siguiente manera: variables independientes y variables dependientes.

3.3.2 Definición operacional

Variable dependiente: Propiedades físico mecánicas del concreto, cuando se encuentra en estado fresco se pueden identificar su asentamiento, temperatura, peso unitario y cuando se encuentra endurecido se pueden identificar su resistencia a la flexión, tracción y compresión.

Variable independiente: Diseño de mezcla de concreto con agregado reciclado, se define mediante la correcta proporción de agregado fino y grueso reciclado y la óptima relación agua /cemento.

3.3.3 Operacionalización de variables

Tabla N° 1

Operacionalización de la variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índices	Unidad de medida	Escala	Instrumento	Herramienta	Ítems
V.I Diseño de mezcla de concreto agregado reciclado	Combinación agua y agregado reciclado	Se seleccionó de los centros de residuos municipales	Porcentaje de agregado reciclado	Análisis granulométrico	kg	Cuantitativa continua	Formato de laboratorio	Norma E 060 ASTM 400.037 fichas técnicas	
					kg				
V. D Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado	Determinadas por las características físicas y químicas del cemento , agua y agregados , es por ello la importancia de usar un cemento adecuado	Después del fraguado el concreto empieza a ganar resistencia y se endurece	Relación agua / cemento	Relación agua / cemento	lts /bolsa	Cuantitativa continua	Formato de laboratorio	Norma E 060 ASTM 400.037 fichas técnicas	Indicado en los formatos
			Resistencia	Comprensión	kg/cm ²				
				Tracción	kg/cm ²				
				Flexión	kg/cm ²				
		Propiedades en estado fresco	Peso Unitario	kg/cm ³					

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Las bibliografías estudiadas han seguido la metodología empleada por Chavarry et al. (2020), reforzaron un hormigón mediante la incorporación de vidrio molido para controlar la contracción plástica. La investigación fue documental/bibliográfica en donde los estudios revisados utilizaron el método deductivo, enfoque cuantitativo y orientación aplicada, nivel descriptivo, tipo descriptivo, correlacional y explicativo. El diseño experimental, longitudinal, prospectivo y el estudio de cohorte (causa-efecto). Esta investigación es documental, bibliográfica, descriptiva: documental debido a que las investigaciones son de resultados de diversos autores para cada uno de los casos estudiados; bibliográfica porque se basa en un marco teórico técnico y descriptiva debido a que se describió cada proceso investigado.

4.1 Método de investigación

El método de investigación es **cuantitativo** puesto que presenta un enfoque cuantitativo, es decir recopila información concreta con datos estructurados y estadísticos en este caso el estudio entre la variable dependiente que son las propiedades mecánicas del concreto y la variable independiente que tiene relación directa con el grado de agregado reutilizable.

4.2 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo **descriptiva** debido a que explicara las características y propiedades del concreto con agregado fino y grueso reciclado.

4.3 Nivel de investigación

La siguiente investigación es de nivel **explicativa** debido a que se buscara determinar el porcentaje de agregado fino y grueso reciclado para el diseño de mezcla de concreto para ser utilizado en viviendas de Lima Metropolitana.

4.4 Diseño de investigación

La investigación es **descriptiva**, ya que los resultados mostrados son un conjunto de información que se adquirió de diversas fuentes, como revistas, investigaciones anteriores, de donde tomamos algunos de sus ensayos. Además, es **transversal** por que se analizara datos de variables recopiladas en un periodo determinado de tiempo sobre las propiedades del concreto reutilizable.

4.5 Población y muestra

4.5.1 Población

La población es tomada en base a las normas ASTM y NTP establecidas en cada uno de los países en donde el investigador hizo el estudio.

4.5.2 Muestra

La muestra está compuesta por las muestras de los 50 artículos investigados con ensayos a la resistencia a la compresión a la edad de 28 días para muestras diseñadas con agregado fino y grueso reciclado a distintos porcentajes como 0%, 20 %, 40%, 60 %, 80% y 100%.

Se ha considerado ensayos a la resistencia a la compresión en cada uno de los autores, con referencia a sus normas.

4.5.3 Unidad de análisis

De acuerdo a las normas:

- Diseño de mezclas usando el método American Concrete Institute (ACI).
- Ensayo de resistencia a la flexión ASTM C78.
- NTP 339.034: Muestras de ensayos normalizados para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto
- NTP 339.084: Muestra de ensayos normalizados para tracción simple en muestras cilíndricas.
- NTP 339.078: Método estándar para la resistencia a la flexión del concreto.

Se determina la unidad de análisis como probetas de concreto endurecido a la edad de 28 días de las siguientes formas geométricas.

- Probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro de 30 cm de altura (NTP 339.033 y NTP 339.084)
- Probetas prismáticas de 15 cm x 15 cm x 45 cm (NPT 339.033)

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1 Descripción de instrumentos

Se realizó un análisis documental con la información obtenida de los autores colocados en los antecedentes los cuales recolectaron datos mediante pruebas físicas en laboratorios.

4.6.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados son los formatos de ensayos para la resistencia a la compresión para una correcta recolección de datos.

4.6.3 Descripción de procedimiento y análisis

Se recolectó la información de los autores para los ensayos de compresión a los 28 días.

Para el procesamiento de los datos se utilizó el software Microsoft Office Excel 2016.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

Para la presentación y análisis de los resultados de investigación de la presente tesis que enfoca su investigación a la influencia del concreto reciclado como sustituto del agregado natural se eligió 7 artículos y 3 tesis de los 50 investigados.

5.1 Análisis e interpretación de los resultados

En la tesis de Velásquez analiza la cantidad de agregado grueso reciclado en porcentajes de 20%, 40%, 60%, 80% y 100% en reemplazo del agregado grueso natural evaluado a edades de 3, 7, 14 y 28 días. Que se presentan en las Tabla N° 2, Tabla N° 3, Tabla N° 4 y Tabla N° 5.

Tabla N° 2

Resultados de ensayos a la compresión a los 28 días (Velásquez)

Resistencia a la compresión (kg/cm²)						
Porcentaje de agregado reciclado(%)	0	20	40	60	80	100
f(1)	307.90	308.60	284.70	256.10	239.40	238.30
f(2)	276.80	296.40	284.10	224.40	232.90	243.30
f(3)	276.60	292.70	279.10	270.20	222.70	239.40

Nota: Adaptado de “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana”, de Velásquez, J. 2015.

Tabla N° 3

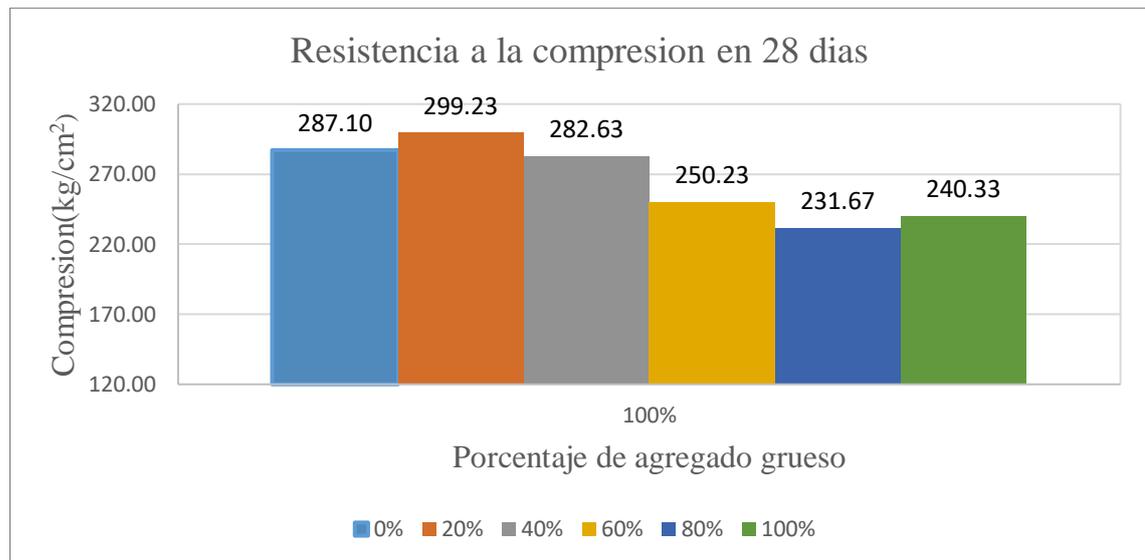
Resultados de ensayos a la compresión a los 28 días (Velásquez)

Resistencia a la compresión (kg/cm²)				
Porcentaje agregado reciclado(%)	f'(1)	f'(2)	f'(3)	Promedio
0	307.90	276.80	276.60	287.10
20	308.60	296.40	292.70	299.23
40	284.70	284.10	279.10	282.63
60	256.10	224.40	270.20	250.23
80	239.40	232.90	222.70	231.67
100	238.30	243.30	239.40	240.33

Nota: Adaptado de “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana”, de Velásquez, J. 2015.

En la Tabla N° 3 se muestran los datos de la resistencia a la compresión según el porcentaje de agregado reciclado para cada una de las 3 muestras ensayadas $f'(1)$, $f'(2)$ y $f'(3)$, los cuales se calcularon sus promedios por cada porcentaje agregado reciclado como se observa en la Figura N° 1.

Figura N° 1
Resistencia a la compresión en 28 días



Nota: Adaptado de “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana”, de Velásquez, J. 2015.

En la Figura N° 1 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima resistencia alcanzada es de 287.10 kg/cm² para una mezcla con 20% de agregado reciclado, conforme aumenta el porcentaje de agregado reciclado disminuye la resistencia a la compresión del concreto, encontrando la menor resistencia de 231.67 kg/cm² con un agregado reciclado al 80% dentro de la mezcla. Adicionalmente se muestra que para mezclas con porcentajes de agregado reciclado al 60%, 80% y 100% se obtienen resistencias semejantes e inferiores a la mezcla sin agregado reciclado.

El autor Barrera et al. (2020), realiza la dosificación para elaborar concreto empleando 50%, 75% y 100 % de agregado de concreto reciclado en reemplazo del agregado grueso natural con cemento Portland Tipo I y sus respectivas resistencias a la compresión evaluadas a los 28 das. La cual presentamos en la Tabla N° 4.

Tabla N° 4

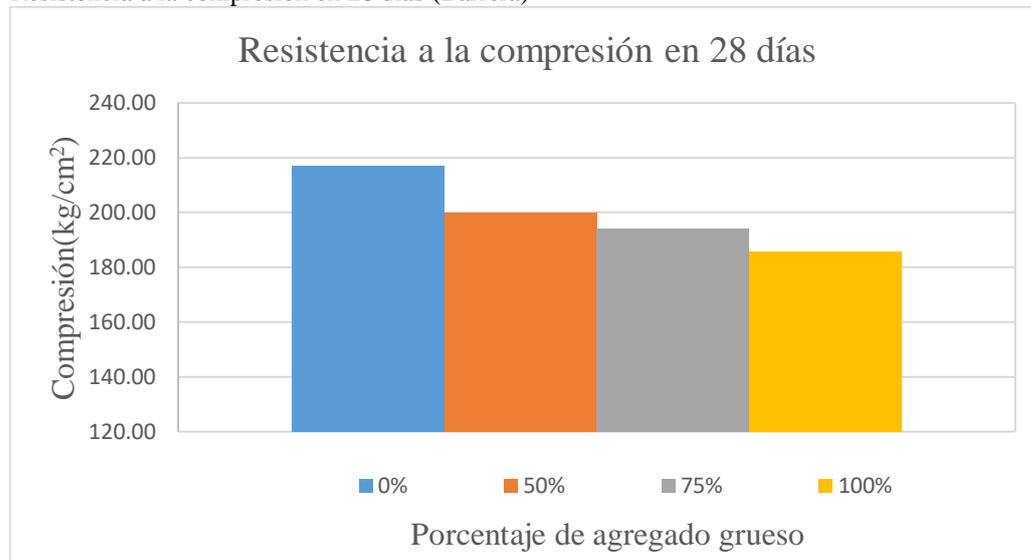
Resultados de los ensayos de resistencia a la compresión promedio de las probetas de concreto (Barrera)

Resistencia a la compresión promedio del concreto $f'c$ (kg/cm ²)	
Porcentaje de agregado reciclado(%)	28 días
0	217.11
50	200.18
75	194.28
100	185.77

Nota: Adaptado de “Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado sobre el ambiente y la construcción, de Barrera et al.,2020.

Figura N° 2

Resistencia a la compresión en 28 días (Barrera)



Nota: Adaptado de “Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado sobre el ambiente y la construcción, de Barrera et al.,2020.

En la Figura N° 2 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima resistencia alcanzada es de 217.11 kg/cm² para una mezcla con 0% de agregado reciclado, es decir, una mezcla con agregados naturales. Se puede distinguir que al aumentar el porcentaje de agregado reciclado disminuye la resistencia a la compresión del concreto,

generando una curva con tendencia lineal. Por ello se encuentra que la menor resistencia es de 185.77 kg/cm² con un agregado reciclado al 100 % dentro de la mezcla.

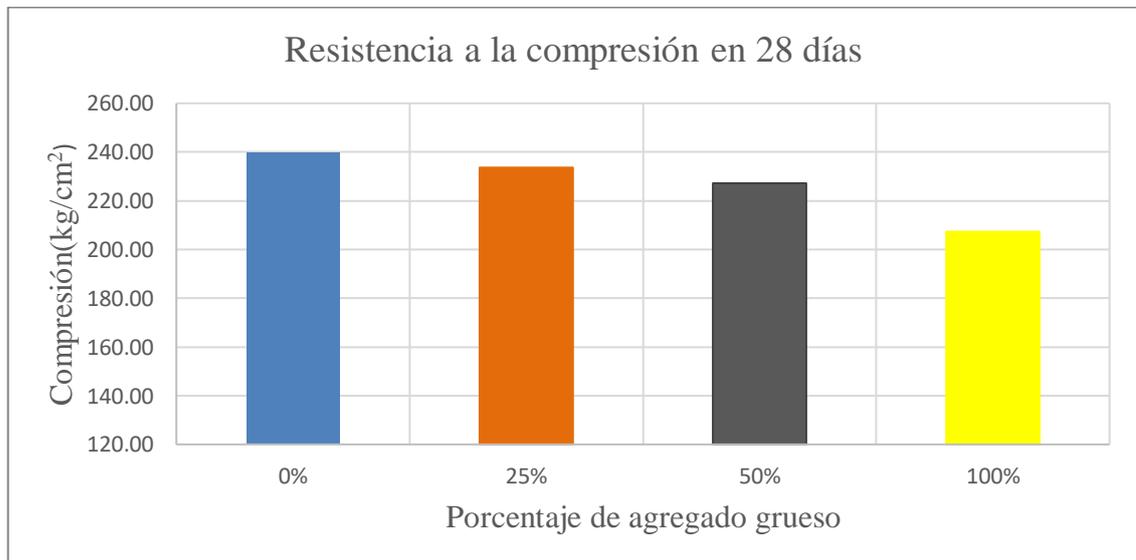
Los investigadores Bedoya y Dzul (2015) en su artículo muestran la resistencia al esfuerzo de compresión a las edades de 3, 7, 14, 28,56 y 91 días con muestras de diferentes porcentajes de agregado reciclado en reemplazo del agregado natural estos porcentajes son al 0%, 25%, 75% y 100%. En la Tabla N° 5 se muestran las resistencias a compresión para la edad de 28 días.

Tabla N° 5
Resistencia a la compresión del concreto f_c (kg/cm²) (Bedoya y Dzul)

Resistencia a la compresión promedio del concreto f _c (kg/cm ²)	
Porcentaje de agregado reciclado(%)	28 días
0	239.74
50	233.62
75	227.19
100	207.31

Nota: Adaptado de “Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado sobre el ambiente y la construcción, de Bedoya,C y Dzul,L,2015.

Figura N° 3
Resistencia a la compresión en 28 días (Bedoya y Azul)



Nota: Adaptado de “Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado sobre el ambiente y la construcción, de Bedoya,C y Dzul,L,2015.

En la Figura N° 3 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima

resistencia alcanzada es de 239.74 kg/cm² para una mezcla con 0% de agregado reciclado, es decir, una mezcla con agregados naturales. Adicionalmente, podemos distinguir que al aumentar el porcentaje de agregado reciclado disminuye la resistencia a la compresión del concreto, generando una curva con tendencia lineal. Por ello se encuentra que la menor resistencia es de 207.31 kg/cm² con un agregado reciclado al 100 % dentro de la mezcla.

En la investigación publicada por Gutiérrez y Olivos (2018), se analiza el diseño de la mezcla de concreto con porcentajes de agregado reciclado de 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y al 100 % para edades de 3, 7, 28 y 56 días. En la Tabla N° 6 y Tabla N° 7 se muestra los porcentajes de agregado reciclado mencionados anteriormente evaluados a la edad de 28 días además se utiliza 3 ensayos por cada porcentaje de agregado reciclado obteniendo su resistencia a la compresión para cada uno respectivamente.

Tabla N° 6

Resistencia a la compresión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)

Resistencia a la compresión (kg/cm²)						
Porcentaje de agregado reciclado(%)	0	20	40	60	80	100
f(1)	379.90	382.50	449.80	438.90	379.20	405.60
f(2)	361.00	380.30	449.60	449.00	421.40	392.90
f(3)	354.60	458.80	458.80	415.30	407.60	409.50

Nota: Adaptado de “Diseño de mezcla usando hormigon reciclado y su influencia en las propiedades del concreto reciclado”, de Gutierrez,K. y Olivos,A.,2018.

Tabla N° 7

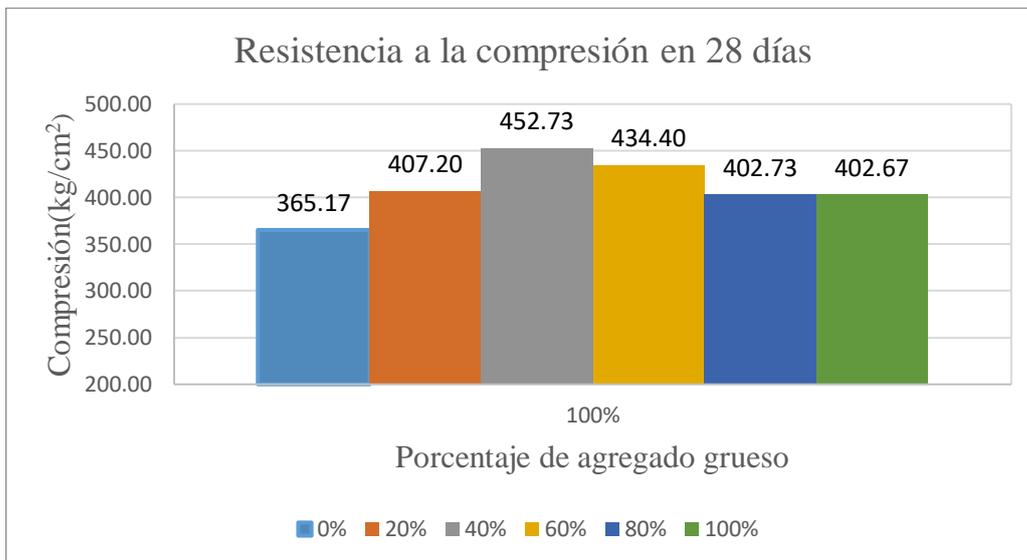
Resistencia a la compresión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)

Resistencia a la compresión (kg/cm²)				
Porcentaje reciclado(%)	f'(1)	f'(2)	f'(3)	Promedio
0	379.90	361.00	354.60	365.17
20	382.50	380.30	458.80	407.20
40	449.80	449.60	458.80	452.73
60	438.90	449.00	415.30	434.40
80	379.20	421.40	407.60	402.73
100	405.60	392.90	409.50	402.67

Nota: Adaptado de “Diseño de mezcla usando hormigon reciclado y su influencia en las propiedades del concreto reciclado”, de Gutierrez,K. y Olivos,A.,2018.

En la Tabla N° 7 se muestran los datos de la resistencia a la compresión según el porcentaje de agregado reciclado para cada una de las 3 muestras ensayadas $f'(1)$, $f'(2)$ y $f'(3)$, los cuales se calcularon sus promedios por cada porcentaje agregado reciclado como se observa en la Figura N° 4.

Figura N° 4
Resistencia a la compresión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)



Nota: Adaptado de “Diseño de mezcla usando hormigon reciclado y su influencia en las propiedades del concreto reciclado”, de Gutierrez,K. y Olivos,A.,2018.

En la Figura N° 4 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima resistencia alcanzada es de 452.73 kg/cm² para una mezcla con 40% de agregado reciclado, para porcentajes de agregado reciclado mayores la resistencia a la compresión del concreto tiende a disminuir, encontrando la menor resistencia de 402.67 kg/cm² con un agregado reciclado al 80% dentro de la mezcla. Adicionalmente, se muestra que para mezclas con porcentajes de agregado reciclado al 80% y 100% se obtienen resistencias semejantes e inferiores a la mezcla sin agregado reciclado.

Tabla N° 8

Resistencia a la tracción en 28 días (Gutiérrez y Olivos)

Resistencia a la tracción (kg/cm²)				
Porcentaje reciclado(%)	f'(1)	f'(2)	f'(3)	Promedio
0	26.40	26.40	30.60	27.80
20	49.80	49.80	50.10	49.90
40	61.80	52.69	64.30	59.60
60	55.70	52.80	59.70	56.07
80	67.20	41.70	58.50	55.80
100	63.90	56.20	42.35	54.15

Nota: Adaptado de “Diseño de mezcla usando hormigon reciclado y su influencia en las propiedades del concreto reciclado”, de Gutierrez,K. y Olivos,A.,2018.

Tabla N° 9

Resistencia a la flexión en 28 días (Gutiérrez y Olivos)

Porcentaje reciclado(%)	f'(1)	f'(2)	Promedio
0	48.54	46.70	27.80
20	56.95	71.42	49.90
40	56.77	65.60	59.60
60	61.97	47.17	56.07
80	48.06	66.53	55.80
100	51.06	72.02	54.15

Nota: Adaptado de “Diseño de mezcla usando hormigon reciclado y su influencia en las propiedades del concreto reciclado”, de Gutierrez,K. y Olivos,A.,2018.

En el artículo de Hussien et al. (2018) se elaboran muestras de concreto con agregado reciclado en porcentajes de 0%, 50% y 100% y se evalúan sus resistencias a la compresión para la edad de 7 y 28 días.

Tabla N° 10

Resistencia a la compresión promedio del concreto en 28 días (Hussien)

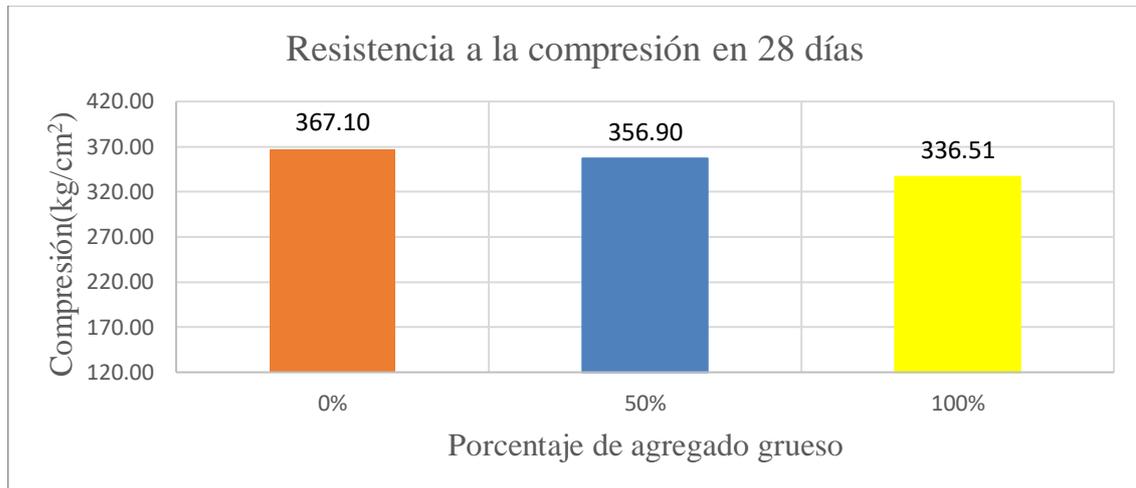
Resistencia a la compresión promedio del concreto $f'c$ (kg/cm ²)	
Porcentaje de agregado reciclado(%)	28 días
0	367.10
50	356.90
100	336.51

Nota: Adaptado de “The influence of recycled concrete aggregate on the properties of concrete”, de Hussien et al.,2018.

En la Tabla N° 10 se muestra la resistencia a la compresión a la edad de 28 días y para los porcentajes reciclados de 0%, 50% y 100%.

Figura N° 5

Resistencia a la compresión en 28 días (Hussien)



Nota: Adaptado de “The influence of recycled concrete aggregate on the properties of concrete”, de Hussien et al.,2018.

En la Figura N° 5 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima resistencia alcanzada es de 367.10 kg/cm² para una mezcla con 0% de agregado reciclado, es decir, mezcla con agregado natural. Adicionalmente, se puede observar que al aumentar el porcentaje de agregado reciclado en la mezcla disminuye la resistencia a la compresión de manera parecida a un proporción directa, encontrando la menor resistencia de 336.51 kg/cm² con un agregado reciclado al 100 % dentro de la mezcla. Por último, se muestra que para la muestra con agregados naturales la resistencia a la compresión es mayor a las resistencias de las muestras con porcentajes de agregados reciclados de 50 % y 100 % pero no se encuentra una diferencia significativa.

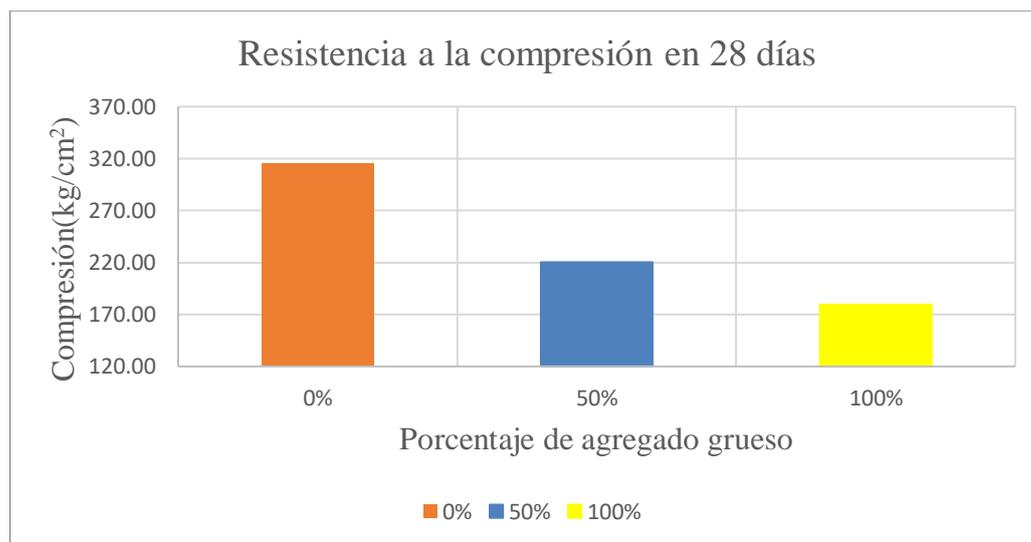
En el artículo de Hasan et al. (2018) se elaboran muestras de concreto con agregado reciclado en porcentajes de 0%, 50% y 100% y se evalúan sus resistencias a la compresión para la edad de 28 días, como se muestra en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11
Resistencia a la compresión (Hasan)

Resistencia a la compresión promedio del concreto $f'c$ (kg/cm ²)	
Porcentaje de agregado reciclado(%)	28 días
0	315.09
50	220.26
100	179.47

Nota: Adaptado de “Compressive strength improvement for recycled concrete aggregate”, de Hassan et al.,2018.

Figura N° 6
Resistencia a la compresión en 28 días (Hasan)



Nota: Adaptado de “Compressive strength improvement for recycled concrete aggregate”, de Hassan et al.,2018.

En la Figura N° 6 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima resistencia alcanzada es de 315.09 kg/cm² para una mezcla con 0% de agregado reciclado, es decir, mezcla con agregado natural. Adicionalmente, se muestra que al aumentar el porcentaje de agregado reciclado en la mezcla disminuye la resistencia a la compresión de manera semejante a una proporción directa, encontrando la menor resistencia de 179.47 kg/cm² con un agregado reciclado al 100 % dentro de la mezcla. Por último, se muestra que para la muestra con agregados naturales la resistencia a la compresión es mayor a las

resistencias de las muestras con porcentajes de agregados reciclados de 50% y 100 % , las diferencias de resistencias es notoria.

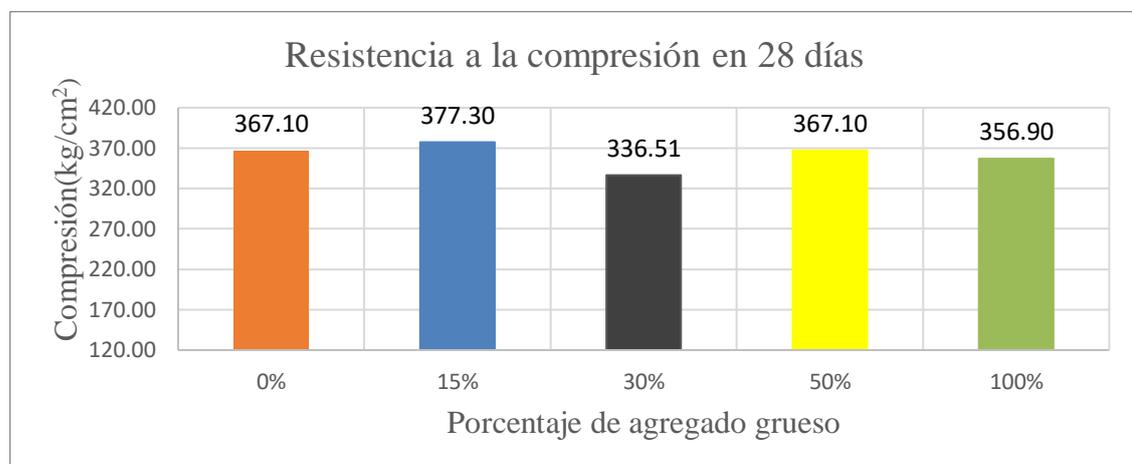
En el artículo de Suvash et al. (2017) se elaboran muestras de concreto con agregado reciclado en porcentajes de 0%, 15%, 30%, 50% y 100% y se evalúan sus resistencias a la compresión para la edad de 28 días, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla N° 12
Resistencia a la compresión en 28 días (Suvash)

Resistencia a la compresión promedio del concreto $f'c$ (kg/cm ²)	
Porcentaje de agregado reciclado(%)	28 días
0	367.10
15	377.30
30	336.51
50	367.10
100	356.90

Nota: Adaptado de “Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete”, de Suvash et al.,2017.

Figura N° 7
Resistencia a la compresión a los 28 días (Suvash)



Nota: Adaptado de “Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete”, de Suvash et al.,2017.

En la Figura N° 7 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima resistencia alcanzada es de 377.30 kg/cm² para una mezcla con 15% de agregado reciclado y la resistencia mínima es de 336.51 kg/cm². Adicionalmente, podemos resaltar

que las resistencias no varían significativamente con respecto a la mezcla con agregado natural.

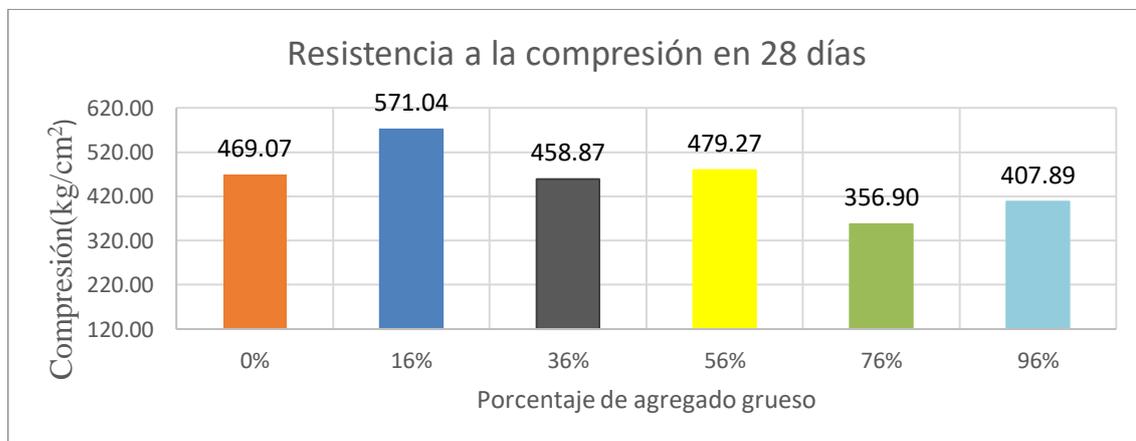
En el artículo de Adams et al. (2017) se elaboran muestras de concreto con agregado reciclado en rangos de porcentajes de 0%, 1% a 26%, 31% a 60%, 61% a 90 y a 100% y se evalúan sus resistencias a la compresión para la edad de 28 días, como se muestra en la Tabla N° 13.

Tabla N° 13
Resistencia a la compresión a los 28 días (Adams)

Ensayo a compresión	
Porcentaje de agregado reciclado(%)	Resistencia a la compresión(kg/cm ²)
0	469.07
1-20	571.04
21-40	458.87
41-60	479.27
61-80	356.90
81-100	407.89

Nota: Adaptado de “Development and statistical database analysis of hardened concrete properties made with recycled concrete aggregates”, de Adams et al.,2015.

Figura N° 8
Resistencia a la compresión a los 28 días (Adams)



Nota: Adaptado de “Development and statistical database analysis of hardened concrete properties made with recycled concrete aggregates”, de Adams et al.,2015

En la Figura N° 8 se grafica las resistencias a la compresión en 28 días según el porcentaje de agregado reciclado utilizado en la mezcla. Además, se observa que la máxima resistencia alcanzada es de 571.04 kg/cm² para una mezcla entre 1- 20 % de agregado reciclado. La menor resistencia es de 356.90 kg/cm² con un agregado reciclado al 61-80 % dentro de la mezcla. Adicionalmente, en la Figura N° 8 no se encuentra una tendencia

clara de aumento o disminución de resistencia a la compresión según el porcentaje de agregado grueso debido a que disminuye y aumentan las resistencias intercalando los intervalos de agregado reciclado.

Tabla N° 14

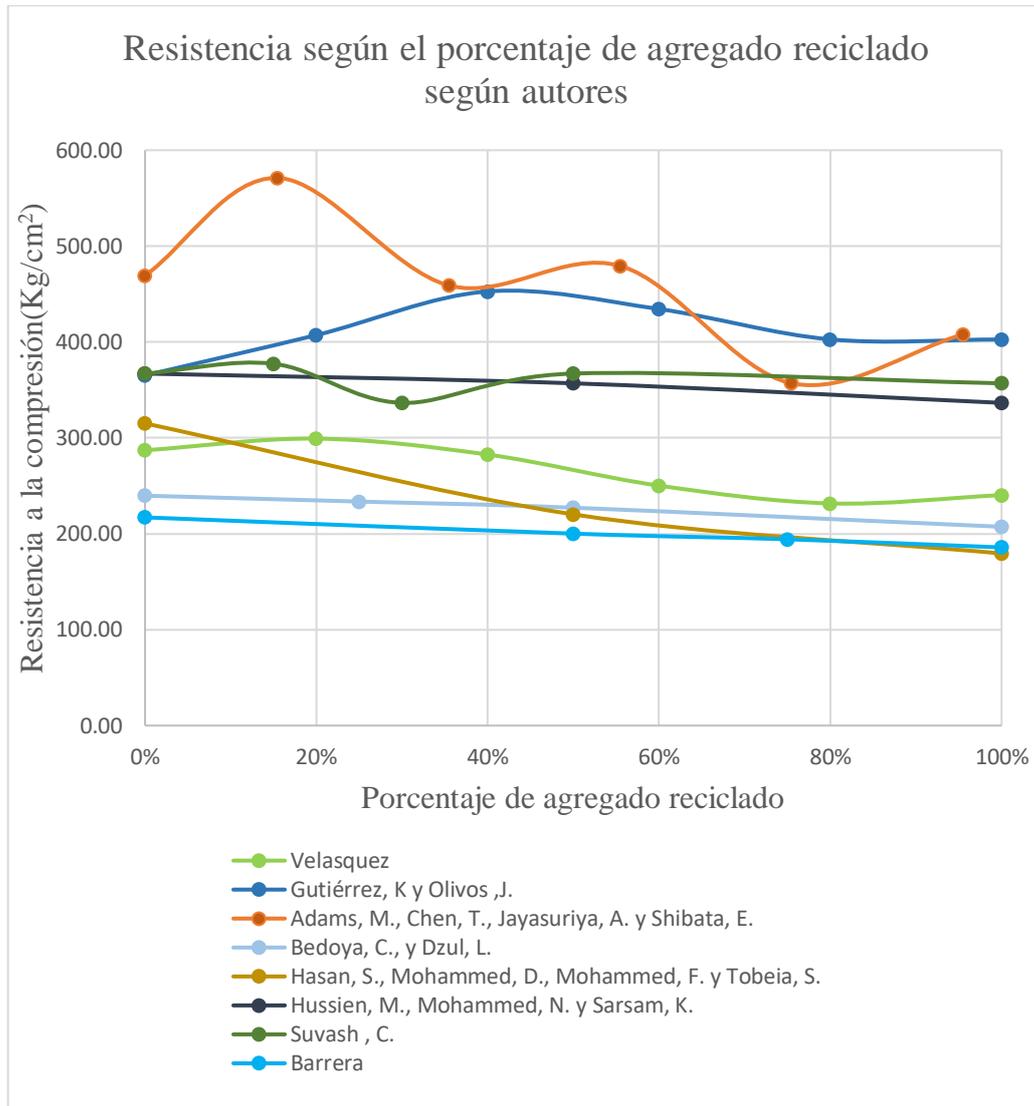
Resistencia según el porcentaje de agregado reciclado según autor

Autores	Porcentaje de agregado reciclado(%)	Resistencia a la compresión (kg/cm²)
	0	287.10
	20	299.23
Velásquez	40	282.63
	60	250.23
	80	231.67
	100	240.33
	0	217.11
Barrera	50	200.18
	75	194.28
	100	185.77
	0	239.74
Bedoya, C., y Dzul, L.	25	233.62
	50	227.19
	100	207.31
	0	315.09
Hasan, S., Mohammed, D., Mohammed, F. y Tobeia, S.	50	220.26
	100	179.47
	0	365.17
	20	407.20
Gutiérrez ,K. y Olivos, J.	40	452.73
	60	434.40
	80	402.73
	100	402.67

	0	367.10
Hussien, M., Mohammed, N. y Sarsam, K.	50	356.90
	100	336.51
	0	367.10
	15	377.30
Suvash , C.	30	336.51
	50	367.10
	100	356.90
	0	469.07
	1-20	571.04
Adams, M., Chen, T., Jayasuriya, A. y Shibata, E.	21-40	458.87
	41-60	479.27
	61-80	356.90
	81-100	407.89

Nota: Elaboración propia

Figura N° 9
Resistencia según el porcentaje de agregado reciclado según autor



Nota: Elaboración propia.

En la Figura N° 9 se observa que para la resistencia a la compresión para las mezclas conformadas por agregados reciclados naturales fueron mayores con respecto a las mezclas elaboradas con agregado reciclado en todas las investigaciones realizadas por los diferentes autores. Además, los autores Hussien et al., Bedoya y Dzul y Barrera, los resultados de la compresión con respecto al porcentajes de agregado reciclado tiene una relación lineal, es decir, A medida que aumente el porcentaje de agregado reciclado dentro de la mezcla disminuye la resistencia a la compresión de manera proporcional.

En la tesis de Velásquez analiza la cantidad de agregado grueso reciclado en porcentajes de 20%, 40%, 60%, 80% y 100% en reemplazo del agregado grueso natural evaluado a edades de 3, 7, 14 y 28 días. Además, todas las mezclas de concreto se diseñaron con relación agua / cemento constante de 0.58.

Tabla N° 15

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Velásquez)

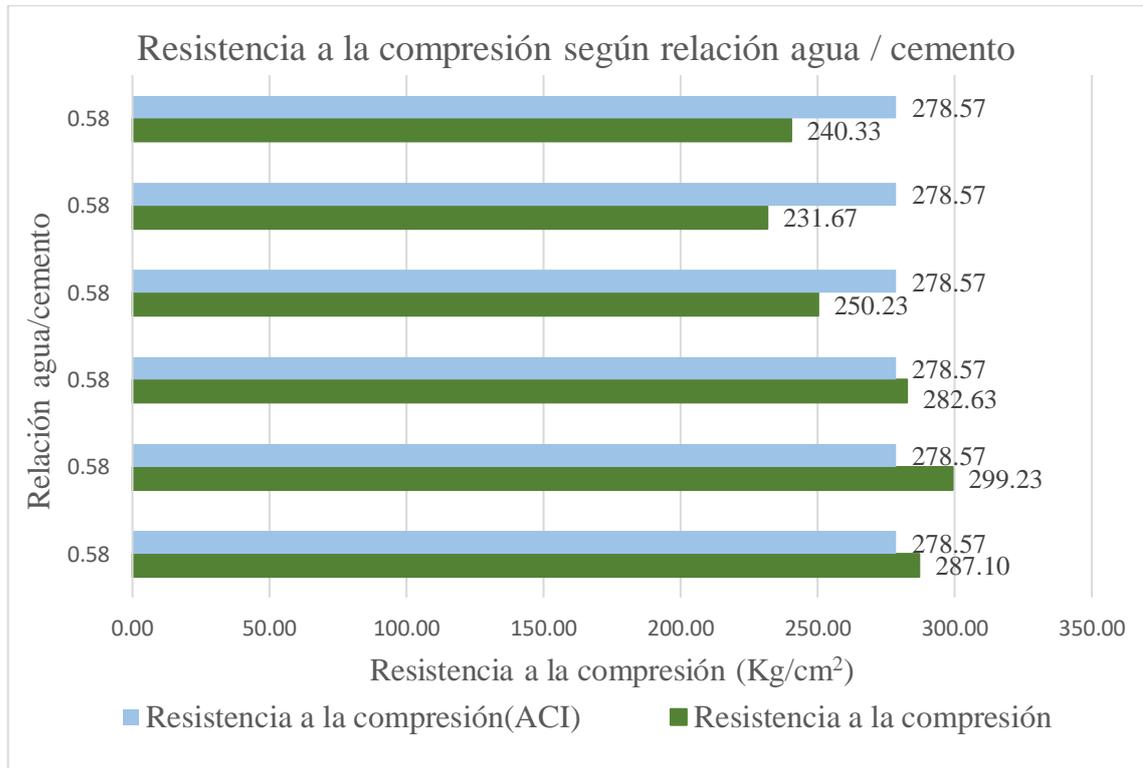
Autor	Porcentaje de agregado reciclado(%)	Relación agua / cemento	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (ACI) (kg/cm²)
	0	0.58	287.10	278.57
	20	0.58	299.23	278.57
Velásquez	40	0.58	282.63	278.57
	60	0.58	250.23	278.57
	80	0.58	231.67	278.57
	100	0.58	240.33	278.57

Nota: Adaptado de “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana”, de Velásquez, L. 2015.

En la Tabla N° 15 se organizan los datos obtenidos de la relación agua/cemento, resistencia a la compresión obtenida y la del ACI.

Figura N° 10

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Velásquez)



Nota: Adaptado de “Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana”, de Velásquez, L. 2015.

En la Figura N° 10 se muestra las resistencias a la compresión obtenidas en el ensayo y las resistencias recomendadas por el ACI según la relación de agua/cemento trabajada de 0.58. Además, se muestra que con el 40% de agregado reciclado dentro de la mezcla se obtiene el valor más semejante al requerido por el ACI y que para valores mayores a este porcentaje las resistencias son inferiores a las que requiere el ACI.

Tabla N° 16

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Jaskowska)

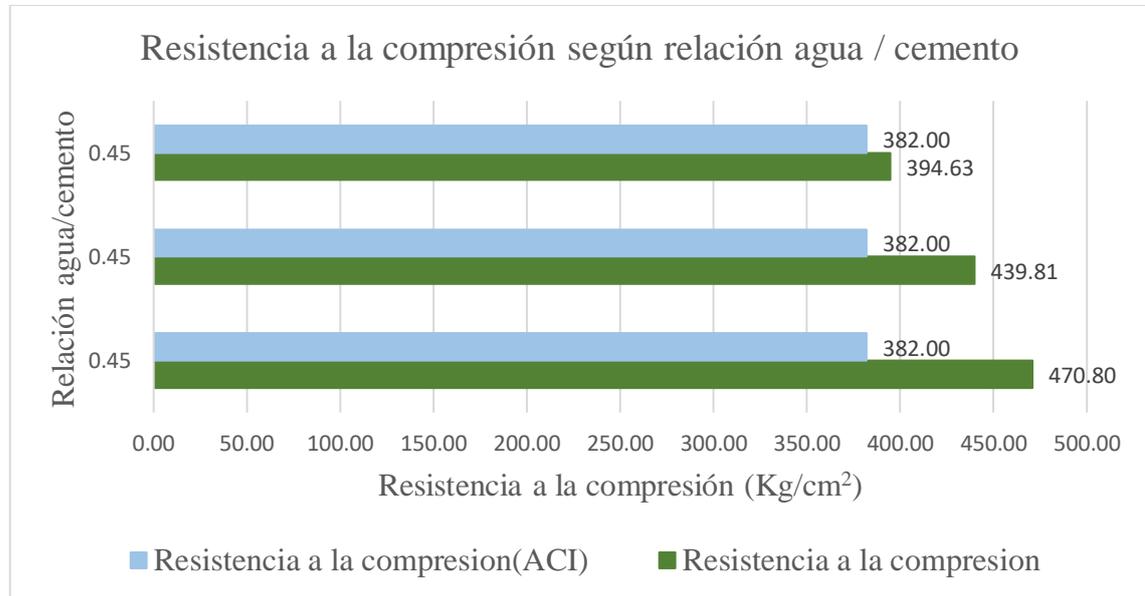
Autor	Porcentaje de agregado reciclado(%)	Relación agua / cemento	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión (ACI) (kg/cm ²)
	0	0.45	470.80	382.00
Jaskowska, L.	25	0.45	439.81	382.00
	50	0.45	394.63	382.00

Nota: Adaptado de “Impurities of recycled concrete aggregate-types, origin and influence on the concrete strength parameters”, de Jaskowska, L, 2019.

En la Tabla N° 16 se organizan los datos obtenidos de la relación agua/cemento, resistencia a la compresión obtenida y la del ACI.

Figura N° 11

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Jaskowska)



Nota: Adaptado de “Impurities of recycled concrete aggregate-types, origin and influence on the concrete strength parameters”, de Jaskowska, L, 2019.

En la Figura N° 11 se muestra las resistencias a la compresión obtenidas en el ensayo y las resistencias recomendadas por el ACI según la relación de agua/cemento trabajada de 0.45. Además, se muestra que con el 50% de agregado reciclado dentro de la mezcla se obtiene el valor más semejante al requerido por el ACI y que para valores menores a este porcentaje las resistencias son superiores a las que requiere el ACI.

Tabla N° 17

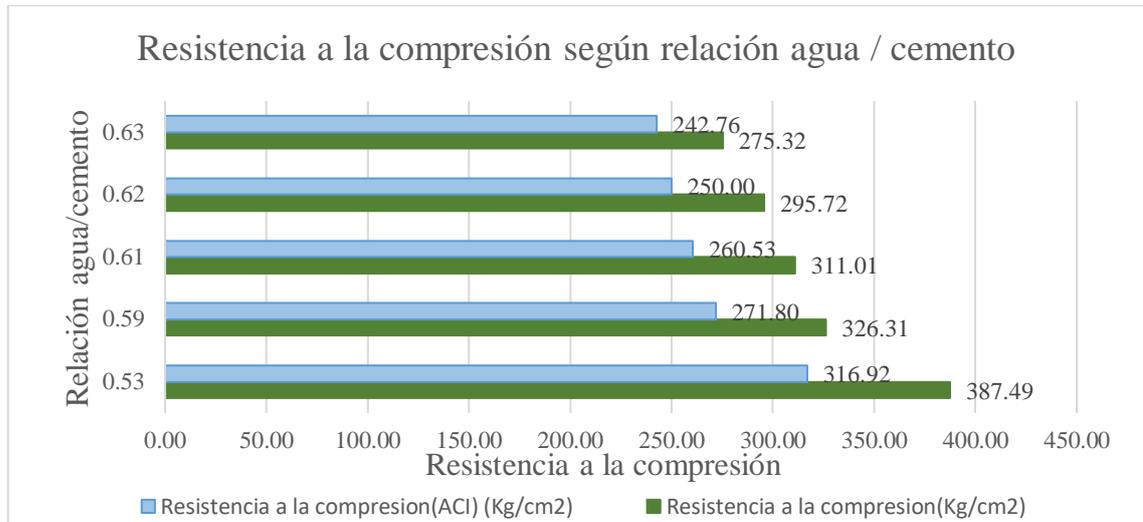
Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Aoudjane)

Autor	Porcentaje de agregado reciclado(%)	Relación agua / cemento	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión (ACI) (kg/cm ²)
Aoudjane, K., Falek, K., Kadri, E., y Kaoua, F.	0	0.53	387.49	316.92
	25	0.59	326.31	271.80
	50	0.61	311.01	260.53
	75	0.62	295.72	250.00
	100	0.63	275.32	242.76

Nota: Adaptado de “Influence of recycled aggregates on the mechanical and tribological behavior of concrete”, de Aoudjane et al., 2017.

Figura N° 12

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Aoudjane)



Nota: Adaptado de “Influence of recycled aggregates on the mechanical and tribological behavior of concrete”, de Aoudjane et al., 2017.

En la Figura N° 12 se muestra las resistencias a la compresión obtenidas en el ensayo y las resistencias recomendadas por el ACI según las relaciones de agua/cemento trabajadas de 0.53, 0.59, 0.61, 0.62 y 0.63. Además, se muestra que para todos los porcentajes ensayados de agregado reciclado se obtienen resistencias mayores a las sugeridas por el ACI.

Tabla N° 18

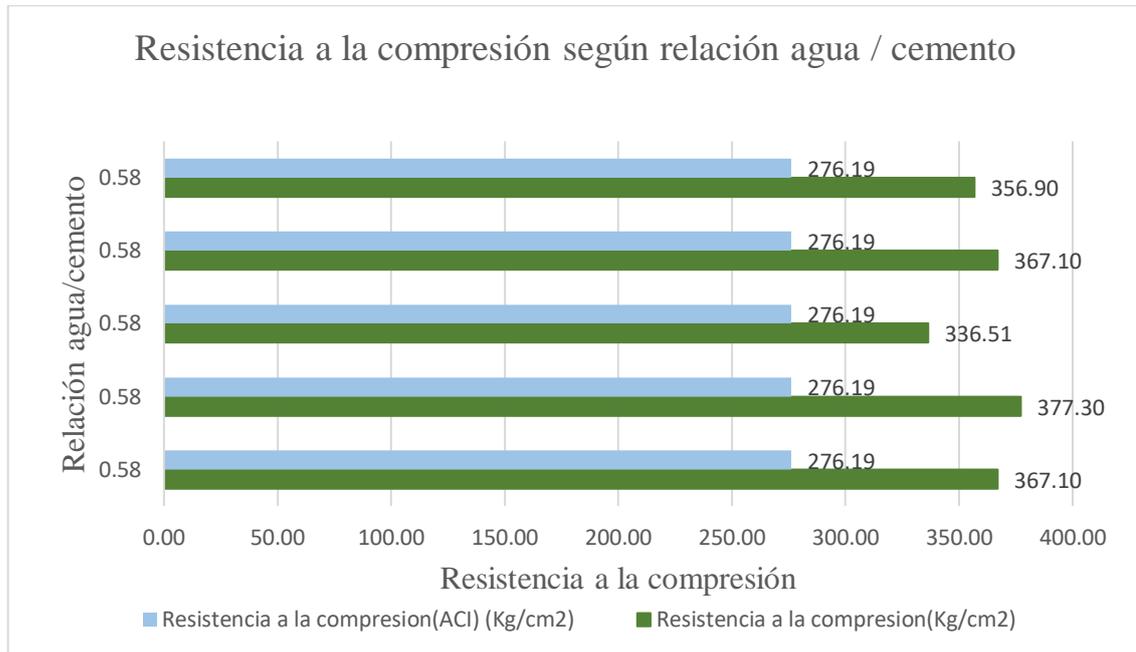
Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Suvash)

Autor	Porcentaje de agregado reciclado(%)	Relación agua / cemento	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión (ACI) (kg/cm ²)
	0	0.58	367.10	276.19
	15	0.58	377.30	276.19
Suvash , C	30	0.58	336.51	276.19
	50	0.58	367.10	276.19
	100	0.58	356.90	276.19

Nota: Adaptado de “Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete”, de Suvash, C, 2017.

Figura N° 13

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Suvash)



Nota: Adaptado de “Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete”, de Suvash, 2017.

En la Figura N° 13 se muestra las resistencias a la compresión obtenidas en el ensayo y las resistencias recomendadas por el ACI según la relación de agua/cemento trabajada de 0.58. Además, se muestra que para todos los porcentajes de agregado reciclado se obtienen resistencias mayores a la solicitada por el ACI con gran diferencia significativa.

Los investigadores Bedoya y Azul (2015) en su artículo muestran la resistencia al esfuerzo de compresión a las edades de 3. 7. 14. 28. 56 y 91 días con muestras de diferentes porcentajes de agregado reciclado en reemplazo del agregado natural estos porcentajes son al 0%, 25%, 75% y 100%. En la Tabla N° 19 se muestran las resistencias a compresión para la edad de 28 días.

Tabla N° 19

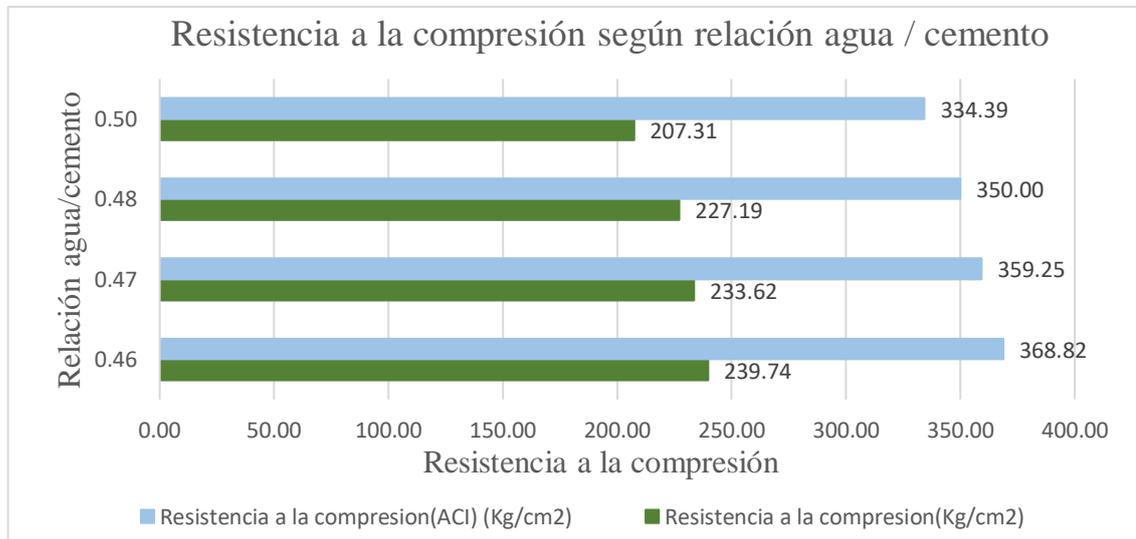
Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Bedoya y Dzul)

Autor	Porcentaje de agregado reciclado(%)	Relación agua / cemento	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la compresión (ACI) (kg/cm ²)
	0	0.46	239.74	368.82
Bedoya, C., y Dzul, L.	25	0.47	233.62	359.25
	50	0.48	227.19	350.00
	100	0.50	207.31	334.39

Nota: Adaptado de “Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado sobre el ambiente y la construcción”, de Bedoya,C y Dzul,L,2015.

Figura N° 14

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Bedoya y Dzul)



Nota: Adaptado de “Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado sobre el ambiente y la construcción”, de Bedoya, C y Dzul, L,2015.

En la Figura N° 14 se muestra las resistencias a la compresión obtenidas en el ensayo y las resistencias recomendadas por el ACI según las relaciones de agua/cemento trabajadas de 0.46, 0.47, 0.48, 0.47 y 0.50. Además, se observa que para todos los porcentajes ensayados de agregado reciclado se obtienen resistencias menores a las que indica el ACI.

Tabla N° 20

Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Comparación)

Autores	Porcentaje de agregado reciclado(%)	Relación agua / cemento	Resistencia a la compresión (kg/cm²)	Resistencia a la compresión (kg/cm²) (ACI)
	0	0.58	287.10	278.57
	20	0.58	299.23	278.57
Velásquez	40	0.58	282.63	278.57
	60	0.58	250.23	278.57
	80	0.58	231.67	278.57
	100	0.58	240.33	278.57
	0	0.45	470.80	382.00
Jaskowska, L.	50	0.45	439.81	382.00
	100	0.45	394.63	382.00
	0	0.53	387.49	316.92
	25	0.59	326.31	271.80
Aoudjane, K., Falek, K., Kadri, E., y Kaoua, F.	50	0.61	311.01	260.53
	75	0.62	295.72	250.00
	100	0.63	275.32	242.76
	0	0.58	367.10	278.57
	15	0.58	377.30	278.57
Suvash , C.	30	0.58	336.51	278.57
	50	0.58	367.10	278.57
	100	0.58	356.90	278.57
	0	0.46	239.74	368.82
	25	0.47	233.62	359.25
Bedoya, C., y Dzul, L.	50	0.48	227.19	350.00
	100	0.50	207.31	334.39

Nota: Elaboración Propia.

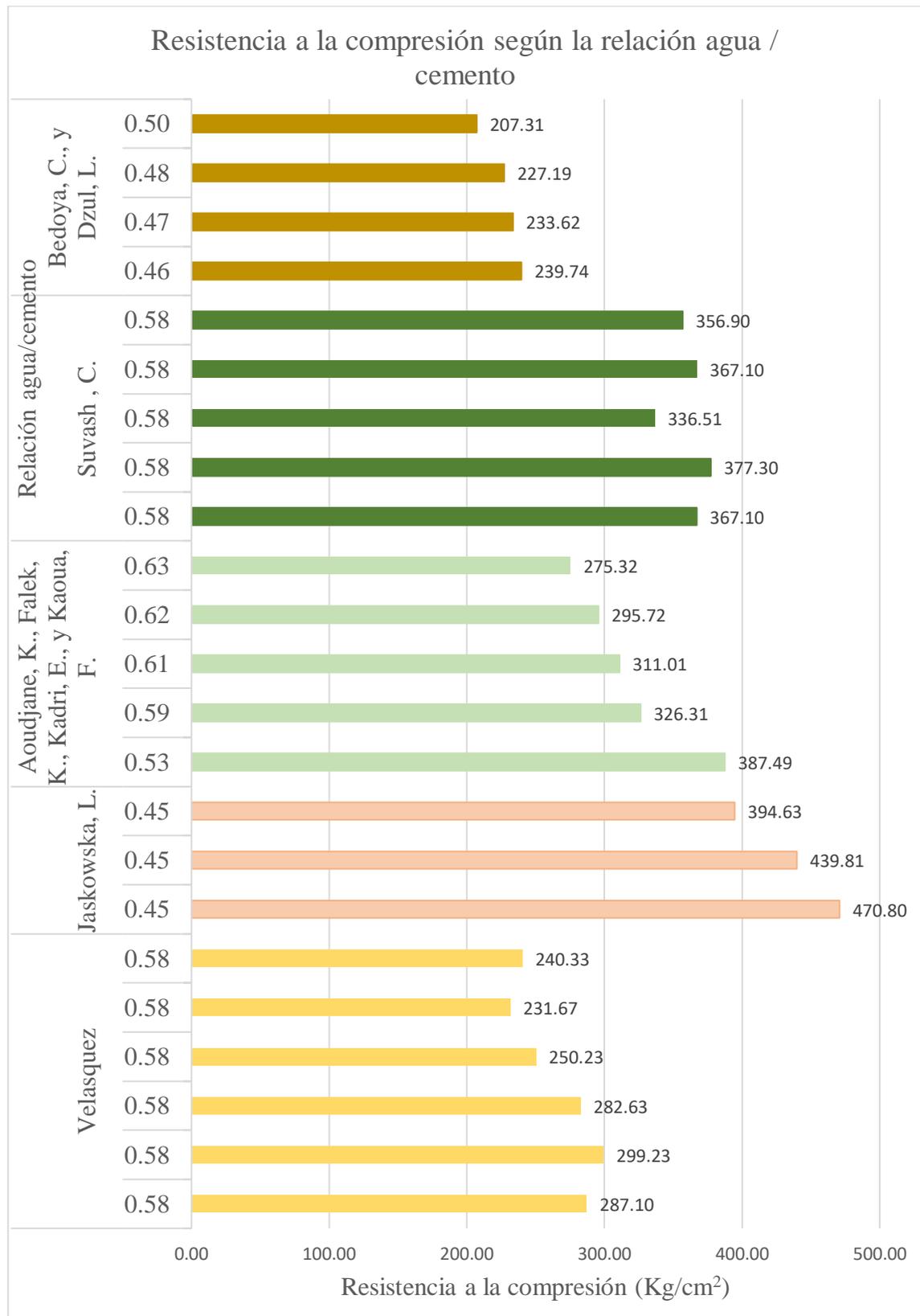
Figura N° 15
Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Comparación)



Nota: Elaboración Propia.

En la Figura N° 15 se observa la comparación de las resistencias obtenidas y las resistencias solicitadas por el ACI según todos los autores analizados. Las resistencias obtenidas por Gutiérrez y Olivos son los más semejantes a las requeridas por el ACI. En el artículo de Bedoya Y Dzul, se encuentran las resistencias que son inferiores a las solicitadas por el ACI.

Figura N° 16
Resistencia a la compresión según relación agua/cemento (Comparación)



Nota: Elaboración Propia.

5.2 Contratación de resultados

5.2.1 Contratación de la primera hipótesis

HIPOTESIS 1: Al analizar los porcentajes de agregado reciclado se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

Hipótesis auxiliar

H0: Al analizar los porcentajes de agregado reciclado no se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

H1: Al analizar los porcentajes de agregado reciclado se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

Observación

Según Velásquez (2015), la resistencia a la compresión a los 28 días para mezclas de 20% de agregado reciclado el concreto alcanza su mayor resistencia a 299.23 kg/cm², para valores de 40% hasta al 100% la resistencia disminuye y son menores a la del concreto patrón 240.323 kg/cm², siendo la mínima al 80% con resistencia de 231.67%.

Según Gutiérrez y Olivos (2018) la resistencia a la compresión a los 28 días para mezclas del 0% al 100% de agregado reciclado es mayor a la resistencia del concreto patrón, siendo la máxima alcanzada de 452.73 kg/cm² al 40%, la mínima 402.67 kg/cm² al 100 % y la del concreto patrón 365.17 kg/cm².

Según Suvash et al. (2017) la resistencia a la compresión a los 28 días para mezclas de 15% de agregado reciclado el concreto alcanza su mayor resistencia a 377.30 kg/cm², para los valores de 30%, 50% y 100% la resistencia disminuye y son menores a la del concreto patrón 367.10 kg/cm², siendo la mínima al 30% con resistencia de 336.51 kg/cm².

Según Adams et al. (2017) la resistencia a la compresión a los 28 días para mezclas de 1% a 20% de agregado reciclado el concreto alcanza su mayor resistencia a 517.04 kg/cm², para los valores de 21% a 40%, 61% a 80% y 81% a 100% la resistencia disminuye y son menores a la del concreto patrón 469.07 kg/cm², siendo la mínima de 61% a 80% con resistencia de 356.90 kg/cm².

Se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1) ya que, como se muestra en la Tabla N° 12 y Figura N° 7 el uso de agregado reciclado como sustituto del agregado natural al 20% mejora la resistencia del concreto patrón.

5.2.2 Contratación de la segunda hipótesis

HIPOTESIS 2: Al analizar la relación agua/cemento se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

Hipótesis auxiliar

H_0 : Al analizar la relación agua/cemento no se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

H_1 : Al analizar la relación agua/cemento se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.

Observación

Según Velásquez (2015) al utilizar la relación agua/cemento de 0.58 para todos los diseños de mezcla, la resistencia de diseño según el ACI es 278.57 kg/cm^2 , los porcentajes de agregados reciclado que superan esta resistencia son para el 0%, 20% y 40% con 287.10 kg/cm^2 , 299.23 kg/cm^2 y 282.63 kg/cm^2 . Las resistencias que no alcanzan el valor de 278.57 kg/cm^2 son 250.23 kg/cm^2 , 231.67 kg/cm^2 y 240.33 kg/cm^2 , correspondientes a los porcentajes de 60% ,80% y 100%, respectivamente.

Según Jaskowska (2019) al utilizar la relación agua/cemento de 0.45 para todos los diseños de mezcla, la resistencia de diseño según el ACI es 382 kg/cm^2 , todos los porcentajes de agregados reciclado ensayados superan esta resistencia con 287.10 kg/cm^2 , 299.23 kg/cm^2 y 282.63 kg/cm^2 correspondientes a los porcentajes de 0% ,50% y 100%, respectivamente.

Según Aoudjane et al. (2017) al utilizar las relación agua/cemento de 0.53, 0.59, 0.61, 0.62 y 0.63 para cada diseño de mezcla de 0%,25%,50%,75% y 100% de agregado reciclado la resistencia de diseño según el ACI es 316.92 kg/cm^2 , 271.80 kg/cm^2 , 260.53 kg/cm^2 , 250 kg/cm^2 , y 242.76 kg/cm^2 , todos los porcentajes de agregados reciclado ensayados superan esta resistencia con

387.49 kg/cm², 326.31 kg/cm², 311.01 kg/cm², 295.72 kg/cm² y 275.32 kg/cm² correspondientes a los porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, respectivamente.

Según Suvash (2017) al utilizar la relación agua/cemento de 0.58 para todos los diseños de mezcla, la resistencia de diseño según el ACI es 276.19 kg/cm², todos los porcentajes de agregados reciclado ensayados superan esta resistencia con 367.10 kg/cm², 377.30 kg/cm², 336.51 kg/cm², 367.10 kg/cm² y 356.90 kg/cm² correspondientes a los porcentajes de 0%, 15%, 30%, 50% y 100%, respectivamente.

Según Bedoya y Dzul (2015) al utilizar las relaciones agua/cemento de 0.46, 0.47, 0.48 y 0.50 para cada diseño de mezcla de 0%, 25%, 50% y 100% de agregado reciclado la resistencia de diseño según el ACI es 368.82 kg/cm², 359.25 kg/cm², 350 kg/cm², 334.39 kg/cm², todos los porcentajes de agregados reciclados ensayados son menores a estas resistencias con 239.74 kg/cm², 233.62 kg/cm², 227.19 kg/cm² y 207.31 kg/cm² correspondientes a los porcentajes de 0%, 25%, 50%, 75% y 100%, respectivamente.

Se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) ya que, como se muestra en la Tabla N° 18 y la Figura N° 13 los ensayos realizados con relaciones de agua/cemento entre 0.53 y 0.68, obtienen mayores resistencias a las recomendadas por el ACI.

5.3 Discusión

Huamán (2018), ensayo a los 28 días, pruebas a la resistencia a la compresión arrojando los siguientes resultados, $f'c=211.84 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=227.24 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=244.20 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=233.09 \text{ kg/cm}^2$, con la sustitución por agregado reciclado del 0%, 10%, 30% y 50%, para una mezcla de diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Se alcanzó la resistencia mayor al diseño y fueron aumentando cuando se sustituyó el agregado natural por agregado reciclado en 0%, 10%, 30% y 50%. En la presente investigación el agregado reciclado obtuvo a la edad 28 días una resistencia a la compresión de 7.27% mayor con respecto a la mezcla patrón, cuando se le incorporó 10%, cuando se le aumentó la dosificación a un 30% la resistencia aumentó un 15.28% con respecto a la mezcla patrón y cuando se le aumentó la dosificación a un 50% la resistencia aumentó un 10.03% con respecto a la mezcla patrón.

Al comparar la resistencia a la compresión aumentan con la sustitución total del agregado natural por agregado reciclado a los 28 días en un porcentaje de 2.11% con respecto a la mezcla patrón (Dávila, 2019). Según Velásquez (2015), las resistencias a la compresión a los 28 días para mezclas del 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de agregado reciclado son, $f'c=287.10 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=299.23 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=282.63 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=250.23 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=231.67 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=240.33 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. La resistencia al para el 20% de agregado reciclado fue 4.23% mayor al concreto patrón, para 40%, 60%, 80% y 100%, las resistencias disminuyeron en 1.56%, 12.84%, 19.31% y 16.29%. Para Gutiérrez y Olivos (2018), las resistencias a la compresión a los 28 días para mezclas del 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% de agregado reciclado son, $f'c=365.17 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=407.20 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=452.73 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=434.40 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=402.73 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=402.67 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Todas las resistencias fueron mayores a la resistencia patrón. Para Suvash et al. (2017), las resistencias a la compresión a los 28 días para mezclas del 0%, 15%, 30%, 50% y 100% de agregado reciclado son, $f'c=367.10 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=377.30 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=336.51 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=367.10 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=356.90 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Las resistencias para el 15% aumento en 2.79% con respecto al concreto patrón, para el 30%, 50% y 100% disminuyó 8.33%, fue la misma y disminuyó 2.78% con respecto al concreto patrón. La resistencia aumentó para 15% de agregado reciclado y disminuyó para los porcentajes de 30%, 50% y 100%. Según Adams et al. (2017), las resistencias a la compresión a los 28 días para mezclas del 0%, 1-20%, 21-40%, 41-60% y 61-80% y

81-100% de agregado reciclado son, $f'c=469.07 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=571.04 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=458.87 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=479.27 \text{ kg/cm}^2$, $f'c=356.90 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=407.89 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Las resistencias para el 1-20%, 21-40%, 41-60% aumentaron en 21.74%, disminuyeron en 2.17%, aumentaron en 2.17% con respecto al concreto patrón y para el 61-80 % y 81-100% disminuyeron en 23.91% y disminuyeron en 13.04% con respecto al concreto patrón. La resistencia disminuye para porcentajes mayores a 60% de agregado reciclado.

CONCLUSIONES

1. En relación a lo presentado en la Tabla N° 8, Tabla N° 9 , Tabla N° 10 y en la Figura N° 5 , para una edad de 28 días y una relación de agua/cemento de 0.56, cuando se le sustituye 40% de agregado reciclado, aumenta en 23.98% a la resistencia a la compresión , 114.39% a la resistencia a la tracción y disminuye 28.48% a la resistencia a la flexión; así mismo, con 80% de agregado reciclado aumenta a la resistencia a la compresión 10.29%, a la resistencia a la tracción 100.76% y disminuye a la resistencia a la flexión 16.90% respectivamente. Para esta investigación, se concluye que al determinar los diseños de mezcla de concreto con agregado reciclado se mejoran las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas.
2. En relación a lo presentado comprobamos que estadísticamente hay diferencia significativa, entre los resultados de la resistencia a la compresión de la mezcla de prueba con hormigón reciclado y la mezcla de prueba patrón. De manera que se concluye que al reemplazar el agregado grueso natural por el hormigón con agregado reciclado se mejora la resistencia a la compresión, cuando se utiliza 20% de H.R y 80% de agregado grueso natural, 40% de H.R y 60% de agregado grueso natural, 60% de H.R y 40% de agregado grueso natural.
3. El agregado reciclado posee una mayor porosidad debido a la existencia de un adherido mortero en su superficie, brindando la característica de tener una mayor absorción que a su vez perjudica a su resistencia.
4. En el análisis se comprobó que las mezclas de prueba se deben compactar, vibrar de manera correcta en las probetas, vigas para que no se formen las conocidas cangrejas, de esta manera que al incluirlas a los ensayos a compresión, tracción y flexión no perjudiquen en su resistencia.

RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones de orientación tecnológica para alcanzar el funcionamiento eficiente de los procesos durante su diseño, fabricación, almacenamiento, transporte, distribución, venta, colocación en obra y servicio del hormigón con agregado reciclado, incentivando la mejora de nuevos productos y procesos que permitan la obtención del conocimiento empírico para garantizar que las innovaciones presenten una determinada calidad de acuerdo a normas nacionales e internacionales.
2. Se recomienda corroborar la relación agua / cemento de los agregados para distintas dosificaciones de concreto reciclado, comprobando que la mezcla sea fluida y trabajable. Promover la investigación y aplicación del hormigón con agregado reciclado para la construcción de viviendas de manera que se reutilice el concreto de demoliciones y construcciones.
3. Para futuras investigaciones se sugiere utilizar un aditivo plastificante para mejorar la trabajabilidad y bombeabilidad de la mezcla con hormigón con agregado reciclado, para que de esta manera conserve su resistencia y durabilidad respecto a un concreto con agregados convencional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abid, S. R., Al-aayedi, H. K., & Nahhab, A. H. (2018). *Case Studies in Construction Materials*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85054008263&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22recycled+concrete%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=bdcbe0c93e8c8817b8f26529b6045dd7&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2c%2b%2bscopubyr%2c%222018%22%2>
- Abusharkh, A., Helal, K., Istaitiyeh, H., Yehia, S., & Zaher, A. (2015). *International Journal of Concrete Structures and Materials*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84966929647&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2c%2b%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2c%2b>
- Adams, M., Chen, T., Jayasuriya, A., & Shibata, E. (2020). *Resources, Conservation & Recycling*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0921344920304389?token=3235FADC2B777022050B5C8D874B201ED57802CE157A778855F96EE006B029C346B83AB1E3EE51C832C9DA36FC5D2A>
- Adhijoso, T., & Sagara, A. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817304058>
- Ahmed, S. U. (2017). *International Journal of Sustainable Built Environment*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212609016300978?token=DFD93D06A11B55F5BBFFFA71C4F7249164D7A90284EFC57CF9671FFD4B34DCB185038F53574347A9162FD283240301EE>
- Ahmed, W., & Lim, C. (2021). *Journal of Cleaner Production*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959652620338774?token=BCD0DC8933F3D23634479AE225C6675DC2AEC72F0D92CFFB3AD4419A70B666A719D25206C41BDEFA074DFE351F65B127>

- Alias, S., Ahmad, A., Ayob, A., & Razali, M. (2016). *MATEC Web of Conferences*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85009126406&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%22%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>
- Alsulami, B. (2018). *International Journal of GEOMATE*. Obtenido de <https://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/20-25-95553-Badr-April-2018-a1.pdf>
- Amoros, D. J., Centurion, V. M., & Hoyos, S. M. (2018). *Universidad nacional de cajamarca*. Obtenido de <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3098/material%20reciclado%2037-43.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Anampa, R. M., & Bernaola, M. E. (2019). *Universidad tecnologica de los andes*. Obtenido de <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/212/Influencia%20del%20material%20reciclado%20proveniente%20del%20pavimento%20deteriorado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ananthan, H., Balaji, K., & Vinay, K. (2018). *Alexandria Engineering Journal*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817301655#!>
- Anastasiou, E., Anesiadis, D., Papachristoforou, M., Tsardaka, E.-C., & Zafeiridis, K. (2018). *Applied Sciences*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85056083743&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22recycled+concrete%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=bdcbe0c93e8c8817b8f26529b6045dd7&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%22%22%2ct%2bscopubyr%2c%222018%22%2>
- Anicama, A. G. (2010). *Pontificia Universidad Catolica del Peru*. Obtenido de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/500/ANICAMA_ACOSTA_GERSON_EMPLEO_MATERIALES_DESECHO_PROCESO_S_MINEROS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Anting, N., Azmi, N., Irwan, J., Khalid, F., & Mazenan, P. (2017). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85037814845&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>
- Aoudjane, K., Falek, K., Kadri, E., & Kaoua, F. (2017). *Energy Procedia*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217356485>
- ASTM. (2017). *Método de prueba estándar para determinación de la resistencia a la tracción por compresión diametral de especímenes cilíndricos de hormigón*. EE.UU: ASTM.
- Austin, S., Christodoulou, C., Dodds, W., Dunne, D., & Goodier, C. (2017). *Construction and Building Materials*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817306281#!>
- Barrera, G. R., Elias, S. W., Flores, F. J., & Reyna, P. C. (2020). *Universidad nacional ciro alegría*. Obtenido de <https://www.revistas.unah.edu.pe/index.php/puriq/article/view/68/161>
- Bedoya Montoya, C. M. (2003). *Universidad Nacional de Colombia sede Medellin*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/3477/1/98589947-2003.pdf>
- Bedoya, C., & Dzul, L. (2015). *Revista ingeniería de construcción*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v30n2/art02.pdf>
- Bester, J., Kruger, D., & Miller, B. (2017). *MATEC Web of Conferences*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85028083505&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>
- Bílý, P., Broukalová, I., Fládr, J., & Šeps, K. (2018). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85050483209&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>

Brandes, M. R., & Kurama, Y. C. (2016). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816301795>

Bravo, M., Cantero, B., de Brito, J., Medina, C., & Sáez del Bosque, I. (2020). *Journal of Cleaner Production*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959652620329589?token=D01FC4222E9EBB3A089EBC6580D7D864BD95C38033D5F85EC704D3321804043FD45422D390631228177D5781A4D87F9>

Brazão, F., de Brito, J., Maia, P., Roque, S., & Veiga, R. (2020). *Materials*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/8/1976>

Broukalová, I., Fládr, J., Šeps, K., & Vodička, J. (2019). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85072063698&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05&sot=a&sdt=a&cluster=scoopenaccess%2c%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete>

Çakır, Ö., & Sofyanlı, Ö. (2015). *HBRC Journal*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1687404814000431?token=A4773A0D56047118E38EDE8838E7341CAC4BB9D915C7F1ECD6FF30045ED60B17C9DEE0CC963347AF5F424FD4E4E8EF88>

Castañeda, G. R., Minaya, C. L., Montañez, R. J., & Sigüenza, A. R. (2017). *Universidad San Pedro*. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/55/PI1710131-I.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Castellanos, G. V., Rivera, M. D., & Roa, M. (2017). *Universidad Catolica de Colombia*. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15275/1/Tesis%20especializacio%CC%81n%20RCD.pdf>
- Cemex. (2020). *Cemex Mexico*. Obtenido de <https://www.cemexmexico.com/productos/agregados>
- Chavarry Vallejos, C., Chavarría Reyes, L., Valencia Gutiérrez, A., Pereyra Salardi, E., Arieta Padilla, J., & Rengifo Salazar, C. (2020). Hormigón reforzado con vidrio molido para controlar grietas y fisuras por contracción plástica. *Pro Sciences*, 4(31),31-41.
- Chehab, G., Daou, A., Dawi, A., & Hamad, B. (2018). *Case Studies in Construction Materials*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509518301815>
- Chen, Y., Chen, Z., Liu, Z., Xu, J., & Xue, J. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817360496>
- Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul, C., Karntong, I., Rattanachu, P., & Tangchirapat, W. (2018). *Materiales de Construcción*. Obtenido de <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2217/2830>
- Choi, H., Oh, D., Kitagaki, R., & Noguchi, T. (2020). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85089007124&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=recycled+concrete&nlo=&nlr=&nls=&sid=3e7e63a364c6408d6576a810c369b41f&sot=b&sdt=cl&cluster=scoopopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscopubyr%2c%222021%22%2ct&sl=>
- Chugnas, T. Y. (2018). *Universidad César Vallejo*. Obtenido de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34271>
- Cruz, G. J., & Velazquez, Y. R. (2004). *Instituto Politecnico Nacional*. Obtenido de https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4860/1/284_CONCRETO%20ECICLADO.pdf

- CTN. (2017). *Diario El peruano*. Obtenido de https://busquedas.elperuano.pe/download/full/205POcWaq_n93MftrochVJ
- Cunanan, A., De Jesus, R., & Tang, A. J. (2019). *International Journal of GEOMATE*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85070954014&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05&sot=a&sdt=a&cluster=scopusbyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete>
- Da Silva, P., De Brito, J., & Santos, S. (2017). *Materials*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85026773847&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>
- Dávila, D. F. (2019). *Universidad nacional del santa*. Obtenido de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/3405>
- Dawi, A., & Hamad, B. (2017). *Case Studies in Construction Materials*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509517301626?token=30C4D6C6AE4EFF4752FB9A9AF33F77302610C5AE20BBDB9CD367A207423B33954EC1D0DA516C282F65FCC1263E119F9C>
- de Krem, H., Kox, S., Van Herck, J., Vandoren, B., & Vanroelen, G. (2019). *Case Studies in Construction Materials*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509519303845?token=66FD87DCD78E9A52D00F2F7DCFE85BB29550CD8CA4B9313D3CA4632FE9A5D5090BD73B36C677B38C628A7081C9C5F757>
- de Lurdes, L., & Silva, V. (2016). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816304660?token=65607E115C197E99108541060B90EA14E8A30F6278CDAFD960C15953248FE18942F6340D71EF565F245EEBAA23058133>

- Deju, R., Mazilu, C., & Robu, I. (2016). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85012963385&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%22%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>
- Deshpande, N., Khademi, F., Londhe, S., & Mohammadmehdi, J. (2016). *International Journal of Sustainable Built Environment*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212609016301406?token=3C3FA72838DF051A3B0E950C75542E580C368F69B07E5DF91764EF0C1951F3446E995048C33FCA87D824443C61806049>
- Dhanya, B., Jayamohan, A., Jisha, K., Koshy, B., & Mathew, N. (2020). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Obtenido de <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/491/1/012034>
- Ding, H., Huang, L., & Yu, L. (2019). *Materials*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85075714443&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05&sot=a&sdt=a&cluster=scoopubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%22%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete>
- Du, X., Fu, X., Liu, M., & Tao, W. (2018). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85053422374&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%22%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>
- El-Hassan, H., & Kianmehr, P. (2019). *Proceedings of the 4th World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85082676992&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05&sot=a&sdt=a&cluster=sco>

pubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete

Erazo Gonzales, N. E. (2018). *Universidad Federico Villareal*. Obtenido de <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2554/ERAZO%20GONZALE%20NILO%20ELIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ferro, G. A., Restuccia, L., Spoto, C., & Tulliani, J.-M. (2016). *Procedia Structural Integrity*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321616303808#!>

Guacaneme, L. F. (2015). *Universidad Militar Nueva Granada*. Obtenido de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/15151/GuacanemeLizazaroFabioAndres2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gutiérrez, H. K., & Olivos, A. J. (2018). *Diseño de mezcla usando hormigon reciclado y su influencia en las propiedades del concreto reciclado*. Lima.

Hasan, S., Mohammed, D., Mohammed, F., & Tobeia, S. (2018). *MATEC Web of Conference*. Obtenido de https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/21/mateconf_bcee32018_02018.pdf

Huáman, M. G. (2018). *Universidad san pedro*. Obtenido de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5478/Tesis_57412.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Hussien, M., Mohammed, N., & Sarsam, K. (2018). *MATEC Web of Conferences*. Obtenido de https://www.mateconferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/21/mateconf_bcee32018_02020.pdf

Hwang, C., Yehualaw, M., & Vo, D. (2019). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85078311772&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22recycled+concrete%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=9d7ff7a472357e24b8cc5b9a0442d895&sot=b&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2>

- INDECOPI. (2014). *Norma Técnica Peruana NTP 339.034*. Lima: Indecopi. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ERICKSA2/ntp-339034-2008>
- INDECOPI. (2014). NTP 339.047:2014 CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados. En INDECOPI, *NTP 339.047:2014 CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados* (pág. 7). Lima.
- INDECOPI. (2014). NTP 339.047:2014 CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados. En INDECOPI, *NTP 339.047:2014 CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados* (pág. 6). Lima.
- Jaskowska, L. (2019). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073117180&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05&sot=a&sdt=a&cluster=scopubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete>
- Jaskulski, R., Kubissa, W., & Wazak, O. (2016). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816322561>
- Jianchao, W., Ziming, Q., Jiawei, L., & Jinghai, Z. (2019). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077310454&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=%22recycled+concrete%22&nlo=&nlr=&nls=&sid=9d7ff7a472357e24b8cc5b9a0442d895&sot=b&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2>
- Junák, j., & Sicakova, A. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817317976#!>
- Kalinowska, W. K., & Suescum, M. (2020). *Sustainability*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5182>

- Kang, W.-H., Lambrousis, G., Mirza, O., Senaratne, S., & Tam, V. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817317423>
- Khaldoun, R. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817360484>
- Koper, A., Koper, M., & Koper, W. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705817305696?token=D5207B2D7AF6334EA9381C5419766E0AAD8B1B844B1903E0798C71B7AF2ECBB991A9CF98BCE4003989D6890B822F5C9F>
- Koper, A., Koper, M., Koper, W., Kubissa, J., & Wojciech, K. (2015). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705815010747?token=E18D7DA28F85061081E458E658C9665614C8173C2AC511C0976D2F57CE533A84DF1D4338F998C7461877DEB37DD5C416>
- Kupusamy, K., Mohammad, A. A., Mohd, Z. S., & Shahidan, S. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817302552>
- Kurda, R., Silvestre, J., & Brito, J. (2019). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073002633&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05&sot=a&sdt=a&cluster=scopusbyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete>
- Lantieri, C., Sangiorgi, C., Simone, A., Tataranni, P., & Vignali, V. (2018). *International Journal of Pavement Research and Technology*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416302681>
- Laverde, L. J. (2014). *Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito*. Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/589a/d08f21d81ab60b669bcb4613effcbf90ac53.pdf>

- Machaca, I. G. (2019). *Universidad peruana Union*. Obtenido de <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2714>
- Machaca, M. E. (2018). *Universidad nacional jorge basadre grohman*. Obtenido de <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3571>
- Mastropietro, M. (2020). *El hormigon para arquitectos*. Ediciones de la U.
- Meléndez, C. A. (2016). *Universidad san pedro*. Obtenido de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/4372/Tesis_56293.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Moriconi, G., Letelier, V., & Tarela, E. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581730406X>
- Muciño, V., & Perla, S. L. (2018). *Universidad Nacional Autonoma de México*. Obtenido de http://leias.fa.unam.mx/wp-content/uploads/2018/05/180515_Practica9_W_LMSE.pdf
- Nováková, I., & Mikulica, K. (2016). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816317751?token=618102641536CF9B2041BD3F0D9A19576E07EC096F021F792DCA033DCEC62CC86AF5FB7C6A661880ADC0A628425B99A0>
- NRMCA. (2017). *El concreto en la practica*. Obtenido de <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>
- Pasquel Carbajal, E. (1998). TOPICOS DE TECNOLOGIA DE CONCRETO. En E. Pasquel, *TOPICOS DE TECNOLOGIA DE CONCRETO* (pág. 141). Lima.
- Pasquel, C. E. (1998). TOPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. En C. Pasquel, *TOPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO* (pág. 59). Lima.
- Portland Cement Association. (2019). *Cemex Peru*. Obtenido de <https://www.cemex.com.pe/-/hablando-de-cementos-portland>
- Portugal, B. P. (2007). Concreto de alto desempeño. En B. P. Portugal, *Concreto de alto desempeño* (pág. 210). Junin: Imprimerie Lafayette.

- Ráček, V., Vodička, J., & Vytlačilová, V. (2016). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816317696?token=5A1853C208DC8FBFE422B8CC6142F26322B167E0CE3DCF2C03E418B2C0FAE29A8E953BE0162CDCCC99B51514A6004A44>
- Rincón, J. (2020). *360 en concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ecomuros-en-concreto-reciclado>
- Robles Castellanos, J. P., & Vanegas Cabrera, J. M. (2008). *Pontificia Universidad Javeriana*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10554/7216>
- Rodrich, G. R., & Silva, O. C. (2018). *Universidad privada del norte*. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14824/Rodrich%20Guevara%20Sandra%20Romy%20-%20Silva%20Ocas%20Julio%20Cesar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rodríguez, C. R. (2016). *Universidad san pedro*. Obtenido de http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5463/Tesis_57436.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sanchez, D. G. (2001). Tecnología de concreto y del mortero (5 ta Edicion). En D. Sanchez, *Tecnología de concreto y del mortero (5 ta Edicion)* (pág. 252). Bhandar.
- Seddik, M. (2017). *MATEC Web of Conferences*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85015814297&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c635476ec0815e502c06e1a55b0cfb77&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Aggregates%22%2ct%2b>
- Shaban, A.-H. (2017). *HBRC Journal*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687404815000553>
- Supermix. (2020). *Supermix*. Obtenido de <https://www.supermix.com.pe/agregados-para-la-elaboracion-de-concreto/>

- Suvash , C. (2017). *Data in Brief*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235234091730608X>
- Tarazona, B. K. (2018). *Universidad nacional hermilio valdizan*. Obtenido de <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/4561>
- Trtik, T., Seps, K., Chylik, R., Fladr, J., & Pavlu, T. (2019). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85072129271&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05&sot=a&sdt=a&cluster=scopusbyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete>
- Valentukeviciene, M., & Žurauskiene, R. (2020). *Materiales*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/11/2538>
- Velásquez, P. L. (2015). *Universidad ricardo palma*. Obtenido de http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2241/velasquez_lm.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Zieliński, K. (2017). *Procedia Engineering*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581730663X>

ANEXO

Tabla N° 21

Hormigón estructural con agregados reciclados para la construcción de viviendas

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Indicadores	Instrumentos	Diseño Metodológico
¿En qué medida los diseños de mezcla de hormigón con agregado reciclado influyen en las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas?	Determinar los diseños de mezcla de hormigón con agregado reciclado para mejorar las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas.	Al determinar los diseños de mezcla de hormigón con agregado reciclado se mejoran las propiedades físico mecánicas del concreto para la construcción de viviendas.	V.I Diseño de mezcla de hormigón con agregado reciclado	Porcentaje de agregado reciclado Relación agua / cemento	Tesis fuentes documentales. Libros , fichas técnicas e internet Ficha técnica Rheocell Foam Gun - BASS ASTM C685-07	El método de investigación es cuantitativo ya que se recopila información como cuadros y gráficos.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas			NTP 400.37 NTP 339.183 o ASTM C192 NTP 339.088 NTP 400.012 o ASTM C33	El tipo de la investigación es descriptiva porque se explicará las características y propiedades del concreto con agregado fino y grueso reciclado.
¿En qué medida los porcentajes de agregado reciclado influyen en la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas?	Analizar los porcentajes de agregado reciclado para mejorar la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.	Al analizar los porcentaje de agregado reciclado se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.	V.D Propiedades físico mecánicas del concreto	Estado fresco del concreto	NTP 339.183 o ASTM C 192 NTP400.37	

Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas				El nivel de la investigación es explicativo ya que busca determinar el porcentaje del agregado fino y grueso reciclado para el diseño de mezcla.
¿En qué medida la relación agua / cemento influye en la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas?	Analizar la relación agua / cemento para mejorar la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.	Al analizar la relación agua / cemento se mejora la resistencia a la compresión del concreto para la construcción de viviendas.	V.D Propiedades físico mecánicas del concreto	Resistencia a la compresión del concreto	NTP 339.034 y ASTM C172	El diseño de la investigación es descriptiva ya que solo se realizará la descripción de las investigaciones realizadas al tema, y luego se analizará e interpretará sus datos.

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 22
Matriz M-1

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
1	Abid, S. R., Al-aayedi, H. K. y Nahhab, A. H.	Expansion and strength properties of concrete containing contaminated recycled concrete aggregate	Abid, S. R., Al-aayedi, H. K., y Nahhab, A. H. (2018). Case Studies in Construction Materials. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85054008263yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=syst1=%22recycled+concrete%22ynlo=ynlr=ynls=ysid=bdcb0c93e8c8817b8f26529b6045dd7ysot=bysdt=clycluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscopubyr%2c%222018%22%2
2	Adams, M., Chen, T., Jayasuriya, A. y Shibata, E.	Development and statistical database analysis of hardened concrete properties made with recycled concrete aggregates	Adams, M., Chen, T., Jayasuriya, A., y Shibata, E. (2020). Resources, Conservation y Recycling. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0921344920304389?token=3235FADC2B777022050B5C8D874B201ED57802CE157A778855FBF96EE006B029C346B83AB1E3EE51C832C9DA36FC5D2A
3	Adhijoso, T. y Sagara, A.	Experimental Study of Fly Ash Density Effect to the Mortar Compressive Strength with Recycled Fine Aggregate	Adhijoso, T., y Sagara, A. (2017). Procedia Engineering. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817304058
4	Ahmed, S. U.	Mechanical properties of recycled aggregate concrete containing ternary blended cementitious materials	Ahmed, S. U. (2017). International Journal of Sustainable Built Environment. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212609016300978?token=DFD93D06A11B55F5BBFFFA71C4F7249164D7A90284EFC57CF9671FFD4B34DCB185038F53574347A9162FD283240301EE

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
5	Ahmed, W. y Lim, C.	Production of sustainable and structural fiber reinforced recycled aggregate concrete with improved fracture properties: A review	Ahmed, W., y Lim, C. (2021). Journal of Cleaner Production. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959652620338774?token=BCD0DC8933F3D23634479AE225C6675DC2AEC72F0D92CFFB3AD4419A70B666A719D25206C41BDEF A074DFE351F65B127
6	Alsulami, B.	Investigation of mechanical properties of recycled concrete with its related embodied energy and production cost: Saudi Arabian based study	Alsulami, B. (2018). International Journal of GEOMATE. Obtenido de https://www.geomatejournal.com/sites/default/files/articles/20-25-95553-Badr-April-2018-a1.pdf
7	Ananthan, H., Balaji, K., y Vinay, K.	Experimental studies on utilization of recycled coarse and fine aggregates in high performance concrete mixes	Ananthan, H., Balaji, K., y Vinay, K. (2018). Alexandria Engineering Journal. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016817301655#!
8	Anastasiou, E., Anesiadis, D., Papachristoforou, M., Tsardaka, E.-C. y Zafeiridis, K.	Investigation of the use of recycled concrete aggregates originating from a single ready-mix concrete plant	Anastasiou, E., Anesiadis, D., Papachristoforou, M., Tsardaka, E.-C., y Zafeiridis, K. (2018). Applied Sciences. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85056083743yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=syst1=%22recycled+concrete%22ynlo=ynlr=ynls=ysid=bdcbe0c93e8c8817b8f26529b6045dd7ysot=bysdt=clycluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscopubyr%2c%22018%22%2

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
9	Aoudjane, K., Falek, K., Kadri, E. y Kaoua, F.	Influence of recycled aggregates on the mechanical and tribological behavior of concrete	Aoudjane, K., Falek, K., Kadri, E., y Kaoua, F. (2017). Energy Procedia. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610217356485
10	Austin, S., Christodoulou, C., Dodds, W., Dunne, D. y Goodier, C.	Durability performance of sustainable structural concrete: Effect of coarse crushed concrete aggregate on microstructure and water ingress	Austin, S., Christodoulou, C., Dodds, W., Dunne, D., y Goodier, C. (2017). Construction and Building Materials. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817306281#!
11	Bedoya, C., y Dzul, L.	Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project	Bedoya, C., y Dzul, L. (2015). Revista ingeniería de construcción. Obtenido de https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v30n2/art02.pdf
12	Brandes, M. R. y Kurama, Y. C	Use of Recycled Concrete Aggregates in Precast/Prestressed Concrete	Brandes, M. R., y Kurama, Y. C. (2016). Procedia Engineering. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816301795

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
13	Bravo, M., Cantero, B., de Brito, J., Medina, C. y Sáez del Bosque, I.	Mechanical behaviour of structural concrete with ground recycled concrete cement and mixed recycled aggregate	Bravo, M., Cantero, B., de Brito, J., Medina, C., y Sáez del Bosque, I. (2020). <i>Journal of Cleaner Production</i> . Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0959652620329589?token=D01FC4222E9EBB3A089EBC6580D7D864BD95C38033D5F85EC704D3321804043FDC45422D390631228177D5781A4D87F9
14	Brazão, F., de Brito, J., Maia, P., Roque, S y Veiga, R.	Concrete-Based and Mixed Waste Aggregates in Rendering Mortars	Brazão, F., de Brito, J., Maia, P., Roque, S., y Veiga, R. (2020). <i>Materials</i> . Obtenido de https://www.mdpi.com/1996-1944/13/8/1976
15	Broukalová, I., Fládr, J., Šeps, K. y Vodička, J.	Fibre reinforced concrete with recycled concrete aggregate - Inverse design approach	Broukalová, I., Fládr, J., Šeps, K., y Vodička, J. (2019). <i>IOP Conference Series: Materials Science and Engineering</i> . Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85072063698yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=sysid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05ysot=aysdt=aycluster=scopubyr%2c%22019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete
16	Çakır, Ö. y Sofyanlı, Ö.	Influence of silica fume on mechanical and physical properties of recycled aggregate concrete	Çakır, Ö., y Sofyanlı, Ö. (2015). <i>HBRC Journal</i> . Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1687404814000431?token=A4773A0D56047118E38EDE8838E7341CAC4BB9D915C7F1ECD6FF30045ED60B17C9DEE0CC963347AF5F424FD4FE4E8EF88

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
17	Chehab, G., Daou, A., Dawi, A. y Hamad, B.	Studies of the effect of recycled aggregates on flexural, shear, and bond splitting beam structural behavior	Chehab, G., Daou, A., Dawi, A., y Hamad, B. (2018). Case Studies in Construction Materials. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509518301815
18	Chen, Y., Chen, Z., Liu, Z., Xu, J., y Xue, J.	A review of experimental results of steel reinforced recycled aggregate concrete members and structures in China (2010-2016)	Chen, Y., Chen, Z., Liu, Z., Xu, J., y Xue, J. (2017). Procedia Engineering. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817360496
19	Chindapasirt, P., Jaturapitakkul, C., Karntong, I., Rattanachu, P., y Tangchirapat, W	Influence of bagasse ash and recycled concrete aggregate on hardened properties of high-strength concrete	Chindapasirt, P., Jaturapitakkul, C., Karntong, I., Rattanachu, P. y Tangchirapat, W. (2018). Materiales de Construcción. Obtenido de http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/view/2217/2830
20	Cunanan, A., De Jesús, R. y Tang, A. J.	Microstructure and mechanical properties of concrete with treated recycled concrete aggregates	Cunanan, A., De Jesús, R. y Tang, A. J. (2019). International Journal of GEOMATE. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85070954014yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=sysid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05ysot=aysdt=aycluster=scopubyr%2c%22019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
21	Dawi, A. y Hamad, B.	Sustainable normal and high strength recycled aggregate concretes using crushed tested cylinders as coarse aggregates	Dawi, A., y Hamad, B. (2017). Case Studies in Construction Materials. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509517301626?token=30C4D6C6AE4EFF4752FB9A9AF33F77302610C5AE20BBDB9CD367A207423B33954EC1D0DA516C282F65FCC1263E119F9C
22	de Krem, H., Kox, S., Van Herck, J., Vandoren, B. y Vanroelen, G.	Experimental evaluation of the high-grade properties of recycled concrete aggregates and their application in concrete road pavement construction	de Krem, H., Kox, S., Van Herck, J., Vandoren, B., y Vanroelen, G. (2019). Case Studies in Construction Materials. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2214509519303845?token=66FD87DCD78E9A52D00F2F7DCFE85BB29550CD8CA4B9313D3CA4632FE9A5D5090BD73B36C677B38C628A7081C9C5F757
23	de Lurdes, L. y Silva, V.	Damage Induced by Recycled Aggregates on the Short-Term Tensile Behaviour of a High-Strength Geotextile	de Lurdes, L., y Silva, V. (2016). Procedia Engineering. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816304660?token=65607E115C197E99108541060B90EA14E8A30F6278CDAFD960C15953248FE18942F6340D71EF565F245EEBAA23058133
24	Deshpande, N., Khademi, F., Londhe, S., y Mohammadmehdi, J.	Predicting strength of recycled aggregate concrete using Artificial Neural Network, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Multiple Linear Regression	Deshpande, N., Khademi, F., Londhe, S., y Mohammadmehdi, J. (2016). International Journal of Sustainable Built Environment. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2212609016301406?token=3C3FA72838DF051A3B0E950C75542E580C368F69B07E5DF91764EF0C1951F3446E995048C33FCA87D824443C61806049

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
25	Dhanya, B., Jayamohan, A., Jisha, K., Koshy, B., y Mathew, N.	Evaluation of the mechanical performance of M25 grade recycled aggregate concrete	Dhanya, B., Jayamohan, A., Jisha, K., Koshy, B., y Mathew, N. (2020). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Obtenido de https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/491/1/012034
26	Ding, H., Huang, L., y Yu, L.	Rheological and mechanical properties of ultra-high-performance concrete containing fine recycled concrete aggregates	Ding, H., Huang, L., y Yu, L. (2019). Materials. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85075714443yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=sysid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05ysot=aysdt=aycluster=scopubyr%2c%22019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete
27	El-Hassan, H., y Kianmehr, P.	Influence of recycled concrete aggregates and slag on the performance of pervious concrete	El-Hassan, H., y Kianmehr, P. (2019). Proceedings of the 4th World Congress on Civil, Structural, and Environmental Engineering. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85082676992yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=sysid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05ysot=aysdt=aycluster=scopubyr%2c%22019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete
28	Ferro, G. A., Restuccia, L., Spoto, C. y Tulliani, J.-M.	Recycled Mortars with CyD Waste	Ferro, G. A., Restuccia, L., Spoto, C., y Tulliani, J.-M. (2016). Procedia Structural Integrity. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452321616303808#!

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
29	Hasan, S., Mohammed, D., Mohammed, F. y Tobeia, S.	Compressive strength improvement for recycled concrete aggregate	Hasan, S., Mohammed, D., Mohammed, F., y Tobeia, S. (2018). MATEC Web of Conference. Obtenido de https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/21/mateconf_bcee32018_02018.pdf
30	Hussien, M., Mohammed, N. y Sarsam, K.	The influence of recycled concrete aggregate on the properties of concrete	Hussien, M., Mohammed, N., y Sarsam, K. (2018). MATEC Web of Conferences. Obtenido de https://www.matec-conferences.org/articles/mateconf/pdf/2018/21/mateconf_bcee32018_02020.pdf
31	Hwang, C., Yehualaw, M. y Vo, D.	Utilization of Recycled Concrete Aggregate for High Performance alkali Activated Concrete: Towards a Sustainable Building Solution	Hwang, C., Yehualaw, M., y Vo, D. (2019). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85078311772yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=syst1=%22recycled+concrete%22ynlo=ynlr=ynls=ysid=9d7ff7a472357e24b8cc5b9a0442d895ysot=bysdt=clycluster=scopubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2
32	Jaskowska, L.	Impurities of recycled concrete aggregate-types, origin and influence on the concrete strength parameters	Jaskowska, L. (2019). IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073117180yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=sysid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05ysot=aysdt=aycluster=scopubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
33	Jaskulski, R., Kubissa, W. y Wazak, O.	Model for Forecasting the Sorptivity of Concretes with Recycled Concrete Aggregate	Jaskulski, R., Kubissa, W., y Wazak, O. (2016). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705816322561
34	Jianchao, W., Ziming, Q., Jiawei, L. y Jinghai, Z.	Experimental Study on Carbonation Behavior of Waste Fiber Recycled Concrete	Jianchao, W., Ziming, Q., Jiawei, L., y Jinghai, Z. (2019). <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> . Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077310454yorigin=resultslistysort=plf-fysrc=syst1=%22recycled+concrete%22ynlo=ynlr=ynls=ysid=9d7ff7a472357e24b8cc5b9a0442d895ysot=bysdt=clycluster=scopubyr%2c%222019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2
35	Junák, j. y Sicakova, A.	Concrete Containing Recycled Concrete Aggregate with Modified Surface	Junák, j., y Sicakova, A. (2017). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817317976#!
36	Kalinowska, W. K. y Suescum, M.	The Experimental Study of the Utilization of Recycling Aggregate from the Demolition of Elements of a Reinforced Concrete Hall	Kalinowska, W. K., y Suescum, M. (2020). <i>Sustainability</i> . Obtenido de https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5182

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
37	Kang, W.-H., Lambrousis, G., Mirza, O., Senaratne, S. y Tam, V.	Recycled Concrete in Structural Applications for Sustainable Construction Practices in Australia	Kang, W.-H., Lambrousis, G., Mirza, O., Senaratne, S., y Tam, V. (2017). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817317423
38	Khaldoun, R.	Shear strength of recycled aggregates concrete	Khaldoun, R. (2017). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817360484
39	Koper, A., Koper, M. y Koper, W.	Influence of Raw Concrete Material Quality on Selected Properties of Recycled Concrete Aggregates	Koper, A., Koper, M., y Koper, W. (2017). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705817305696?token=D5207B2D7AF6334EA9381C5419766E0AAD8B1B844B1903E0798C71B7AF2ECBB991A9CF98BCE4003989D6890B822F5C9F
40	Koper, A., Koper, M., Koper, W., Kubissa, J. y Wojciech, K.	Water Demand of Concrete Recycled Aggregates	Koper, A., Koper, M., Koper, W., Kubissa, J., y Wojciech, K. (2015). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705815010747?token=E18D7DA28F85061081E458E658C9665614C8173C2AC511C0976D2F57CE533A84DF1D4338F998C7461877DEB37DD5C416

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
41	Kupusamy, K., Mohammad, A. A., Mohd, Z. S. y Shahidan, S.	Utilizing Construction and Demolition (CyD) Waste as Recycled Aggregates (RA) in Concrete	Kupusamy, K., Mohammad, A. A., Mohd, Z. S., y Shahidan, S. (2017). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705817302552
42	Kurda, R., Silvestre, J. y Brito, J.	Optimizing the economic, environmental and technical performance of concrete mixes with fly ash and recycled concrete aggregates	Kurda, R., Silvestre, J., y Brito, J. (2019). <i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science</i> . Obtenido de https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073002633yorigin=resultlistysort=plf-fysrc=sysid=86a4e658032488ba8ea7023f64b8af05ysot=aysdt=aycluster=scopubyr%2c%22019%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2bscoexactkeywords%2c%22Recycled+Concrete
43	Lantieri, C., Sangiorgi, C., Simone, A., Tataranni, P. y Vignali, V.	A laboratory and field study on 100% Recycled Cement Bound Mixture for base layers	Lantieri, C., Sangiorgi, C., Simone, A., Tataranni, P., y Vignali, V. (2018). <i>International Journal of Pavement Research and Technology</i> . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681416302681
44	Moriconi, G., Letelier, V. y Tarela, E.	Mechanical Properties of Concretes with Recycled Aggregates and Waste Brick Powder as Cement Replacemen	Moriconi, G., Letelier, V., y Tarela, E. (2017). <i>Procedia Engineering</i> . Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187770581730406X

Fuente	Autor	Título	Cita bibliográfica
45	Nováková, I. y Mikulica, K.	Properties of Concrete with Partial Replacement of Natural Aggregate by Recycled Concrete Aggregates from Precast Production	Nováková, I., y Mikulica, K. (2016). Procedia Engineering. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816317751?token=618102641536CF9B2041BD3F0D9A19576E07EC096F021F792DCA033DCEC62CC86AF5FB7C6A661880ADC0A628425B99A0
46	Ráček, V., Vodička, J. y Vytlačilová, V.	Examples of Use of FRC with Recycled Concrete in Structures	Ráček, V., Vodička, J., y Vytlačilová, V. (2016). Procedia Engineering. Obtenido de https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S1877705816317696?token=5A1853C208DC8FBFE422B8CC6142F26322B167E0CE3DCF2C03E418B2C0FAE29A8E953BE0162CDCC99B51514A6004A44
47	Shaban, A.-H.	Properties of recycled concrete aggregate under different curing conditions	Shaban, A.-H. (2017). HBRC Journal. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1687404815000553
48	Suvash , C.	Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete	Suvash, C. (2017). Data in Brief. Obtenido de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235234091730608X

Tabla N° 23
Matriz M-2

Subtemas (Indicadores)	Definición / Justificación del subtema/ delimitación temporal (si aplica)	Objetivo
Porcentaje de agregado reciclado	Cantidad de agregado de concreto reciclado que se utilizara dentro de la mezcla.	Determinar los porcentajes de agregado reciclado para mejorar la resistencia a la compresión del concreto.
Relación agua / cemento	Cantidad necesaria de agua por cada porción de cemento colocado en la mezcla.	
Estado fresco del concreto	Estado del concreto producido luego de la mezcla de los agregados , cemento y agua.	
Resistencia del concreto	Propiedad del concreto endurecido. Se desea analizar la resistencia del concreto reciclado con respecto al concreto tradicional.	Determinar la relación agua / cemento para mejorar la resistencia a la compresión del concreto.

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 24
Matriz M-3

N°	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
1	Abid, S. R., Al-aayedi, H. K. y Nahhab, A. H.	Expansion and strength properties of concrete containing contaminated recycled concrete aggregate	Las propiedades medidas fueron resistencia del concreto , resistencia a la tracción por división y módulo de ruptura	Porcentaje de agregado reciclado como agregado contaminado con yeso de construcción	Efecto del humo de silice en el hormigón hecho con agregado de hormigón reciclado .	
2	Adams, M., Chen, T., Jayasuriya, A. y Shibata, E.	Development and statistical database analysis of hardened concrete properties made with recycled concrete aggregates	Análisis de las propiedades mecánicas del concreto como la resistencia del concreto	Análisis de propiedades mecánicas del concreto que contiene porcentajes de concreto reciclado (RCA) como agregado grueso		
3	Adhijoso , T. y Sagara, A.	Experimental Study of Fly Ash Density Effect to the Mortar Compressive Strength with Recycled Fine Aggregate	Resistencia del concreto con agregados finos reciclados y cenizas volcánicas	Porcentaje de cenizas volantes (25% , 35% y 45%) como agregado fino de la mezcla de concreto para derivar la correlación entre la densidad de las cenizas volantes y la resistencia a la compresión del concreto		

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
4	Ahmed, S. U.	Mechanical properties of recycled aggregate concrete containing ternary blended cementitious materials	Resistencia del concreto afectada por el humo de sílice(SF)	Efecto del humo de sílice (SF) en las propiedades mecánicas a largo plazo del porcentaje de agregado reciclado que contiene escoria	Efecto del humo de sílice (SF) en las propiedades mecánicas a temprana del hormigón	
5	Ahmed, W.y Lim, C.	Production of sustainable and structural fiber reinforced recycled aggregate concrete with improved fracture properties: A review	Se presenta la trabajabilidad y las propiedades mecánicas como la resistencia del concreto de FRAC	Porcentaje de agregado reciclado.	Este estudio de revisión es resaltar los métodos de refuerzo más prometedores y factibles para el FRAC que utilizan principalmente fibra de acero (SF), fibra de polipropileno (PPF), fibra de basalto (BF) y fibra de vidrio (GF).	Este estudio de revisión es resaltar los métodos de refuerzo más prometedores y factibles para el FRAC que utilizan principalmente fibra de vidrio (GF).
6	Alsulami, B.	Investigation of mechanical properties of recycled concrete with its related embodied energy and production cost: Saudi Arabian based study	El artículo evaluó los efectos de los porcentajes de concreto reciclado como agregado del concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas del concreto como la resistencia del concreto .	El artículo evaluó los efectos de los porcentajes de agregado reciclado como agregado del concreto reciclado .	El artículo evaluó los efectos de los porcentaje de concreto reciclado como agregado de concreto reciclado y su costo de producción relacionado	El artículo evaluó los efectos de los porcentaje de concreto reciclado como agregado de concreto reciclado y energía embebida

N°	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
7	Ananthan, H., Balaji, K., y Vinay, K.	Experimental studies on utilization of recycled coarse and fine aggregates in high performance concrete mixes	Para las 4 mezclas consideradas se evalúan las propiedades del concreto fresco y endurecido entre las cuales se encuentra la resistencia del concreto.	Este estudio experimental trata de la utilización de agregado de concreto reciclado grueso (CRCA) y agregado de concreto reciclado fino (FRCA) en porcentajes de agregado reciclado para mezclas de concreto de alto desempeño (HPC)		
8	Anastasiou, E., Anesiadis, D., Papachristoforou, M., Tsardaka, E.-C. y Zafeiridis, K.	Investigation of the use of recycled concrete aggregates originating from a single ready-mix concrete plant	Resistencia del concreto.	Los residuos producidos por las industrias del hormigón premezclado (RMC) suponen un desafío en materia de reciclaje. Se investigaron tres productos de desecho diferentes de las plantas de RMC para uso como agregados reciclados aplicado en porcentaje de agregado reciclado en aplicaciones de construcción. Hormigón endurecido triturado de prueba especímenes de al menos 40 Mpa de resistencia a la compresión (HR) y concreto endurecido triturado de retorno concreto (CR) se ensayó para determinar su idoneidad como agregados de concreto y luego se usó como fino y grueso agregado	Cemento en estado fresco.	

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
9	Aoudjane, K., Falek, K., Kadri, E. y Kaoua, F.	Influence of recycled aggregates on the mechanical and tribological behavior of concrete	Se realizaron pruebas de resistencia del concreto para diferentes sustituciones de agregados reciclados	El objetivo de este estudio es evaluar el comportamiento de un hormigón actual utilizando porcentaje de agregado reciclado	Se llevó a cabo un programa experimental para probar concreto fresco en cuanto a trabajabilidad y tribología para diferentes sustituciones de agregados reciclados con una relación agua/cemento constante y variable.	
10	Austin, S., Christodoulou, C., Dodds, W., Dunne, D. y Goodier, C.	Durability performance of sustainable structural concrete: Effect of coarse crushed concrete aggregate on microstructure and water ingress	Resistencia del concreto.	Porcentaje de agregado reciclado.		
11	Bedoya, C., y Dzul, L.	Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project	Se muestran aspectos como la resistencia del concreto a las edades de 3, 7, 14, 28, 56 y 91 días.	El porcentaje de agregado reciclado y escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles		
12	Brandes, M. R. y Kurama, Y. C	Use of Recycled Concrete Aggregates in Precast/Prestressed Concrete	Los efectos de los agregados de concreto reciclado se investigaron experimentalmente para la ganancias en la resistencia del concreto con el tiempo	Se elaboraron una investigación preliminar sobre factores relacionados con el uso del porcentaje de agregado reciclado como agregado en aplicaciones de hormigón prefabricado / pretensado	Hormigón pretensado.	

N°	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
13	Bravo, M., Cantero, B., de Brito, J., Medina, C. y Sáez del Bosque, I.	Mechanical behaviour of structural concrete with ground recycled concrete cement and mixed recycled aggregate	Se diseñó un exhaustivo programa experimental para evaluar la variación de la resistencia del concreto a la tracción y compresión, el módulo de elasticidad y la densidad del hormigón endurecido	Analiza el efecto combinado de valorizar el concreto reciclado con fibra de Vidrio(GRC) como reemplazo de cemento del 0% o 50% de porcentaje de agregado reciclado (residuos de demolición y construcción reciclados (RA-CDW))en hormigón estructural	Densidad del concreto.	Analiza el efecto combinado de valorizar el concreto reciclado con fibra de Vidrio(GRC) como reemplazo de cemento del 10% o 25% en hormigón estructural
14	Brazão, F., de Brito, J., Maia, P., Roque, S y Veiga, R.	Concrete-Based and Mixed Waste Aggregates in Rendering Mortars	El análisis comprendió la resistencia del concreto	Este artículo se presenta un estudio de incorporación de dos tipos de construcción y demolición residuos (CDW) en mezclas de revoque, como porcentaje de agregado reciclado como agregado al 0%, 20%, 50% y 100% (en volumen) se utilizaron agregados de concreto (RCA) y agregados reciclados mixtos (MRA)	El análisis comprendió la absorción del agua.	Fibra de Vidrio.

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
15	Broukalová, I., Fládr, J., Seps, K. y Vodička, J.	Fibre reinforced concrete with recycled concrete aggregate - Inverse design approach	Se estima la composición de la mezcla de hormigón optima desde el punto de vista de las propiedades mecánicas como resistencia del concreto, viabilidad y economía.	El artículo tiene como objetivo el tema de la construcción sostenible en lo que respecta al reciclaje de los desechos de hormigón de la demolición utilizando porcentaje de agregado reciclado como agregado para la elaboración del hormigón.		
16	Çakır, Ö. y Sofyanlı, Ö.	Influence of silica fume on mechanical and physical properties of recycled aggregate concrete	Se evaluaron las propiedades del hormigón mediante la resistencia del concreto a compresión, la resistencia a la rotura por tracción, la absorción de agua y la velocidad del pulso ultrasónico	Se busca mejorar la calidad del porcentaje de agregado reciclado como agregado con la incorporación de sílice (SF).	Se presenta los efectos de incorporar humo de sílice(SF) en el diseño de mezcla de concreto	
17	Chehab, G., Daou, A., Dawi, A. y Hamad, B.	Studies of the effect of recycled aggregates on flexural, shear, and bond splitting beam structural behavior	Resistencia del concreto.	Un programa de investigación diseñado para analizar el comportamiento estructural de vigas de hormigón armado preparadas mediante la sustitución de diferentes porcentajes de agregados gruesos naturales (NCA) con porcentajes de concreto reciclado utilizados como agregados gruesos reciclados (RCA), obtenidos de cilindros de hormigón probados en plantas de Ready / Mix.		

N°	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
18	Chen, Y., Chen, Z., Liu, Z., Xu, J., y Xue, J.	A review of experimental results of steel reinforced recycled aggregate concrete members and structures in China (2010-2016)	Resistencia del concreto.	Investigan sobre el rendimiento estructural de los miembros y estructuras de armazón de hormigón armado con acero (SRC) realizadas con porcentaje de agregado reciclado como agregado se han realizado en China de 2010 a 2016.		
19	Chindaprasirt, P., Jaturapitakkul, C., Karntong, I., Rattanachu, P., y Tangchirapat, W	Influence of bagasse ash and recycled concrete aggregate on hardened properties of high-strength concrete	Resistencia del concreto.	Porcentaje de agregado reciclado de alta resistencia (HS-RAC). La piedra caliza se reemplazó con porcentaje de concreto reciclado (RCA)	Ceniza de bagazo como reemplazo del cemento en concreto agregado reciclado de alta resistencia (HS-RAC)	
20	Cunanan, A., De Jesús, R. y Tang, A. J.	Microstructure and mechanical properties of concrete with treated recycled concrete aggregates	Resistencia del concreto.	Porcentaje de agregado reciclado proveniente de las demoliciones de construcciones como reemplazo parcial o total de los agregados gruesos debido a viejo mortero en RCA	Humo de sílice como método de tratamiento	Ácido sulfúrico como método de tratamiento
21	Dawi, A. y Hamad, B.	Sustainable normal and high strength recycled aggregate concretes using crushed tested cylinders as coarse aggregates	Investigar las propiedades mecánicas y frescas y endurecidas de una mezcla como la resistencia del concreto	Mezcla de concreto de alto desempeño producida sustituyendo parcial o totalmente agregados de piedra caliza natural por porcentaje de agregado reciclado.	Concreto en estado fresco.	

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
22	de Krem, H., Kox, S., Van Herck, J., Vandoren, B. y Vanroelen, G.	Experimental evaluation of the high-grade properties of recycled concrete aggregates and their application in concrete road pavement construction	Resistencia del concreto.	Los RCA y el hormigón de agregado reciclado (RAC) resultante han de cumplir con los criterios de alto grado especificados en la "Standard Tender Specifications 250 versión 3.1" de Flandes.		
23	de Lurdes, L. y Silva, V.	Damage Induced by Recycled Aggregates on the Short-Term Tensile Behaviour of a High-Strength Geotextile	La degradación mecánica, química y ambiental inducida por los residuos de construcción y demolición (CyD) reciclados sobre el comportamiento de tracción a corto plazo de un geotextil de polipropileno no tejido (PP) reforzado con hilos de poliéster (PET).	La degradación mecánica, química y ambiental inducida por los residuos de construcción y demolición (CyD) reciclados sobre el comportamiento de tracción a corto plazo de un geotextil de polipropileno no tejido (PP) reforzado con hilos de poliéster (PET).	Tracción de geotextil de polipropileno	Hilos de poliéster.
24	Deshpande, N., Khademi, F., Londhe, S., y Mohammadmehdi, J.	Predicting strength of recycled aggregate concrete using Artificial Neural Network, Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System and Multiple Linear Regression	Resistencia del concreto	La estimación de la resistencia a la compresión a 28 días del concreto agregado reciclado fue realizada mejor por ANN y ANFIS en comparación con MLR.		
25	Dhanya, B., Jayamohan, A., Jisha, K., Koshy, B., y Mathew, N.	Evaluation of the mechanical performance of M25 grade recycled aggregate concrete	Resistencia del concreto	El efecto de reemplazo de agregado grueso normal con agregado grueso reciclado sobre hormigón de grado M25.	Concreto en estado fresco.	

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
26	Ding, H., Huang, L., y Yu, L.	Rheological and mechanical properties of ultra-high-performance concrete containing fine recycled concrete aggregates	Resistencia del concreto	El objetivo fue estudiar las propiedades reológicas (Esfuerzo y deformación), la contracción autógena, las propiedades mecánicas y la estructura de los poros de UHPC con diferentes cantidades de RCA.		
27	El-Hassan, H., y Kianmehr, P.	Influence of recycled concrete aggregates and slag on the performance of pervious concrete	Resistencia del concreto	Las propiedades del hormigón permeable hecho con agregados de hormigón reciclado (RCA) y escoria.		
28	Ferro, G. A., Restuccia, L., Spoto, C. y Tulliani, J.-M.	Recycled Mortars with CyD Waste	Resistencia del concreto	Un innovador diseño de mezcla de mortero para utilizar arena reciclada de concreto y demoliciones, mediante sustitución parcial de arena estandarizada (SS) por arena reciclada (RS) o arena reciclada lavada (RSW) y mediante el uso de un a relación a / c igual a 0,5	Relación agua/cemento	
29	Hasan, S., Mohammed, D., Mohammed, F. y Tobeia, S.	Compressive strength improvement for recycled concrete aggregate	Resistencia del concreto	El efecto del uso de agregados reciclados sobre la resistencia a la compresión del hormigón .	Humo de sílice.	
30	Hussien, M., Mohammed, N. y Sarsam, K.	The influence of recycled concrete aggregate on the properties of concrete	Resistencia del concreto	Las propiedades mecánicas de la resistencia a la compresión del hormigón, la resistencia a la tracción por división, el módulo de elasticidad y el módulo de ruptura.		

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
31	Hwang, C., Yehualaw, M. y Vo, D.	Utilization of Recycled Concrete Aggregate for High Performance alkali Activated Concrete: Towards a Sustainable Building Solution	Resistencia del concreto	El objetivo es preparar una serie de estudios de alta calidad de hormigón sostenible para una demanda cada vez mayor de concreto en la industria de la construcción.	Cenizas volantes	
32	Jaskowska, L.	Impurities of recycled concrete aggregate-types, origin and influence on the concrete strength parameters	Resistencia del concreto	Se analiza el tipo de impurezas en el ACR, así como sus fuentes y su influencia en los parámetros técnicos del hormigón.	Relación agua/cemento	
33	Jaskulski, R., Kubissa, W. y Wazak, O.	Model for Forecasting the Sorptivity of Concretes with Recycled Concrete Aggregate	Resistencia del concreto	Se evaluó el comportamiento del concreto con agregados reciclados sobre la base de la composición del mismo y se intentó evaluar la idoneidad de estos modelos para la simulación y determinación de las probabilidad de falla para alcanzar ciertos valores de los parámetros modelados.	Simulación "Monte Carlo"	
34	Jianchao, W., Ziming, Q., Jiawei, L. y Jinghai, Z.	Experimental Study on Carbonation Behavior of Waste Fiber Recycled Concrete	Resistencia del concreto	Estudia y analiza la influencia de la relación agua-cemento, el contenido de áridos reciclados, la longitud de las fibras y la fibra sobre el cambio de la regla de carbonatación del hormigón reciclado de fibra de desecho.	Carbonatación	

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
35	Junák, J. y Sicakova, A.	Concrete Containing Recycled Concrete Aggregate with Modified Surface	Resistencia del concreto	las propiedades de sus conjuntos de hormigones se compararán y analizarán en términos de trabajabilidad, densidad real, absorción total de agua y resistencia a la compresión.		
36	Kalinowska, W. K. y Suescum, M.	The Experimental Study of the Utilization of Recycling Aggregate from the Demolition of Elements of a Reinforced Concrete Hall	Resistencia del concreto	El reciclaje térmico y mecánico del hormigón es adecuado para los escombros de hormigón de la demolición de elementos estructurales de un edificio de 30 años	Tratamiento Térmico	
37	Kang, W.-H., Lambrousis, G., Mirza, O., Senaratne, S. y Tam, V.	Recycled Concrete in Structural Applications for Sustainable Construction Practices in Australia	Resistencia del concreto	El uso de agregados reciclados para conducir a un futuro sostenible, ya que proporciona una alternativa al hormigón natural tradicional. Las investigaciones experimentales mostraron que el concreto que usa agregado reciclado en comparación con el agregado natural tiene menor resistencia.	Aditivos	
38	Khaldoun, R.	Shear strength of recycled aggregates concrete	Resistencia del concreto	Se informa sobre los resultados de un estudio experimental de la resistencia al cizallamiento de empuje del hormigón con agregado reciclado simple (RAC) de resistencia normal.		

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
39	Koper, A., Koper, M. y Koper, W.	Influence of Raw Concrete Material Quality on Selected Properties of Recycled Concrete Aggregates	Resistencia del concreto	Se evalúa la influencia de la calidad del material de concreto en bruto en determinadas propiedades de los ARC	Relación agua/cemento	
40	Koper, A., Koper, M., Koper, W., Kubissa, J. y Wojciech, K.	Water Demand of Concrete Recycled Aggregates	Resistencia del concreto	El procedimiento de diseño de la composición del hormigón con el método de tres ecuaciones que exige aceptar los supuestos sobre la consistencia de la mezcla de hormigón.	Relación agua / cemento	
41	Kupusamy, K., Mohammad, A. A., Mohd, Z. S. y Shahidan, S.	Utilizing Construction and Demolition (CyD) Waste as Recycled Aggregates (RA) in Concrete	Resistencia del concreto	Analiza los agregados reciclados (RA) producidos a partir de residuos CyD y su uso en la construcción de concreto.	Relación agua / cemento	
42	Kurda, R., Silvestre, J. y Brito, J.	Optimizing the economic, environmental and technical performance of concrete mixes with fly ash and recycled concrete aggregates	Resistencia del concreto	Las mezclas de hormigón que contienen agregados de hormigón reciclado (RCA) y/o cenizas volantes (FA) están optimizadas para ser utilizadas en casas residenciales sostenibles.		
43	Lantieri, C., Sangiorgi, C., Simone, A., Tataranni, P. y Vignali, V.	A laboratory and field study on 100% Recycled Cement Bound Mixture for base layers	Resistencia del concreto	La evaluación del desempeño de dos mezclas de cemento 100% reciclado (RCBM) para diferentes capas de base.		

Nº	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
44	Moriconi, G., Letelier, V. y Tarela, E.	Mechanical Properties of Concretes with Recycled Aggregates and Waste Brick Powder as Cement Replacemen	Resistencia del concreto	Analiza la variación en las propiedades mecánicas de hormigones estructurales con áridos reciclados y polvo de ladrillo de desecho como sustituto del cemento para probar el efecto del uso simultáneo de diferentes residuos en un mismo material.	Polvo Ladrillos	
45	Nováková, I. y Mikulica, K.	Properties of Concrete with Partial Replacement of Natural Aggregate by Recycled Concrete Aggregates from Precast Production	Resistencia del concreto	Los elementos defectuosos se reciclan por separado en RCA con propiedades beneficiosas y se utilizan directamente en nuevas mezclas para elementos prefabricados.		
46	Ráček, V., Vodička, J. y Vytlačilová, V.	Examples of Use of FRC with Recycled Concrete in Structures	Resistencia del concreto	La confiabilidad de las partes diseñadas de las estructuras portantes se basa en los valores de diseño que se derivan de los resultados de las pruebas comprobantes.		
47	Shaban, A.-H.	Properties of recycled concrete aggregate under different curing conditions	Resistencia del concreto	Las propiedades del hormigón que se estudiaron fueron las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y al fraccionamiento) y las propiedades de transporte de masa (ISAT y sortividad).	Dolomita	
48	Suvash, C.	Data on optimum recycle aggregate content in	Resistencia del concreto	El resumen de la investigación del "comportamiento mecánico y durabilidad del hormigón que		

N°	Autor(es)	Título	SUBTEMAS (Indicadores) 1	SUBTEMAS (Indicadores) 2	SUBTEMAS (Indicadores) 3	SUBTEMAS (Indicadores) 4
		production of new structural concrete		contiene agregado de hormigón reciclado.		
49	Trtik, T., Seps, K., Chylik, R., Fladr, J., y Pavlu, T	Properties of the composite with recycled concrete manufactured by modified technology	Resistencia del concreto	Se prueban la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción, el módulo, la resistencia a la congelación y al deshielo.		
50	Valentukeviciene, M., y Zurauskiene, R.	Experimental Research on Quality Parameters of Recycled Concrete	Resistencia del concreto	Los residuos de hormigón y sus posibilidades de re uso como agregado grueso para la elaboración de un nuevo concreto.		
51	Zieliński, K	Impact of Recycled Aggregates on Selected Physical and Mechanical Characteristics of Cement Concrete	Resistencia del concreto	Se presenta y compara las directrices más importantes, actualmente vigentes, que regulan el ámbito de uso de los agregados reciclados.		

Nota: Elaboración propia.

Tabla N° 25
Cuadro comparativo

Autor	Titulo	Procedencia del agregado Fino / Grueso	Porcentaje de agregado reciclado	Agua / cemento	resistencia a la compresión 28 días (kg/cm ²)
			0%	0.58	287.10
			20%	0.58	299.23
			40%	0.58	282.63
Velásquez ,L	Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana	Concreto procedente de construcciones y demoliciones	60%	0.58	250.23
			80%	0.58	231.67
			100%	0.58	240.33
					217.11
Barrera, G. R., Elías, S. W., Flores, F. J., y Reyna, P. C.	Efecto de la utilización de agregados de concreto reciclado sobre el ambiente y la construcción de viviendas en la Ciudad de Huamachuco.				200.18
					194.28
					185.77
			0%	0.46	
			25%	0.47	
Bedoya, C., y Dzul, L.	Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project	50% Concreto demolido y 50% mampostería de ladrillo cerámico con mortero de pega 100% residuos de concreto	50%	0.48	
			100%	0.50	
			0%		315.09

Hasan, S., Mohammed, D., Mohammed, F. y Tobeia, S.	Compressive strength improvement for recycled concrete aggregate	Hormigón procedente de obras de demolición recolectados en diferentes tamaños .El tamaño máximo del agregado grueso fue 25 mm	50%		220.26
			100%		179.47
Gutiérrez , K y Olivos, J	Diseño de mezcla usando hormigón reciclado y su influencia en las propiedades mecánicas del concreto reciclado		0%		365.17
			20%		407.20
			40%		452.73
			60%		434.40
			80%		402.73
			100%		402.67
Hussien, M., Mohammed, N. y Sarsam, K.	The influence of recycled concrete aggregate on the properties of concrete	se obtuvo triturando los cubos de ensayo de hormigón desecho utilizado en trabajos previos para conseguir piezas pequeñas con el tamaño máximo (14 mm)	0%	0.46	367.10
			50%	0.46	356.90
			100%	0.46	336.51
Suvash , C.	Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete		0%	0.58	367.10
			15%	0.58	377.30
			30%	0.58	336.51
			50%	0.58	367.10
Adams, M., Chen, T., Jayasuriya, A. y Shibata, E.	Development and statistical database analysis of hardened concrete properties made with recycled concrete aggregates		100%	0.58	356.90
			0%		469.07
			1-20%		571.04
			21-40%		458.87
			41-60%		479.27
			61-80%		356.90

				81-100%		407.89
				0%	0.58	287.10
				20%	0.58	299.23
Velásquez, L	Propiedades físico mecánicas del concreto reciclado para Lima Metropolitana			40%	0.58	282.63
				60%	0.58	250.23
				80%	0.58	231.67
				100%	0.58	240.33
Jaskowska, L.	Impurities of recycled concrete aggregate-types, origin and influence on the concrete strength parameters	5 % de agregado reemplazado por vidrio, ladrillo , poliestireno		0%	0.45	470.80
				50%	0.45	439.81
				100%	0.45	394.63
			si la calidad del agregado obtenido del reciclado primario del hormigón es alta, es posible realizar hormigones que tienen la resistencia a la compresión no menor que la resistencia a la compresión de ordinario comparable (grava) hormigones,	0%	0.53	387.49
				25%	0.59	326.31
				50%	0.61	311.01
				75%	0.62	295.72
Aoudjane, K., Falek, K., Kadri, E., y Kaoua, F.	Influence of Raw Concrete Material Quality on Selected Properties of Recycled Concrete Aggregates			100%	0.63	275.32
Suvash , C.				0%	0.58	367.10

				15%	0.58	377.30
	Data on optimum recycle aggregate content in production of new structural concrete			30%	0.58	336.51
				50%	0.58	367.10
				100%	0.58	356.90
				0%	0.46	239.74
Bedoya, C., y Dzul, L.	Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project	50% Concreto demolido y 50% mampostería de ladrillo cerámico con mortero de pega	100% residuos de concreto	25%	0.47	233.62
				50%	0.48	227.19
				100%	0.50	207.31

Nota: Elaboración propia.