

UNIVERSIDAD CATOLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL



**INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE AGREGADO RECICLADO EN
REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO QUE MEJORA LAS
PROPIEDADES DE UN CONCRETO $F'C=210 \text{ Kg/cm}^2$**

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL**

AUTOR (ES)

Br. Carrillo Rojas, Ricardo Wilfredo

Br. Vasquez Silvestre, Jorge Junior

ASESOR

Mg. Luis Alva Reyes

<https://orcid.org/0000-0003-2232-6784>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Vivienda, saneamiento y transporte

TRUJILLO-PERÚ

2022

INFORME DE TESIS CIVIL - JV

INFORME DE ORIGINALIDAD

20% INDICE DE SIMILITUD	18% FUENTES DE INTERNET	8% PUBLICACIONES	12% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	---------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	www.uct.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
5	Marilyn Del Rosario Huamán Changa, Talia Mayra Rodríguez Gozar, David Díaz Garamendi. "Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas", Gaceta Técnica, 2022 Publicación	1%
6	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%
7	fddocuments.ec Fuente de Internet	

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.
Fundador y Gran Canciller de la UCT Benedicto XVI

Monseñor Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.
Rector

Dra. Silvia Valverde Zavaleta
Vicerrectora Académica

Dr. Carlos Alfredo Cerna Muñoz PhD.
Vicerrector de Investigación

Mg. Breitner Díaz Rodríguez
Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Mons. Ricardo Exequiel Angulo Bazauri
Gerente de Desarrollo Institucional

Ing. Marco Antonio Dávila Cabrejos
Gerente de Administración y Finanzas

Mg. José Andrés Cruzado Albarrán
Secretario General

APROBACION DEL ASESOR

Yo Mg. Luis Alberto Alva Reyes con DNI N° 42013371 como asesor del trabajo de investigación “INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE AGREGADO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO QUE MEJORA LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM²” desarrollada por los bachilleres Carrillo Rojas, Ricardo Wilfredo y Vasquez Silvestre, Jorge Junior con DNI 45393679 y DNI 75098020 respectivamente, egresados del Programa Profesional de Ingeniería Civil, considero que dicho trabajo de titulación reúne los requisitos tanto técnicos como científicos y corresponden con las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en normativa para la presentación de trabajos de titulación de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

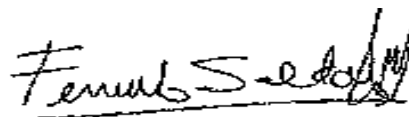
Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por la comisión de la clasificación designado por el Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura.



FIRMA DIGITAL

Mg. Luis Alberto Alva Reyes
ASESOR

PAGINA DE JURADO



Mg. Fernando Arístides Saldaña Milla

PRESIDENTE



Mg. John Piter Bejarano Guevara

SECRETARIO



Mg. Luis Alberto Alva Reyes

VOCAL

DEDICATORIA

A Dios.

Por guiarme en cada paso de mi vida y estar presente en los momentos más difíciles de esta larga carrera, que es mi profesión. Sin él nada hubiera sido posible.

A mis padres.

Por brindarme todo su apoyo y su fuerza para seguir adelante, demostrándome su afecto y compañía a lo largo de mi trayecto como estudiante, además por ser mi ejemplo a seguir, aconsejándome para no darme por vencido y enseñarme que todo es posible con perseverancia y esfuerzo

A mis hermanos.

Quienes han sido mi motivo para culminar mis estudios y seguir cumpliendo con lo que me proponga.

Carrillo Rojas, Ricardo Wilfredo

Autor

DEDICATORIA

A Dios.

Por darme amor, salud y bondad, por permitirme la oportunidad de lograr uno de mis objetivos y a pesar de los obstáculos me dio fuerza para seguir adelante.

A mis padres.

Pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo, en reconocimiento a todo el sacrificio puesto para que yo pueda estudiar, se merecen esto y mucho más.

A mis hermanos

*Que son el motivo para seguir adelante
cumpliendo cada una de mis metas.*

Vasquez Silvestre, Jorge Junior

Autor

AGRADECIMIENTO

*A Dios por habernos guiado, protegido
he iluminado a lo largo de
nuestra carrera.*

*A nuestras familias por ser la inspiración de los que hoy
somos como personas y profesionalmente, por sus sabios
consejos y su apoyo incondicional en cada momento para
culminar la carrera satisfactoriamente.*

*A nuestros docentes, por compartir con nosotros sus
conocimientos y en especial a nuestro asesor
Luis Alberto Alva Reyes por brindarnos su apoyo y
sus consejos cada vez que hemos necesitado.*

Las Autoras

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Nosotros, Carrillo Rojas, Ricardo Wilfredo y Vasquez Silvestre, Jorge Junior con DNI 45393679 y DNI 75098020, egresados del Programa de Estudios de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, damos fe que hemos seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura , para la elaboración y sustentación del trabajo de investigación titulado: “INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE AGREGADO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO QUE MEJORA LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO F’C=210 KG/CM²”, el cual consta de un total de 98 páginas, en las que se incluye 26 tablas y 10 figuras, más un total de 32 páginas en apéndices y/o anexos.

Dejamos constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaramos bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento, corresponde a nuestra autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizamos que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de nuestra entera responsabilidad.

Se declara también que el porcentaje de similitud o coincidencia es de 19 %, el cual es aceptado por la Universidad Católica de Trujillo.



DNI: 45393679



DNI 75098020

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	15
PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	17
1.1. Realidad problemática y formulación del problema.....	17
1.1.1. Problema general.....	18
1.1.2. Problemas específicos.....	18
1.2. Formulación de objetivos.....	18
1.2.1. Objetivo general.....	18
1.2.2. Objetivos específicos.....	18
1.3. Justificación de la investigación.....	19
1.3.1. Justificación económica.....	19
1.3.2. Justificación tecnológica.....	19
1.3.3. Justificación socio – ambiental.....	19
MARCO TEORICO.....	20
1.4. Antecedentes de la investigación.....	20
1.5. Referencial teórica.....	23
1.5.1. Concreto.....	23
1.5.2. Agregados.....	30
1.5.3. Agua para el concreto.....	37
1.5.4. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.....	38
1.5.5. Concreto reciclado.....	41
1.5.6. Disposición de residuos.....	42
1.6. Definición de términos básicos.....	47
1.7. Formulación de hipótesis.....	47
1.7.1. Hipótesis general.....	47
1.7.2. Hipótesis específicas.....	47
1.8. Operalización de variables.....	49

METODOLOGÍA	50
1.9. Tipo de investigación.....	50
1.10. Diseño de investigación.....	50
1.11. Población, muestra y muestreo.....	50
1.12. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.....	51
1.13. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	51
1.14. Ética investigativa	53
RESULTADOS	54
1.15. Presentación y análisis de resultados.....	54
1.15.1. Cálculo del porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	54
1.15.2. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	55
1.15.3. Determinación de la diferencia de costo de un m^3 de concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a un m^3 de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso.	56
1.15.4. Determinación de la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. 58	
1.16. Prueba de hipótesis.....	59
1.16.1. Cálculo del porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	59
1.16.2. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}$	60
1.16.3. Determinar la diferencia de costo de un m^3 de concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a un m^3 de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso.	61
1.16.4. Determinación de la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$	

Kg/cm². 63

1.17. Discusión de resultados	64
CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS	65
1.18. Conclusión.....	65
1.19. Sugerencias.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXO.....	72

INDICE DE FIGURAS

Fig. 01: Variación de las proporciones usadas en concreto, en volumen absoluto	25
Fig. 02: Porcentaje de producción de agregados reciclados por países europeos	42
Fig. 03: Clasificación de los RCD.....	44
Fig. 04: Clasificación y opciones de manejo de los residuos de la actividad de la construcción	45
Fig. 05: Diagrama de flujo de proceso	53
Fig. 06: Media de resistencia de concreto reciclado.....	55
Fig. 07: Variación de la resistencia a compresión de las muestras trabajadas.....	56
Fig. 08: Comparación de costos unitarios de concreto reciclado por m3.....	57
Fig. 09: Influencia del porcentaje de concreto reciclado.....	58
Fig. 10: Costo unitario de concreto reciclado por m3	62

INDICE DE TABLAS

Tabla 01: Tipos de cemento portland.....	26
Tabla 02: Composición química del Clinker (% En Masa).....	27
Tabla 03: Características químicas de los cementos portland tipo I.....	28
Tabla 04: Características físicas de los cementos portland peruano	29
Tabla 05: Resistencia De Los Cementos Portland Tipo I, II, III, IV Y V (Astm C150). 30	
Tabla 06: Requisitos granulométricos para agregados gruesos.....	33
Tabla 07: Operacionalización de variables.....	49
Tabla 08: Muestras a ensayar por resistencia compresión.....	51
Tabla 09: Promedio de resistencia a compresión de las muestras trabajadas (kg/cm ²)	54
Tabla 10: Comparación de costos unitarios de concreto reciclado.....	57
Tabla 11: ANOVA para la resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado	59
Tabla 12: Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado	60
Tabla 13: Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado.	61
Tabla 14: Costo del concreto, análisis de diferencia porcentual con interpolación en Max cost & Min cost.....	63
Tabla 15: Análisis de precios unitarios al 0 %	84
Tabla 16: Análisis de precios unitarios al 30 %	85
Tabla 17: Análisis de precios unitarios al 435 %	86
Tabla 18: Análisis de precios unitarios al 40%	87
Tabla 19: Análisis de precios unitarios al 45 %	88
Tabla 20: Análisis de precios unitarios al 50 %	89
Tabla 21: Ensayo a la compresión 0 %	91
Tabla 22: Ensayo a la compresión 30 %	92

Tabla 23: Ensayo a la compresión 35 %	93
Tabla 24: Ensayo a la compresión 40 %	94
Tabla 25: Ensayo a la compresión 45 %	95
Tabla 26: Ensayo a la compresión 50%	96

RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito determinar la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ kg/cm². Para cumplir del proyecto se elaboraron 90 probetas cilíndricas con una dimensión de 4x8", en seis (06) grupos de 15, cada uno con diferente porcentaje de agregado grueso reciclado (0, 30, 35, 40, 45, y 50 %). Posteriormente se procedió al curado en agua por 28 días.

Una vez concretado el tiempo de curado (28 días), se procedió a determinar el ensayo de resistencia a la compresión por medio de una prensa hidráulica, los datos obtenidos experimentalmente fueron anotados para posteriormente analizarlos y compararlos entre los diferentes porcentajes.

Llegando a la conclusión que en el caso de la resistencia a la compresión y costos del concreto reciclado existe una influencia tanto positiva como significativa, obteniendo que el porcentaje más idóneo para elaborar es el concreto que utiliza el 40 % de reemplazo de agregado grueso reciclado, puesto que supera la resistencia requerida (210 kg/cm²) y este a su vez genera un menor gasto en la elaboración del concreto reciclado.

Palabras claves: agregado reciclado, concreto, resistencia a la compresión

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to determine the influence of the percentage of recycled aggregate in replacement of the coarse aggregate that improves the properties of a concrete $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$. To fulfill the project, 90 cylindrical specimens with a dimension of 4x8" were made, in six (06) groups of 15, each with a different percentage of recycled coarse aggregate (0, 30, 35, 40, 45, and 50%). Subsequently, curing was carried out in water for 28 days.

Once the curing time (28 days) was specified, the compressive strength test was determined with the help of a hydraulic press, the data obtained experimentally were recorded for later analysis and comparison between the different percentages.

Concluding that in the case of the compressive strength and costs of recycled concrete there is both a positive and significant influence, obtaining that the most suitable percentage to elaborate is the concrete that uses 40% replacement of recycled coarse aggregate, since it exceeds the required resistance (210 kg/cm^2) and this in turn generates less expense in the production of recycled concrete.

Keywords: recycled aggregate, concrete, compressive strength

PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Realidad problemática y formulación del problema

A nivel mundial la reutilización de desechos en las construcciones, en donde se da por medio de la industria de la construcción, viene siendo una práctica muy relevante para combatir el impacto ambiental que se está dando en la actualidad y también poder abordar una propuesta en base a la gestión de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en el mundo (Bustos, Pumarejo, Cotte, y Quintana, 2017). Solo en 2014, según la Oficina Europea de Estadística, se produjeron 2.503 millones de toneladas de RCD en la unión europea, los países como Holanda, Alemania, y Reino Unido incorporan a sus mezclas hasta un 30 % de agregado RCD en sus mezclas de concreto si haber modificado paulatinamente su diseño de mezcla (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible [WBCSD], 2009)

Por otro lado, en el Perú existe desconocimiento de las empresas que están autorizadas para depositar los RCD, en lo cual la mayoría de los residuos terminan arrojándose en el mar, ríos y otros lugares no autorizados, produciéndose contaminación del medio ambiente. Según el diario el Comercio en su publicación del 20 agosto del año 2017, solo en Lima se arroja 19 mil toneladas de Residuo de construcción y Demolición haciendo un equivalente de 30 000 metros cubico de desmoste. Desde este punto de vista se busca tener un mejor manejo de los RCD, y así poder reducir la contaminación ambiental teniendo como resultado una mejor salubridad para el bienestar de la población.

En la actualidad, en la ciudad de Trujillo se desconoce el uso de un concreto reciclado en construcciones; por ende, el estudio actual planea evaluar y conocer el efecto de resistencia a la compresión de un concreto tradicional utilizando RCD, en la cual consiste en reemplazar con distintos porcentajes el agregado tradicional por el reciclado, de esta manera generando nuevas estrategias para una mejora en la reducción de la contaminación ambiental que genera los RCD, empleando una nueva propuesta tecnológica para la construcción.

Formulación del problema

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Como varia la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$?
- ¿Cuál es la diferencia de costo de un m^3 de concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a un m^3 de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso?

1.2. Formulación de objetivos

1.2.1. Objetivo general

- Determinar la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

1.2.2. Objetivos específicos

- Calcular el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.
- Analizar la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.
- Determinar la diferencia de costo de un m^3 de concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto a un m^3 de concreto con porcentaje de agregado reciclado

en reemplazo del agregado grueso.

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación económica

El emplear concreto reciclado en los elementos no estructurales es un beneficio económico, ya que es un material más accesible para las personas de bajos recursos, por ello resulta más rentable al usar materias reciclables (RCD) que usar las materias primas tradicionales, obteniendo así un bajo costo en la elaboración del concreto tradicional (Bedolla, 2003).

1.3.2. Justificación tecnológica

El presente trabajo resulta atractivo e innovador en el ámbito tecnológico, dado que se propone utilizar el RCD como un nuevo material para la elaboración de un concreto tradicional, obteniendo simultáneamente las mismas características mecánicas de un concreto tradicional.

1.3.3. Justificación socio – ambiental

Desde lo socio- ambiental, el reciclar los R.C.D. es bastante beneficioso, ya que la vida útil de los rellenos sanitarios aumenta y evita el utilizar recursos no renovables para así concientizar a la sociedad un cambio cultural progresivo; al hacer uso de los RCD como materia prima ocasionado la disminución de la depredación de las canteras y al mismo tiempo reduce la contaminación que se genera al medio ambiente.

MARCO TEORICO

1.4. Antecedentes de la investigación

Smith. (2010) en su trabajo de investigación titulada “Recycled Concrete Aggregate – A Viable Aggregate Source For Concrete Pavements”, cuyo contenido hace referencia acerca de la utilización de agregado reciclado de obras civiles en base a una posible escasez de agregado virgen que sirve para elaborar concreto y así mismo reducir la contaminación del medio ambiente. La investigación trae como principal finalidad evaluar la influencia de rendimiento del agregado grueso reciclado en un concreto tradicional utilizando proporciones de reemplazo de 0% 15%, 30% y 50%, concluyendo que el porcentaje ideal de agregado grueso reciclado es de 30% obteniendo un mejor rendimiento de resistencia a la compresión a los 28 días y registrando un mayor costo de ahorro en la fabricación que a comparación de un agregado tradicional.

Amorim, De Brito, & Evangelista. (2012) en su artículo de investigación titulada “concrete with coarse concrete aggregate: influence of curing on durability” cuyo objetivo fue elaborar un concreto con agregado reciclado con porcentajes de (0%, 20%, 50% y 100% de reemplazo), aplicando una metodología de curado de concreto con cuatro maneras distintas las que fueron (ambiente de la puerta, condiciones de laboratorio, cámara húmeda e inmersión en agua), obteniendo un resultado que el concreto con 20% de agregado reciclado exhibe una pérdida insignificante que a los demás porcentajes y al grupo control.

Jordan y Viera. (2014) con su tesis titulada “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra” busco implementar el residuo de construcción y demolición en un nuevo concreto convencional; por ello, el estudio objetó realizar un concreto tecnológico con la implementación de un agregado reciclado, en lo cual utilizaron porcentajes para la sustitución, en 25%, 50% y 100%, para así compararlo por el concreto de diseño 210 y 175, que no ha tenido sustitución del agregado; en la cual se concluye que comparando la resistencia de los concreto con agregado reciclado de 25% elevó su resistencia al ser sometido a la compresión, sin

embargo, se obtiene un mayor costo de producción que a comparación de 50% de agregado reciclado.

Yehia, Helal, Abusharkh, Zaher & Istaitiyeh. (2015) en la revista de investigación llamada “strength and durability evaluation of recycled aggregate concrete”, trata de busca la capacidad de reemplazar el agregado grueso reciclado en su totalidad de 100% al agregado natural para un concreto convencional pudiendo llegar a la resistencia y durabilidad requerida, en la cual tiene como objetivo el documento busca la vialidad de las propiedades de los agregados de un concreto, pudiendo llegar a la conclusión que si se puede llegar a utilizar el remplazo del agregado 100% de reciclado obteniendo una resistencia y durabilidad aceptable si es que se logra muy buena densidad en el empaque.

Girio. (2015) En su tesis “Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 Kg/M2, empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus Costos Unitarios vs Concreto con Agregado Natural, Barranca – 2015”, cuya finalidad fue determinar las propiedades que posee el agregado reciclado para ser empleado en la elaboración de concreto con resistencia a la compresión 210 y 280 Kg/cm2 y así lograr determinar la variación de costos en comparación al concreto elaborado con agregado natural, realizando diseños sustituyendo en porcentajes de 25%, 50% y 100% por agregado grueso reciclado. Se llega, de esta manera, a la conclusión que al sustituir el agregado grueso natural en un 25% con agregado reciclado, se obtiene notables propiedades físicas, mecánicas, químicas y de excelente resistencia a la compresión, con un costo de concreto por M3 a S/.187.29.

Salas. (2018) realizo su tesis “Sostenibilidad de los agregados reciclados de residuos de concreto para obras civiles en la elaboración de concretos” la cual resume que como principal objetivo tiene desarrollar un concreto económico y sostenible para la elaboración de concreto en obras de construcción, para lo cual se procedió con la sustitución de la grava porcentaje de 0% y 15% con el concreto reciclado en un concreto con respuesta a la maquina compresora de 175 y de 215 kg/cm2, en constancia del análisis de los resultados, se pudo concluir que reemplazando el agregado grueso

empleando concreto reciclado en ambos porcentajes es desfavorable con una disminución de 5% que el concreto convencional en propiedades mecánicas y más favorable en comparación al costo.

Caceres y Valencia. (2018) una investigación que se titula “Estudio de la Influencia del Tipo y Porcentaje de Reemplazo de los Agregados Reciclados en las Propiedades del Concreto, Para Diseños de $f'c$ 175, 210 y 280 Kg/Cm², en la Ciudad de Arequipa”, en la cual se basa en determinar el efecto que tendrá contra la compresión con la sustitución de agregado reciclado, utilizando dos tamaños del nuevo agregado reciclado aplicando a los porcentajes de remplazo de 25%, 50% y en su totalidad del agregado que ha sido reciclado, pudiendo llegar a la conclusión que para el diseño de 175 Kg/cm² el porcentaje más óptimo de reemplazo de agredo grueso reciclado es del 100%, puesto que disminuye un 10.19% de la resistencia respecto a la resistencia control y siendo viable al costo-beneficio, obteniendo un ahorro de un 2.9%.

Cayotopa. (2019) en su investigación titulada “Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto $f'c=210$ kg/cm², reemplazando el agregado grueso por ladrillo y concreto reciclados, en diferentes porcentajes” cuyo objetivo fue determinar la resistencia a la compresión de ladrillos elaborados con concreto $f'c = 210$ kg/cm², reemplazando, de esta forma, el agregado grueso por ladrillo y concretos de reciclaje, cuyo porcentajes en reemplazo fue de 10%, 15% y 20% de concreto, pudiendo llegar a la conclusión que el 10% es el porcentaje más óptimo para el reemplazo de agredo grueso reciclado aumentado en un 5.06% en la resistencia a la compresión en comparación a la muestra patrón.

(Elías et al., 2020) En su revista de investigación llamada “Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco” tuvo como finalidad la determinación del efecto que causa el emplear agregados de concreto reciclado (ACR) como materia prima para elaborar concreto para la edificación de viviendas, en la cual se empleó como materia prima, el cemento Portland Tipo I, en el diseño de mezcla, agregado grueso de 1/2" y 3/4", sustituyendo así, el agregado grueso con concreto reciclado en porcentajes

de 50%, 75% y 100% respectivamente. Se elaboraron probetas de concreto simple y concreto conteniendo ACR según la Norma Técnica Peruana 339.033, así se pudo determinar que el concreto con contenido de 50% ACR presentó la más alta resistencia a la compresión, obteniendo 200,18 kg/cm².

Uñapillco. (2021) En la investigación llamada “Análisis del comportamiento mecánico de un concreto $f'c=210$ kg/cm² incorporando material reciclado- puerto Maldonado 2021” la cual tiene como fin el aprovechar residuos sólidos de demolición de construcciones con un análisis del conteo con 24 probetas para someterlas a una resistencia a la compresión, lo cual se trabajó con diferentes porcentajes (0 %, 25 %, 50% y 100%) con resistencia de $f'c=210$ kg/cm², los resultados que se obtuvieron fueron incorporando el 25% de agregado grueso reciclado alcanzando una resistencia de 210.20 kg/cm², la proporción del 50% alcanza una resistencia de 207.20 kg/ cm², mientras la del 100% alcanza a una resistencia de 203.60 kg/cm².

1.5. Referencial teórica

1.5.1. Concreto

El concreto o llamado también hormigón, es un material estructural que está formada por una mezcla homogénea de agregado fino (arena) agregado grueso (grava), pasta (cemento y agua), y en algunas ocasiones con aditivos (Segura, 2011). En la actualidad, el concreto es el material más empleado en el sector de la construcción debido a las propiedades de duración, resistencia, y también por la facilidad de producción generando una economía rentable (Gutiérrez, 2004).

En la composición de los materiales del concreto podemos obtener dos tipos de agregado o áridos: fino y grueso. En lo cual pueden contribuir con un 60% a 75% del volumen total del concreto. (Gutiérrez, 2004).

El agregado fino, tienen sus partículas con una medida hasta 9.5 mm o 3/8 pulg, pudiendo ser arenas finas o también artificiales. El agregado grueso (grava), tiene la

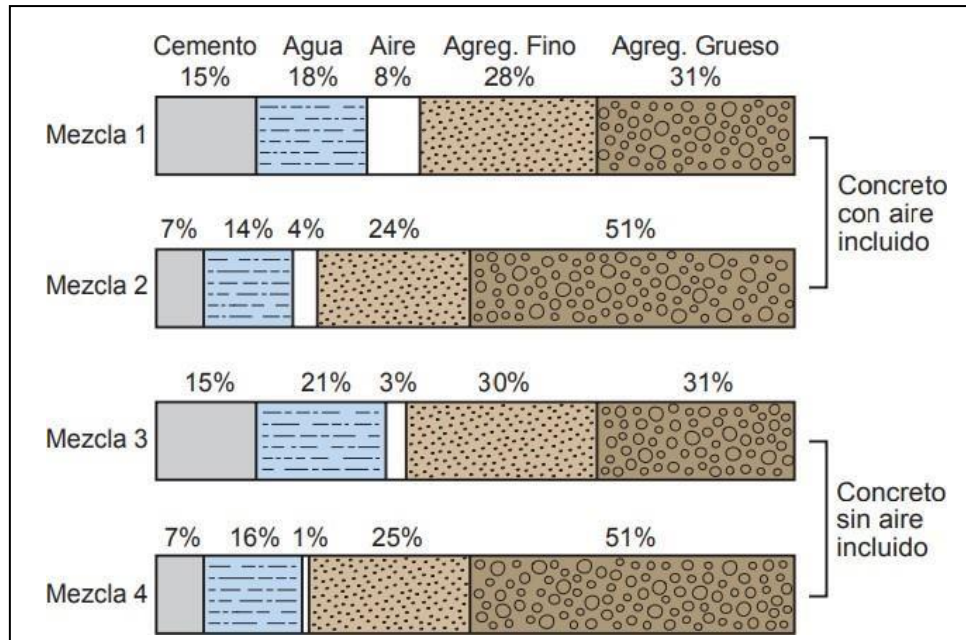
particularidad que en la dimensión de sus partículas va desde los 1.18 mm hasta llegar los 150 mNm (6 pulg). El tamaño máximo nominal (TMN) en promedio del agregado grueso es de 3/4 pulg o también 1 pulg (Steven, Kosmatka, Beatrix, William. Panarese, y Tanesi. (2004).

La pasta del concreto está conformada por cemento (material cementante), agua y aire. La pasta conforma entre un 25% a 40% del volumen total del concreto, donde el cemento ocupa un 7% a 15%, el agua está entre 14% y 21%, y el aire entre 1% a 8% del volumen total del concreto (Steven, Kosmatka, Beatrix, William. Panarese, y Tanesi, 2004).

Para obtener una buena resistencia a la compresión de concreto, no solo basta con tener las proporciones ideales con los materiales de buena calidad, se debe tener en cuenta los factores externos a la producción del concreto como el transporte a la obra, vaciado y curado.

Figura 1

Variación de las proporciones usadas en concreto, en volumen absoluto.



Nota: Tomado de Portland Cement Association. (2004).

1.5.1.1. Componentes del concreto

Cemento. Es un aglomerante hidráulico, ya que está conformado por materiales artificiales de naturaleza inorgánica, en lo cual son molidos para luego ser amasado con agua, formando una pasta para luego obtener un endurecimiento por motivos de las reacciones de hidrolisis e hidratación de las materias que lo componen, surgiendo productos resistentes y estables a cualquier tipo de clima.

Este endurecimiento hidráulico se da como resultado de las mezclas del agua y los diferentes constituyentes del cemento, proporcionando este material básico para las diferentes construcciones que se realiza en la actualidad (Kosmatka H, Panarese C, y Bringas, 1992).

El cemento es el material más importante para la elaboración del concreto,

y por lo general tiene el mayor costo a comparación de los demás materiales para la elaboración del concreto, por lo tanto, se debe de elegir la mejor proporción, calidad y el uso adecuado del cemento para obtener mejores propiedades deseadas del concreto (Rivva, 2000).

Tabla 1

Tipos de cemento portland (ASTM C 150)

TIPO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS OPCIONALES
I	Uso General	1, 5
II	Uso General, Calor De Hidratación Y Resistencia Moderada A Los Sulfatos	1, 4, 5
III	Alta Resistencia Inicial	1, 2, 3, 5
IV	Bajo Calor De Hidratación	5
V	Alta Resistencia A Los Sulfatos	5, 6

Nota. Tomado de la PCA (Portland Cement Association). Diseño y Control de Mezclas de Concreto (2016).

Clinker portland. El Clinker portland se obtiene por un proceso de sinterización(calcinación) de una mezcla, en la que se encuentra la:

- Caliza
- Arcilla
- Arena
- Compuestos de hierro, entre otras materias.

Esta mezcla se somete a altas temperaturas para obtener un nuevo compuesto (Kosmatka H, Panarese C, y Bringas, 1992).

Tabla 2*Composición Química Del Clinker (% En Masa).*

Fase	Fórmula	Abreviatura	Rango	Valor medio
Silicato tricálcico	3CaO SiO ₂	C ₃ S	76 - 79	61
Silicato bicálcico	2CaO SiO ₂	C ₂ S	5 - 30	15
Ferrito aluminato tetracálcico	4CaO (Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃)	C ₄ (A ₂ F)	4 - 16	8
Aluminato tricálcico	3CaO Al ₂ O ₃	C ₃ A	6 - 18	12
Cal libre	CaO	C	0.1 - 4	1
Oxido de magnesio libre	MgO	M	0.7 - 1.5	1.5

Nota. Datos Extraídos de cemento y hormigónminas (2020).

Cemento portland. Es un cemento hidráulico en la cual es producido por medio del proceso de la sinterización del Clinker, compuesto por CaO · SiO₂ · H₂O (silicatos de calcio hidráulico), CaSO₄ (sulfato de calcio), generarme contiene caliza (NTP 334.009 2013).

Los cementos hidráulicos, tienden a fraguar y endurecer por la reacción química que se genera al mezclar con el agua, la cual es llamada hidratación, generando así una pasta (SANJUÁN, 2004).

Cuando se agrega el cemento portland junto al agua (pasta), junto a los agregados finos y gruesos, la pasta actúa con un material ligante adhesivo, creando así un concreto, el material que más versátil para el uso en la construcción en todo el mundo (SANJUÁN, 2004).

La hidratación del cemento hidráulico es el proceso en el cual se genera al mezclarse con el agua, produciendo enlaces cristalinos, con lo cual este proceso hace que la pasta se convierta en un material aglutinante. Este proceso se da a

partir de las tres horas del mezclado, pero este tiempo depende a la finura del cemento y al tipo de aditivo que se está usando o no. Y, por último, el concreto tiene a fraguar y endurecer (SANJUÁN, 2004).

Tabla 3

Características Químicas De Los Cementos Portland Tipo I.

Requisitos	Método de ensayo NTP	Cemento Portland Tipo I
Contenido de aire del mortero, volumen %:	334.048	
Min		-
Max		12
Finura, Superficie específica (m²/Kg)	334.002	
Ensayo de permeabilidad de aire		
Min		260
Max		-
Expansión en autoclave,	334.004	
Max, %		0.8
Resistencia a la compresión no menor a los valores indicados (MPa):		
1 día		-
3 días		12
7 días		19

28 días	-
Tiempo de fraguado	334.006
Ensayo de vicat, minutos	
Tiempo de fraguado no menor que:	45
Tiempo de fraguado no mayor que:	375

Nota. Datos tomados de la NTP 334.009 (2020)

Tabla 4

Características Físicas De Los Cementos Portland Peruano.

Requisitos	Método de ensayo NTP	Cemento Portland Tipo I
Oxido de aluminio, (Al ₂ O ₃), Max, %		-
Oxido de Férrico, (Fe ₂ O ₃), Max %		-
Oxido de magnesio, (MgO), Max %		6
Trioxido de azufre, (SO ₃), Max %	334.086	-
Cuando (C3A) es 8% o menos		3
Cuando (C3A) es más del 8%		3.5
Perdida por ignición, Max %	-	-
Cuando la caliza no es un ingrediente		3
Cuando la caliza es un ingrediente		3.5
Residuo insoluble, max %		1.5

Nota. Datos tomados de la NTP 334.009 (2020)

Tabla 5

Resistencia De Los Cementos Portland Tipo I, II, III, IV Y V (Astm C150).

TIPOS DE CEMENTO PORTLAND	Resistencia A La Compresión (%)			
	3 días	7 días	28 días	3 meses
I	100	100	100	100
II	85	89	96	100
III	195	120	110	100
IV	-	36	62	100
V	67	79	85	100

Nota. Datos extraídos de Astm C150 (2020)

1.5.2. Agregados

Los agregados son considerados como materiales fáciles de conseguir, además en la comparación de precios con el cemento los agregados resultan tener un precio menor que este, pero, la principal razón que se consideran los agregados es porque son los encargados de darle consistencia al concreto, cumpliendo respectivamente con especificaciones requeridas, ya sea, tamaño, de donde proviene y hasta la limpieza, pero lo más importante es la calidad que tenga el agregado, acompañado de unas buenas características tanto física, como químicas y mecánicas (Marulanda, 2018).

Propiedades de los agregados. (Marulanda, 2018), Los agregados deben ser examinados para poder diferenciar las distintas características que tengan, ya sea que estas se encuentren intrínsecas o no. Para sus características físicas se le da una mayor importancia, ya que son las que suelen preocupar más, teniendo que destacar alguna de ellas:

- Peso Específico
- Módulo de Elasticidad
- Porosidad y absorción
- Sanidad
- Resistencia Mecánica
- Resistencia a la abrasión.

Propiedades químicas de los agregados. Siguen teniendo la misma composición mineral de su origen, como ya se expresó anteriormente no son de tener reacciones químicas ya que los agregados suelen ser inertes. Pero, desde los años 50 se observó por primera vez la reacción de un agregado al este ser utilizado para el concreto y reaccionar con el cemento. (Marulanda, 2018).

Reacción de agregado álcali. Son denominados así por su composición, ya que tienen como principal agregados al silicio y al carbono (carbonato). Los que han sido mencionados primeros tienden a tener facilidad a reaccionar con la composición del cemento, los cuales son hidróxidos, esto da como resultado que el volumen aumente y que la absorción de agua sea mayor a la normal, es decir tiene una mayor expansión, además con esta expansión se crean fallas, lo cual lleva a la producción de rupturas, a lo ya explicado se le conoce como la reacción de álcali. Para el carbonato a diferencia de la sílice, es menos común observar ello, ya que la reacción se da de manera muy inusual o se da con menos frecuencia que la reacción del álcali con la sílice (Marulanda, 2018).

Los agregados tienen una reacción potencial, la cual se puede llevar a cabo en ensayos químicos, lo cual se encuentra normado por la NTP, donde nos dice que después de haber hecho la trituración del material tenemos que hacer que reaccione (Marulanda, 2018).

Para poder llegar a la determinación de la reacción que se da con el carbonato, será necesario guiarnos de la descripción que nos brinda la norma ASTM-C586.

La mejor reacción que se podría dar con los agregados químicamente es la que lleva el nombre de Epitaxia, como muchos sabemos esta es la encargada de mejorar la cohesión de los agregados de distintos tipos, en su mayoría suelen ser calizos.

Propiedades físicas de los agregados.

Peso específico. Saber el peso específico de del agregado es importante ya que este valor es usado dentro del diseño del concreto, el peso suele ser relacionado con la densidad, y es verdad, ya que el primero se define como la masa de la unidad o material que tiene el volumen de su parte impermeable, mientras la densidad tiene la misma definición, sumando el uso del peso de aire. En los 2 casos la cantidad se expresa g/cm^3 (gramos sobre centímetro cúbico) (Marulanda, 2018).

Porosidad y absorción Las rocas que son parte o las mismas que son agregados, tienen un grado de porosidad, sea mayor o menor independientemente del lugar de proveniencia, pero la porosidad trae consigo vacíos, los cuales hacen permeables al agregado, pero el tamaño es relativo, ya que cambia el parecer de la vista con el de un microscopio. No todas las rocas, tienen un grado de porosidad bajo, ya que es común encontrar en ellas el porcentaje de permeabilidad alto, lo cual, tiene influencia en el aspecto de los agregados, en su tamaño, en su distribución y además también en su forma (Marulanda, 2018).

La Granulometría. La granulometría es acción o el ejercicio que se realiza al medir los granos que se han formado en los sedimentos del suelo y también de calcular la cantidad que corresponde según su tamaño, para poder realizar la medición se utiliza la escala granulométrica de forma que podamos hallar su origen y las propiedades mecánicas que estas poseen.

La granulometría y la proporción máxima de los agregados perjudican las proporciones referentes a los agregados, de la misma manera con los requisitos que se le dan al cemento y al agua, su forma en que se trabaja, su porosidad, la capacidad de bombeo, su durabilidad y su contracción.

Una de las formas más comunes de realizar el análisis granulométrico es determinando el tamaño de las partículas a través de una serie de mallas que poseen distintos tamaños en su entre mallado, lo que permite que actúen de filtros, al conjunto de estos instrumentos se le conoce como columna de tamices (Marulanda, 2018).

Tabla 6

Requisitos Granulométricos para Agregados Gruesos (ASTM C 33, AASHTO M 80, IRAM 1531).

Número del tamaño	Tamaño nominal, tamices con abertura cuadradas	Cantidades más finas que cada tamiz de laboratorio				
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3 ½ pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2 1/2 pulg.)	50 mm (2 pulg.)
1	90 a 37.5 mm (3 ½ a 1 ½ pulg.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-
2	63 a 37.5 mm (2 ½ a 1 ½ pulg.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 pulg.)	-	-	-	100	90 a 100
357	50 a 4.75 mm (2 pulg a No. 4)	-	-	-	100	95 a 100
4	37.5 a 19.0 mm (1 ½ a ¾ pulg.)	-	-	-	-	100
467	37.5 a 4.75 mm (1 1/2 pulg a No.4)	-	-	-	-	100
5	25.0 a 12.5 mm (1 a 1/2 pulg.)	-	-	-	-	-
56	25.0 a 9.5 mm (1 a 3/8 pulg.)	-	-	-	-	-
57	25.0 a 4.75 mm (1 pulg a No, 4)	-	-	-	-	-
6	19.0 a 9.5 mm (¾ a 3/8 pulg.)	-	-	-	-	-
67	19.0 a 4.75 mm (¾ pulg a No. 4)	-	-	-	-	-
7	12.5 a 4.75 mm (1/2 pulg a No.4)	-	-	-	-	-
8	9.5 a 2.36 mm (3/8 pulg a No. 8)	-	-	-	-	-

Nota. Datos tomados de ASTM C 33, AASHTO M 80, IRAM 153 (2020)

Características de los agregados Para todo tipo de construcción en normal y común usar agregados, ya que como lo describimos al principio tiene una vital importancia en las obras grandes y en las más pequeñas también, incluyendo los

ensayos de laboratorio, ya que de estos mismos materiales dependen la resistencia que tenga el concreto, mortero o la mezcla realizada, tiene que ver también con la estructura que tenga el material, por lo general encontramos materiales granulares, y cuando encontramos materiales muy grande tienden a ser triturados, pero si es que esto no se realizan bien pueden provocarse fallas que dañen a la mezcla o a la construcción (Marulanda, 2018).

En el mundo de la ingeniería se ha ido desarrollando una tecnología para cada cosa, para este caso se ha logrado hacer un ensayo que determine la resistencia a ser triturado, sea el agregado que fuese puede determinarse esta resistencia, esto se ve por lo general para los materiales que van a ser utilizados para los concretos, así poder tener una perspectiva de cómo va a responder el producto final a la compresión (Marulanda, 2018).

Los elementos áridos y las arenas. Es aquel material que para poder ser identificado se tienes que usar un instrumento llamado Tamiz, lo que hace que este instrumento se cargue de separar las partículas según su tamaño. (Marulanda, 2018). s

Para determinar un elemento fino se emplea el tamiz cuyo diámetro de su malla es de 4,75 mm, de manera que todo lo que pase por este número de malla se considera material fino o también considerado arena. (Marulanda, 2018).

Los compuestos finos o arena están compuesta por la descomposición de rocas finas y partículas pequeñas de minerales que, al ser triturados por condiciones de la naturaleza, esta tenga una dimensión es inferior a los 5 mm (Marulanda, 2018).

En la actualidad el material granular se clasifica según su diámetro o también en base a su tamaño máximo nominal (TMN). Se utiliza por medio de una fila que es colocado de manera vertical (mayor abertura en la parte superior y más pequeña en la parte inferior), de tal manera que los materiales que los materiales al ser pasado por ese, se clasifique según tu tamaño. (Marulanda, 2018).

En este proceso se encuentra tres tipos de arenas que se emplean en las construcciones, las cuales tenemos:

- Arenas finas; Son aquellos granos arenas que pasan por el tamiz cuyo diámetro es de 1 mm, y a su vez las que logran ser retenido por el tamiz de diámetro de 0.25mm.
- Arenas medias. Es aquella clase de grano cuyo diámetro no supera el tamiz de 2.55 mm y a su vez logra ser retenido por el tamiz de 1 mm de diámetro.
- Arenas gruesas. Son aquellas arenas que el tamaño de su grano va entre lo pasante de la malla de 5 mm, y lo retenido de la malla de los 2.5 mm. Por términos generales se conoce a la arena por tener su estructura de grano grueso, a lo cual sirve para tener una mejor elaboración de morteros, en comparación a los mismos, pero elaborado con arena fina. La principal razón de usar arena gruesa, se da porque su estructura al tener un grano mayor a la arena fina este tiende a usar un mayor aglomerante para el cual le permita rellenar los espacios vacíos que se genera al momento de su elaboración de la mezcla, así mismo el tiempo de adherencia es menor. Por otro lado, en el caso del mortero se elabore con arena de grano fino, este tiende a tener una mejor consistencia plástica, y a su vez será mucho más poroso y mucho más inherente. (Marulanda, 2018).

El agregado o compuesto fino. Como se sabe la estructura del agregado fino tiende a tener sus partículas de forma redondeada así como que, al tener un contacto con las manos, este sea muy suave, lo que también significa que, al momento de elaborar el mortero, este utilice poca agua al momento de ser mezclado (Marulanda, 2018).

Se conoce que el agregado fino al tener una estructura especial siempre sus proporciones al momento de trabajar son exactas, y a su vez junto al compuesto grueso sean completamente proporcionales. De tal manera al compararse con el compuesto grueso, la superficie trabajada es completamente diferente (Marulanda, 2018).

Es preciso saber que al momento de tamizar el agregado fino (análisis granulométrico), este tiene que ser más preciso posible, por motivo que de este

depende el agua que va a implementar la mezcla trabajada (Marulanda, 2018).

Con el tiempo, se a dado a notar que las arenas finas al tener un módulo de finesa debajo de los 2.5 dan, se considera excelente material para trabajar, además ayuda al concreto tenga una consistencia plástica y no pegajosa al omento de vaciar la mezcla, ya que, si fuera este el caso, afectaría al momento de ser compactado (Marulanda J, 2018).

Además, si el módulo de finesa del agregado fino es de 3.0 o un poco mayor se tiene reportes que es la mejor para el trabajo, presentando mayor trabajabilidad y una mejor resistencia a la compresión que otras (Marulanda, 2018).

Por último, si su módulo de finesa sea 3.0 dan o mayor a este, el concreto que se trabajar tendría la característica de tener una mejor trabajabilidad y también obtener una mayor resistencia a la compresión (Marulanda, 2018).

El agregado o compuesto grueso. Se ha demostrado en una serie de estudios que para que una probeta de concreto que de por si es una muestra tenga una elevada resistencia a la compresión debe poseer un contenido muy alto de cemento además de que la relación entre el agua y el cemento debe ser muy baja. Pero el factor que nos interesa en este momento es que el agregado a utilizarse para lograr estas condiciones debe encontrarse en un rango de 12,7 mm hasta los 9,5 mm aproximadamente (Marulanda, 2018).

Se ha determinado que la adherencia promedio para obtener tal resistencia debe encontrarse entre los 76mm de las particulitas, esto sería apenas un 10% del total del agregado que pasa por la malla de 12,5 mm.

Otros aspectos que tiene que ver con el tamaño de este tipo de agregados es las considerables probabilidades de que se logre encontrar fisuras o ralladuras en las operaciones realizadas, esto debido a que como el agregado tiene un tamaño mucho mayor hace que la superficie tenga una exfoliación en sus caras (Marulanda, 2018).

La alta resistencia que este agregado ofrece a todo tipo de esfuerzos genera una diferencia en tres los límites de plasticidad o pastas en comparación con las de los agregados más finos.

Siendo de los más representativos de sus cualidades la resistencia que estos ofrecen según las características físicas que posean, ya sean de caras redondeadas o de caras angulares, siendo así los usado para cada uno según lo que se de obtener. A estos factores distintos de resistencia se les denomina trabazón mecánica que poseen todas las partículas que tienen ángulos como estructura física (Marulanda, 2018).

Pero es bueno advertí que todo en exceso es malo, y en este caso no es la excepción de forma que muchos agregados con características angulosas pueden también producir un gran aumento del requerimiento de agua y una dificultad al momento de poder manipularlo. Siendo así que el agregado grueso perfecto es aquel que posee una composición física limpia al mismo tiempo debe ser angulosos con un porcentaje de trituración de 100, preferiblemente se tiene que evitar aquellos que tiene partículas planas y alargadas (Marulanda, 2018).

1.5.3. Agua para el concreto

La función primordial del agua dentro de la mezcla es de mucha importancia, ya que es la encargada de que la mezcla del cemento sea hidratada y al mismo tiempo sea trabajable. De la totalidad del agua que será empleada para la realización de un concreto, solo una parte de esta tendrá la función de hidratar al cemento, mientras el agua restante no genera ninguna otra alteración y se va evaporando con el transcurso del tiempo; el agua evaporada ocupaba un lugar dentro de la mezcla y al desaparecer deja dentro de la misma huecos conocidos también como vacíos, los cuales tienen como efectos la reducción de la resistencia del concreto y al mismo tiempo disminuye la durabilidad.

El agua recomendada para que el cemento se hidrate adecuadamente es en un porcentaje de alrededor de un 25% a un 30% con respecto a la masa que tenga el

cemento, con este porcentaje solo nos refiere a la hidratación, puesto que para que la mezcla sea trabajable sería un total del 40% de agua, por tanto, la colocación de agua en la mezcla tiene que ser adecuada para que el concreto sea trabajable (Marulanda, 2018).

1.5.4. Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido

Evaluando las propiedades mencionadas, nos permitiremos el conocimiento del concreto con respecto a sus distintas etapas. La trabajabilidad que tenga el concreto y también el aire que tenga con respecto a sus primeros días y a los últimos. La resistencia que tendrá sometido a la compresora, también podremos observar el módulo de elasticidad que tenga el concreto y por último la flexión, las últimas mencionadas tendrán lugar a medición solo en el caso de que el uso sea para pavimento, en donde se verificará la carga máxima que soporta y verificar las deformaciones.

El concreto por ser un material considerado muy heterogéneo, no hay mucha posibilidad de definir un criterio común para el análisis del mismo. En algunos casos puede llegar a estimarse el comportamiento del concreto, teniendo un desarrollo basado en formulas y otras en hipótesis de inicio. En distintas situaciones y por lo general lo más común, la herramienta principal y a la vez única para el diseño es obtenida a base de resultados obtenidos de los ensayos realizados (Harmsen, 2005).

Asentamiento en concreto. El asentamiento tiene relación precisamente con la trabajabilidad del concreto, la cual es una propiedad que tienen las mezclas encontradas en estado fresco, la trabajabilidad no es más que la facilidad que se tiene sobre la mezcla para:

- Ser mezclada
- Transportada
- Colocada
- Compactada

La trabajabilidad también tiene un punto o un grado apropiado para cada tamaño, para cada forma y estructura que va a ser realizada (Rivera, 1992). Por tanto, uno de los casos más representativos que encontramos de la trabajabilidad del concreto, es una losa, la cual requiere un grado de trabajabilidad menor con respecto a los elementos estructurales.

Uno de los métodos indirectos y comúnmente usados para lograr obtener el grado de trabajabilidad del concreto, es hacer una medición de fluidez, esto se realiza con el ensayo del conocido Cono de Abrams (NTP 339.035. 2009). La medida es eficiente y toma poco tiempo para determinar la fluidez que tiene el concreto, también el ensayo brinda una ayuda para hallar la consistencia del diseño.

Contenido de aire. El contenido de aire refiere precisamente a las burbujas y vacíos que tiene el concreto, se genera a partir de la dosificación y también en el mezclado. Por lo general, también suele llamarse aire atrapado, ya que puede permanecer en el interior del concreto cuando este ya ha fraguado, lo cual significa que el aire también ocupa un volumen dentro del concreto, por tanto, esto llevaría a tener pérdidas en algunos casos considerables con relación a la resistencia a la compresión y al mismo tiempo a disminuir la durabilidad. Por ello, se recomienda mucho la buena compactación de la mezcla. El contenido de aire que tenga el concreto podrá variar en consecuencia de los siguientes acontecimientos (Sanchez de Guzman, 2001).

Proceso de fraguado. El proceso de fraguado empieza cuando el C3A tiene contacto con el agua, esto hace que la hidratación se acelere, cuando se acelera mucho la hidratación comúnmente se le agrega cantidades regulares de yeso para así poder controlar la hidratación y a la vez el fraguado, es así como se origina la mezcla pastosa, que después de pasar un tiempo deja de ser moldeable y se vuelve rígido.

El proceso da inicio desde que se le agrega agua a la mezcla, lo cual trae consigo el aumento de la temperatura, la pérdida de viscosidad, a esto se le llama también fraguado inicial. Después la mezcla ya endurecida no presenta deformación alguna, la temperatura se reduce y la hidratación es adecuada, conocido también como

el fraguado final. Luego que el concreto ha terminado el proceso del fraguado, se suele encontrar existencia de etringita, que se da también producto de la reacción del aluminato con los sulfatos, se encuentran en los concretos ya endurecidos que se encuentran en zonas húmedas (Cifuentes, 2015) (Barrientos, 2015).

Módulo de elasticidad. En el caso del concreto, es similar a mucho de los materiales comunes si nos referimos a su comportamiento mecánico, ya que la dependencia del concreto también se encuentra en la fuerza a la que se le somete, la misma que provoca su deformación, al provocar una deformación en un material ya podemos hablar del módulo de elasticidad. Aunque la propiedad de elasticidad del concreto no es una de las más resaltantes, tiene la función de medir la deformación que va a tener cuando se le somete a una carga conocida, además por lo ya descrito, se sabe que esta propiedad puede medirse por ciclos, uno de los ciclos es la carga aplicada y el otro es la descarga de la misma (Alves, 2014).

Resistencia a la compresión. La resistencia tiene relación con el esfuerzo y la deformación, lo cual depende principalmente del comportamiento que tenga el material bajo las cargas que este reciba, es decir, el esfuerzo al que se someterá al material, en este caso el concreto. El analizar el comportamiento de concreto en la relación de esfuerzo y deformación es de vital importancia, debido a que comúnmente el concreto es utilizado en lugares que tienen que soportar pequeñas o grandes cargas, por lo que se busca saber la resistencia que soporta (Sanchez de Guzman, 2001).

El concreto también suele ser sometido por alguna carga axial, para analizar su comportamiento con respecto a la resistencia, la cual se puede definir de la siguiente manera, el soporte que tiene el material (concreto) contra la carga aplicada (fuerza de la compresora).

1.5.5. Concreto reciclado

Se entiende como agregado reciclado o árido reciclado al producto de la demolición de los residuos de construcción y demolición (RCD). Se puede clasificar los agregados reciclados según su naturaleza:

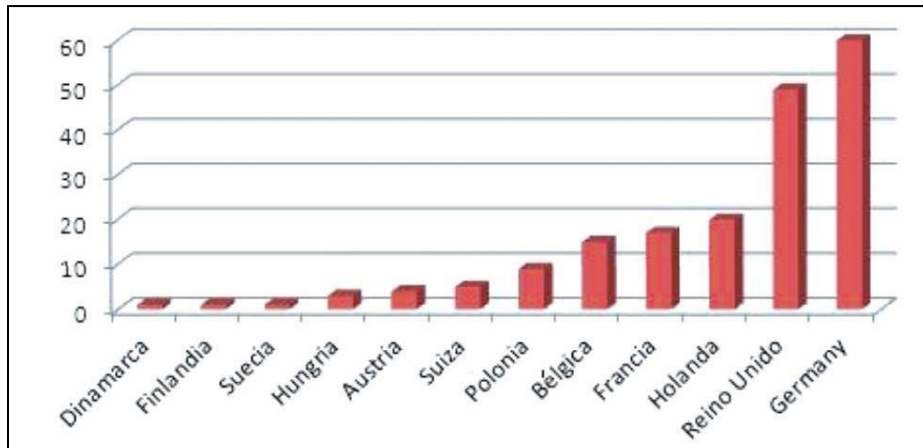
- Agregado reciclado procedente del hormigón,
- Agregado reciclado procedente del cerámico,
- Agregado reciclado mixto, (procedente de distinta naturales).

Unos de los motivos principales para utilizar el agregado reciclado en concreto es índole medioambiental, debido a la radicación de volúmenes de residuos que son en la mayoría de difícil gestión. El implemento del agregado reciclado puede utilizarse en rellenos, carreteras (bases y sub-base), y por último como un nuevo agregado para un concreto; exigiendo características restrictivas dependiendo en donde se va a aplicar (Alaejos P. y Sánchez de Juan M., 2015).

El tema de agregado reciclado procedente de las construcciones son los más estudiados actualmente y además tiene un mayor rango donde se puede aplicar. El agregado reciclado resulta de un proceso de machacado o también llamado chancado que se aplica a los residuos de demoliciones de las estructuras existentes (Cabello, 2016). Por otro lado, según (WBCSD, 2009), menciona que en Europa se utiliza un promedio de 6% a 8% de agregado reciclado, siendo los países como Reino Unido, Holanda, Bélgica, Alemania y Suiza que tienen una mayor reutilización de los agregados reciclados.

Figura 2

Porcentaje Producción de agregados reciclados en Europa (



Nota. La figura muestra producción de agregados reciclados por países europeos.

Fuente: Vidaud, Castaño, y Vidaud. (2013).

1.5.6. Disposición de residuos

Durante mucho tiempo se ha buscado la manera de mejorar en la capacidad de manejar los desechos de los residuos de construcción y demolición, sin embargo, hasta la actualidad se han basado en emplear un sistema convencional aplicando una serie de procesos operacionales desde que se origina los desechos, la disposición, almacenamiento, acumulación, transporte, uso aplicativo y su distribución final (Fernández I, 2019).

A pesar de estos métodos o procesos mencionados, en la actualidad no se aplican, ya que los residuos de construcción y demolición terminan en superficies que no son adecuadas, ocasionando una contaminación al ambiente, y siendo este un método más común utilizado para la evacuación de los residuos de construcción y demolición (Fernández, 2019).

Con estos procesos convencionales que se aplica a los residuos de construcción y demolición puede generar muchos inconvenientes a la salud y el bienestar social, porque sobre todo no se cumple las reglas de control para maximizar todos los efectos adversos que se tiene contra la salud. es por esta razón, en los últimos años se está buscando la manera de reciclar los RCD, obteniendo así una manera de emplearlo como un compuesto para un concreto nuevo (Fernández, 2019).

Cosificación de los residuos de construcción y demolición (RCD). Los residuos de construcción y demolición se pueden caracterizar por 02 grupos: en la que tenemos por su procedencia y también por su naturaleza. (Andrade y coba, 2013).

- **Por su procedencia.**

- ✓ Demolición: se considera todo residuo que se genera a través de las construcciones, cumpliendo su vida útil, lo cual proviene por medio de las demoliciones y desmontaje que genera un gran nivel de riesgo.
- ✓ Residuo de construcción: residuo generado por cualquier obra civil, ya sea en tanto de generar una obra nueva, una obra de rehabilitación o también una obra de reparación.
- ✓ Residuo de excavación: todo material reciclado proveniente de cualquier obra o en el caso de una construcción proveniente de la excavación realizada al previo inicio de la obra.

- **Por su naturaleza.**

- ✓ Residuo inerte: se considera a todo residuo de construcción que no es peligroso, por lo general estos residuos no contraen cambios físico, químico o biológico.
- ✓ Residuo no especial: todo material que no necesita un tratamiento especial para ser almacenado.
- ✓ Residuo especial: se considera a todo residuo proveniente de la construcción que necesita tener un tratamiento especial para luego ser almacena y luego ser

utilizad.

Figura 3

Clasificación de los RCD



Nota. Elaborado por. Tomado de Andrade y coba, (2013).

Manejo de residuos de la actividad de la construcción (NTP 400.050). según la Norma Técnica Peruana (NTP) especifica que los residuos de la actividad en el sector de construcción, son todos los residuos que se generan por medio de los distintos procesos de construcción:

- Remoción
- Levantamiento
- Demolición
- Construcción y
- Reparación.

La norma recomienda el reusó de los residuos de demolición de construcciones en el sector de construcción en las obras civiles como también incorporar en la construcción de carreteras. Los residuos de construcción peligros y también de tipo doméstico, no están incluidas en la norma.

Principios generales. Las actividades del sector de construcción deben de adoptar criterios para tener un mejoramiento de calidad de vida para la sociedad aplicando criterios como:

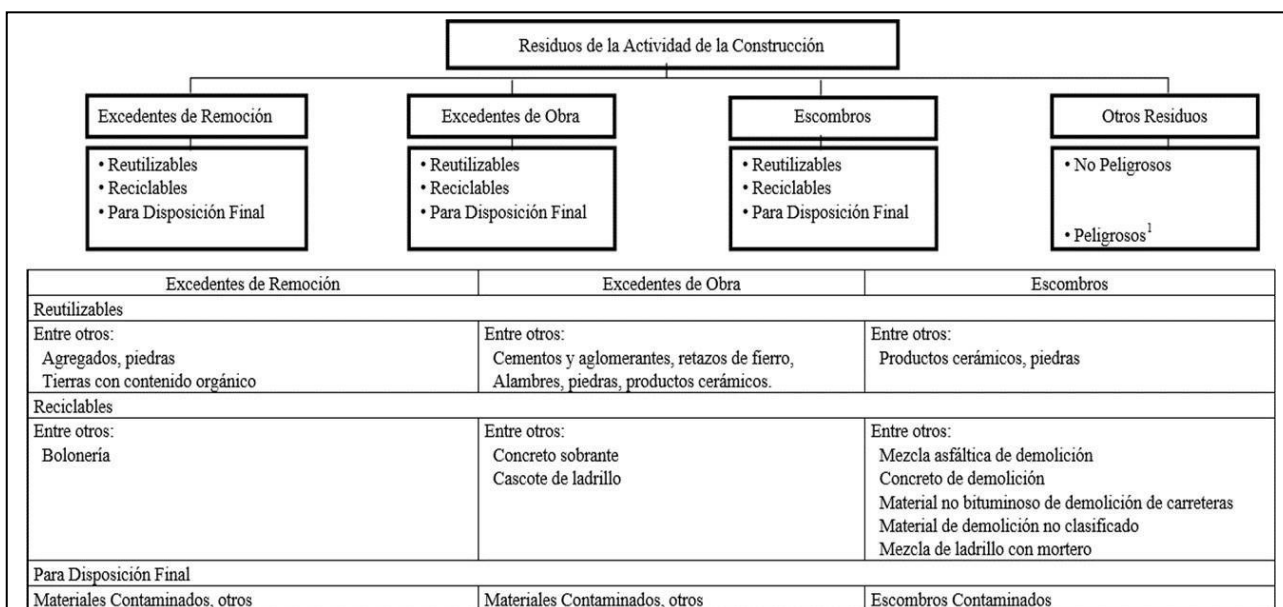
- Crecimiento económico
- Cuidad del ambiente, y
- Control sanitario de los procesos de las operaciones.

Todos estos criterios mencionados de la actividad de construcción, se deben de tomar en cuenta con las siguientes medidas según su prioridad:

- Primera alternativa; caracterización de peligrosidad de los residuos.
- Segunda alternativa; aprovechamiento por medio del reciclaje.
- Tercera alternativa; una adecuada disposición sanitaria y ambiental.

Figura 4

Manejo de los residuos de la actividad de la construcción.



Nota. La figura muestra los residuos de la activación de la construcción. Tomado de Norma Técnica Peruana 400.050 (1999).

Concreto reciclado como agregado grueso. El usos más común que se da al agregado grueso reciclado se da en las carreteras en parte de la base vial, pavimentos y la subbase, así como también se aplica el concreto.

Al emplear el agregado grueso reciclado en las capas de la subbase y la base, suelen reducir el grosos de estas mismas, puesto que el agregado reciclado cuenta con mejores propiedades de cohesión que a comparación del agregado natural, de esta manera permite genera una muy buena base para los pavimentos obteniendo una buena resistencia (FHWA, 2004).

Según los estudios de National Ready Mixed Concrete Association En el caso del uso del agregado grueso reciclado en el concreto, se pudo concluir que se puede reemplazar como un máximo de 10% a un concreto grueso natural en cualquier tipo de concreto. En otra investigación que se realizó en el Reino Unido se obtuvo que se puede reemplazar hasta un máximo de 20% de agregado grueso natural por agregado grueso reciclado, También se realizó un estudio en Australia dando como resultado que se puede aplicar hasta un 30% de reemplazo no generado ninguna disminución en su resistencia (WBCSD, 2009).

Concreto reciclado como agregado fino. Los agregados finos reciclado en lugar de agregados natural, pero este material produce algunas fallas en las propiedades del mortero como en la plasticidad y contracción debido que el agregado fino reciclado obtiene una absorción elevada de agua y adicionalmente puede generar un amento en el riesgo de asentamiento. Por otro lado, el agregado fino reciclado suele tener yeso a la hora de su extracción, por ende, es más costoso al separar y a la vez producir contaminación que afecte al medio ambiental. El uso más eficiente en el caso de la reutilización del agregado fino reciclado se la en el sector de pavimentos, utilizando como un buen relleno para las correcciones de la subrasante. Dado a la importancia que genera la reutilización del agregado fino reciclado, se genera un gran impacto en la reducción de la extracción de arena de rio y mares (FHWA, 2004).

1.6. Definición de términos básicos.

Concreto

El concreto o denominado hormigón es una mezcla de 2 elementos: agregados y pasta. La pasta, está conformada de cemento y agua, lo cual provoca que una a los elementos, comúnmente arena y grava, construyendo una masa semejante a una piedra (De Guzmán, 2001).

Resistencia a la compresión

Es la propiedad mecánica primordial del concreto, la cual se define como la capacidad para tolerar una carga por unidad de área, y se especifica en términos de esfuerzo, principalmente en kg/cm², MPa y también se expresa en libras por pulgada cuadrada (psi) Osorio, J. (2013).

1.7. Formulación de hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

- H0: No existe influencia significativa del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ Kg/cm².
- H1: Si existe influencia significativa del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ Kg/cm².

1.7.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

- H0: No existe el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm².

- H1: Si existe el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm².

Hipótesis específica 2

- H0: No existe una variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm².
- H1: SI existe una variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm², y es significativa.

Hipótesis específica 3

- H0: No existe una diferencia de costo de un m³ de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso.
- H1: Si existe una diferencia de costo de un m³ de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso.

1.8. Operalización de variables

Tabla 7

Operalización de variables

Problema	Variable	Dimensiones	Indicador
		Cantidad de material	Proporción en volumen
¿Cuál es la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'_c=210$ Kg/cm ² .	Porcentaje de Agregado grueso reciclado	Propiedad mecánica	Resistencia a la compresión
	Propiedades	Propiedad general	Costo

Nota: Elaboración propia (2021).

METODOLOGÍA

1.9. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se va a desarrollar es de carácter experimental y aplicada. Es experimental, debido a que para obtener los resultados medibles se realizará bajo pruebas y ensayos normados, además se podrá controlar las variables en el momento de realizar el diseño de mezcla para lograr obtener los resultados requeridos.

Finalmente se considera de carácter aplicada, debido a que tiene como propósito aplicar en el ámbito de construcción de viviendas, obteniendo un nuevo material que cuente con mejores las propiedades de un concreto.

1.10. Diseño de investigación

El diseño de esta investigación es experimental, siendo más específico un diseño con post-test, puesto que se va a determinar los efectos de esta investigación y comprobar la hipótesis propuesta con los resultados de los grupos que se va a trabajar.

1.11. Población, muestra y muestreo

Población

La población estará conformada por 90 especímenes de probetas cilíndricas de 10 cm de \varnothing x 20 cm de alto, con respecto a la norma Ntp 339.034, de los cuales se dividirán en 6 grupos de 15 probetas cilíndricas por cada porcentaje a estudiar.

Muestra

La muestra de esta investigación son las probetas de concreto, lo cual se elaboró con diferentes porcentajes de reemplazo, las cuales son:

Tabla 8*Muestras a ensayar por resistencia compresión.*

% DE REEMPLAZO DE AGREGADO GRUESO RECICLADO						
	G. Control	30%	35%	40%	45%	50%
N° DE PROBESTAS	15	15	15	15	15	15
TOTAL						90

Nota: Elaboración propia (2021).**1.12. Técnicas e instrumentos de recojo de datos.**

En el desarrollo de la investigación se implementará la técnica de observación, ya que esto ayudará en la toma de datos. También se utilizará una serie de programas que se encargaran en la fase estadística y el almacenamiento de los datos del proyecto como es en el caso de los programas IBS SPSS 25 y el Ms Excel. Esto se ejecutará en las instalaciones de la “Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI”, exactamente en el Laboratorio de Materiales y Operaciones para la realización de los ensayos, siendo supervisado por el asesor a cargo.

1.13. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Esta investigación tiene como objetivo general determinar la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f^c=210 \text{ Kg/cm}^2$, para lo cual se elaborarán 90 probetas cilíndricas de 10 cm de \varnothing x 20 cm de alto, tomando en cuenta distintos porcentajes de concreto reciclado de reemplazo de los cuales son el 0%, 30%, 35%, 40%, 45% y 50%.

Para iniciar el trabajo con el concreto reciclado es definió el material con un solo tamaño para que al momento de elaborar la mezcla homogénea de concreto en los moldes cilíndrico no se obtenga ninguna dificultad. Así mismo esta mezcla se utilizará en base a una proporción de un concreto $f^c 210 \text{ Kg/cm}^2$ según el método de

dosificación ACI 211.

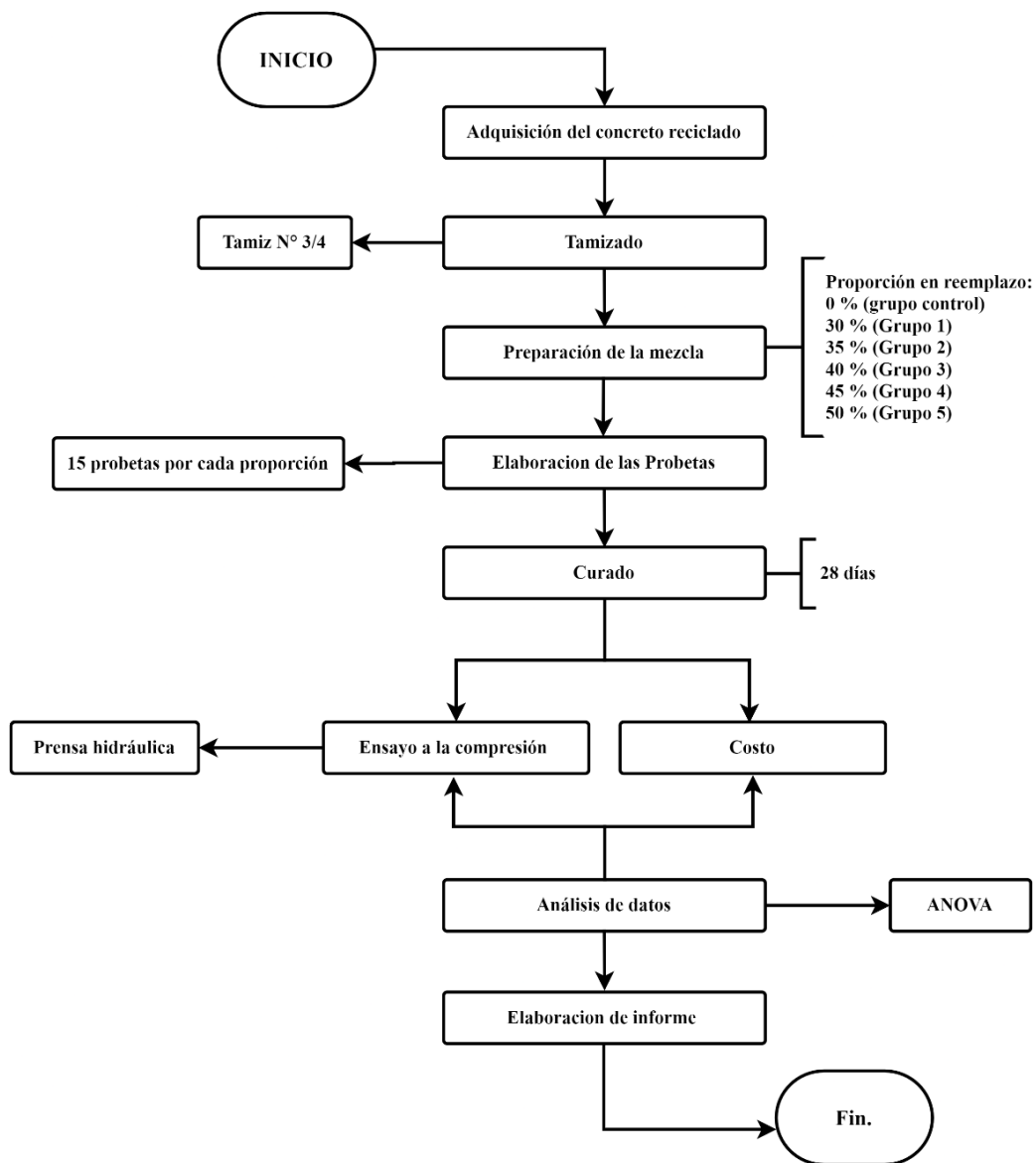
Luego que la mezcla se encuentre homogénea, se le añade el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo al agregado grueso correspondiendo al porcentaje que se trabajará según la dosificación del concreto $f'c$ 210 Kg/cm², posteriormente se volverá a homogenizar nuevamente la mezcla. Así mismo, se debe tener en cuenta que las probetas deben estar embarradas de petróleo para obtener una mejor facilidad al momento de desencofrar, siguiendo con el proceso se vaciará la mezcla homogénea a las probetas en tres capas, a lo que en cada interfaz de vaciado de las capas se procederá a realizar un vibrado especial para eliminar los vacíos.

Luego del proceso anterior, las probetas se desencofrarán después de 24 horas y tendrán un tiempo de curado de 28 días, después de esto se procederá a realizar los ensayos determinados según la investigación lo requiera.

Finalmente se para procesar los datos obtenidos de los ensayos nos ayudaremos de los programas: Ms Excel, IBS SPSS 25 los cuales facilitarán el almacenamiento de datos y posterior análisis estadístico con (ANOVA) unidireccional.

Figura 5

Diagrama de flujo de proceso



Nota: Metodología del proyecto de investigación, elaboración propia (2021).

1.14. Ética investigativa

Se elaborarán todos los ensayos y la obtención de datos de modo legal respetando los reglamentos éticos de la investigación.

RESULTADOS

1.15. Presentación y análisis de resultados

1.15.1. Cálculo del porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Para lograr determinar la resistencia a la compresión, se realizó la preparación de seis (06) mezclas de concreto reciclado, y cada una de ellas con porcentajes distintos de concreto (0, 30, 35, 40, 45 y 50%), posteriormente se realizó la rotura de todas las probetas de acuerdo con la norma ASTM C39, llegando a obtener los resultados que se muestran en la tabla a continuación:

Tabla 09

Promedio de resistencia a compresión de las muestras trabajadas (kg/cm^2)

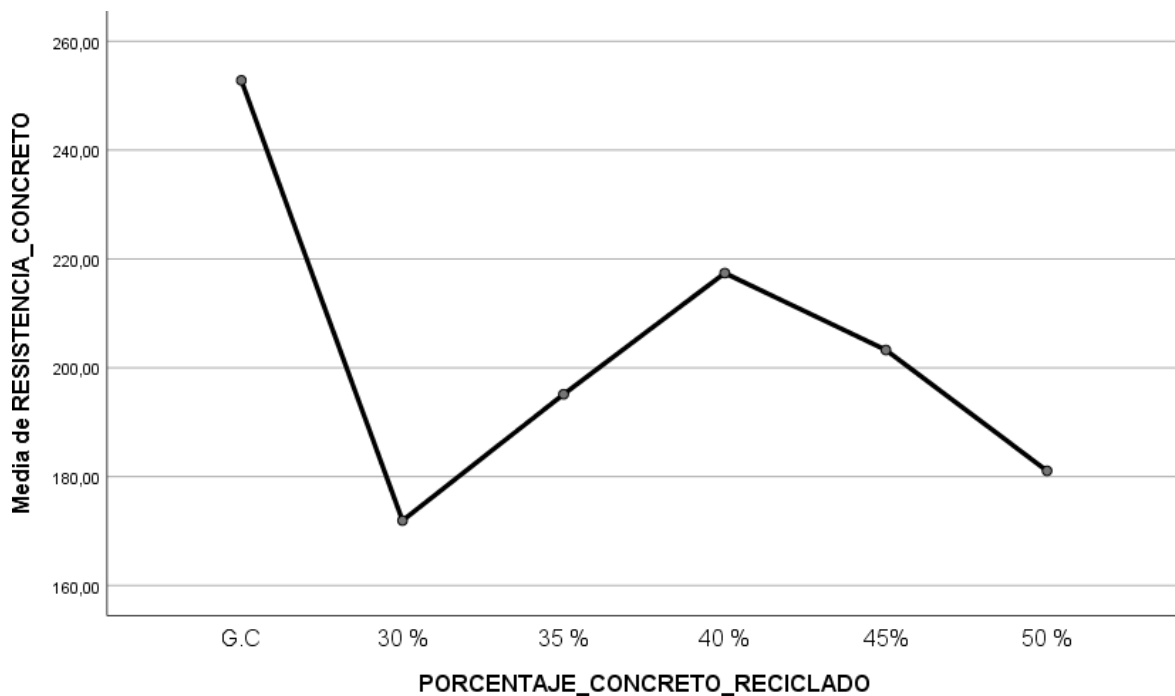
N° DE PROBETA	Porcentaje agregado o grueso reciclado					
	0%	30%	35%	40%	45%	50%
1	250	168	197	215	211	185
2	244	175	200	226	205	197
3	258	166	195	214	208	179
4	248	182	189	220	199	182
5	246	168	206	223	212	181
6	256	181	195	214	210	174
7	259	176	189	211	208	178
8	257	175	192	213	196	178
9	246	178	186	216	202	174
10	258	169	191	220	206	177
11	254	174	208	211	195	184
12	247	163	185	219	193	182
13	262	173	193	212	201	185
14	259	162	196	222	197	179
15	248	169	205	225	206	181
PROMEDIO	252.80	171.93	195.13	217.40	203.27	181.07

Nota: Datos obtenidos experimentalmente. Elaboración propia (2022)

Como podemos apreciar en la “Figura 6”, se obtuvieron los resultados de las 15 probetas sometidas a ensayos de cada porcentaje de concreto reciclado, así como los promedios, apreciando con ello, que las probetas del grupo control obtienen la mayor resistencia a la compresión de todos los grupos trabajados ($f'c$ 252.80 kg/cm²); sin embargo, las probetas realizadas con 40% de remplazo de agregado reciclado ($f'c$ 217.40 kg/cm²) superan la resistencia requerida de $f'c$ (210 kg/cm²).

Figura 6

Media de resistencia de concreto reciclado



Nota: Grafica elaborada en IBM SPSS (2022).

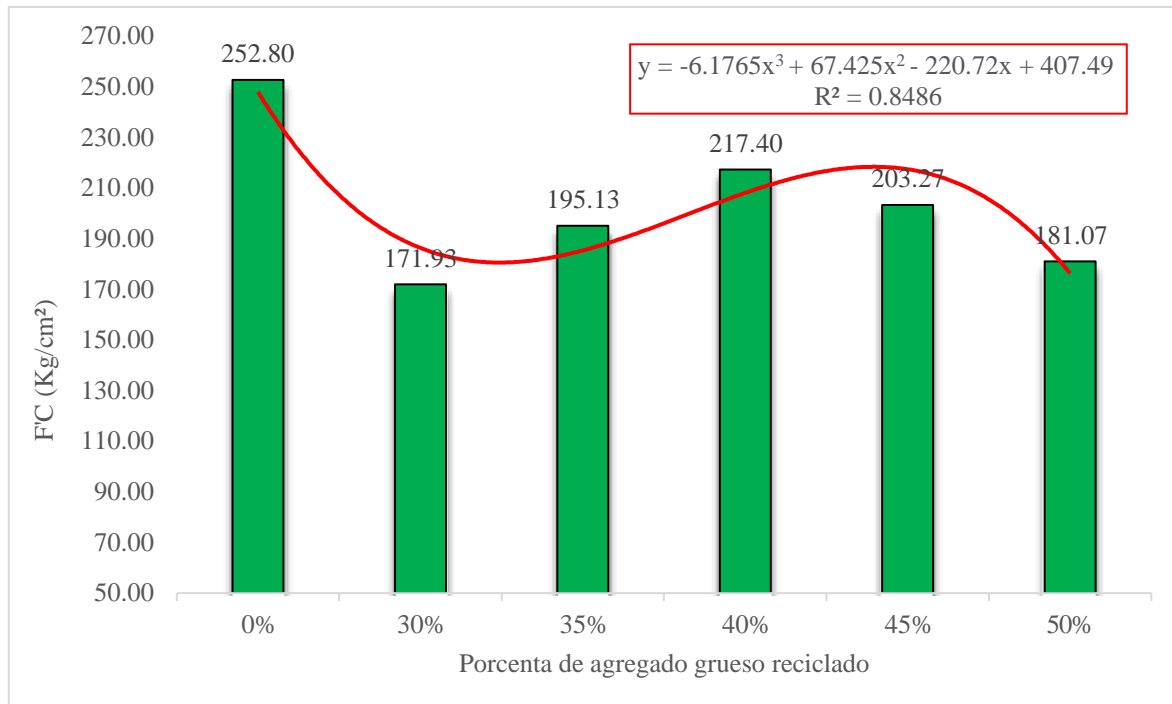
1.15.2. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm².

Para el análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm², presenta un comportamiento polinomial de grado tres ($y = -6.1765x^3 + 67.425x^2 - 220.72x + 407.49$), de tal forma que se comporta de manera ascendente

hasta alcanzar un punto en el cual se obtiene la mayor resistencia a la compresión (40 %), después la línea tendencia empieza a descender conforme el porcentaje de concreto reciclado va aumentando según la “Figura 7”.

Figura 7

Variación de la resistencia a compresión de las muestras trabajadas



Nota: Datos obtenidos experimentalmente. Elaboración propia (2022)

1.15.3. Determinación de la diferencia de costo de un m³ de concreto convencional f'c=210 kg/cm² con respecto a un mt de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso.

En la “Tabla 10”, se muestran los diferentes costos por metro cúbico de concreto empleando cada porcentaje de concreto reciclado, en donde se puede apreciar que los costos aumentan ligeramente a medida que el porcentaje de concreto reciclado siga en aumento, ello a causa del procedimiento de demolición del concreto reciclado, es decir que conforme se aumente concreto reciclado en la preparación, el concreto mostrará un leve incremento de costo.

Tabla 10

Comparación de costos unitarios de concreto reciclado

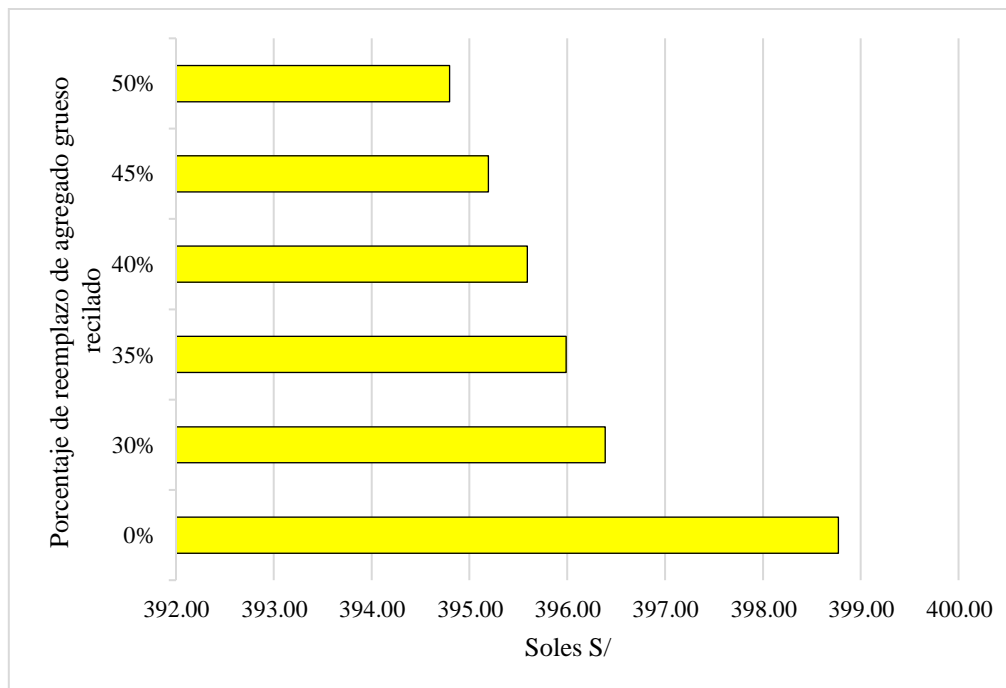
Porcentaje	0%	30%	35%	40%	45%	50%
Soles (S/)	398.77	401.16	401.56	401.95	402.35	402.75

Nota: Elaboración propia (2022).

Por otro lado, en la “Figura 8”, se muestran los costos por metro cúbico de concreto de acuerdo con cada porcentaje que se evaluó, en donde se aprecia una disminución gradual del costo del concreto en relación con el aumento del porcentaje de concreto reciclado.

Figura 8

Comparación de costos unitarios de concreto reciclado por m³



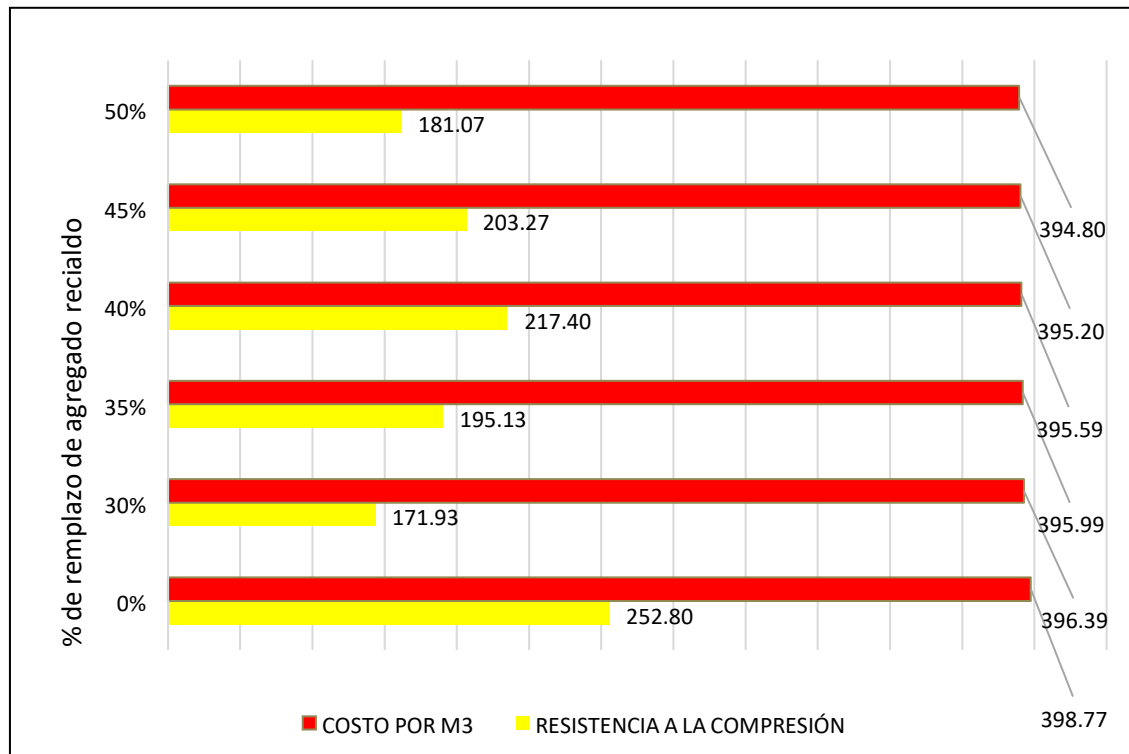
Nota: Elaboración propia (2022).

1.15.4. Determinación de la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

De acuerdo a la “Figura 9” se llegó a determinar que el grupo control tiene la resistencia más alta, por encima de los otros porcentajes trabajados (254.80 kg/cm^2), teniendo en cuenta que el concreto elaborado con 40 % de agregado grueso reciclado también supera la resistencia requerida (217.40 kg/cm^2). Sin embargo, para determinar la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto, se tomó en cuenta lo rentable que resulta el costo de elaboración de un concreto con 40% de agregado grueso reciclado en comparación con el grupo control.

Figura 9

Influencia del porcentaje de concreto reciclado



Nota: Elaboración propia (2022)

1.16. Prueba de hipótesis

1.16.1. Cálculo del porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado

grosso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

En esta contrastación de hipótesis se aplicó el ANOVA unidireccional, con esto se determinó que, de los grupos evaluados, por lo menos uno es diferente, para esto se aplicó un nivel de significancia de 0.05%, los resultados se muestran en la “Tabla 11”:

Tabla 11

ANOVA para la resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de agregado grosso reciclado

ANOVA					
RESISTENCIA_CONCRETO					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	62901,067	5	12580,213	345,054	,000
Dentro de grupos	3062,533	84	36,459		
Total	65963,600	89			

Nota: Tabla elaborada en IBM SPSS (2022).

En la “Tabla 12” se puede visualizar los valores del ANOVA unidireccional realizado entre los 6 porcentajes de concreto reciclado en reemplazo de agregado grosso (0%, 30%, 35%, 40%, 45% y 50%) con respecto a la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, en la tabla 13 se puede observar que el valor del estadístico F es de 345.054 y resultado del valor de significancia (Sig.) expresada es de 0.000% (valor p), siendo este valor inferior a la que se planteó inicialmente (0.05%), Los resultados mencionados anteriormente expresan que los grupos estudiados obtienen valores distintos entre sí.

Tabla 12

Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado

RESISTENCIA_CONCRETO							
HSD Tukey ^a							
PORCENTAJE_CONC RETO_RECICLADO	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
30 %	15	171,9333					
50 %	15		181,0667				
35 %	15			195,1333			
45%	15				203,2667		
40 %	15					217,4000	
G.C	15						252,8000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Nota: Tabla elaborada en IBM SPSS (2022).

Por consiguiente, se observa según la “Tabla 12”, se acepta la hipótesis alterna (H1) y por consiguiente se rechaza la hipótesis nula (HO), demostrando que la variación de la resistencia a la compresión es significativa con el reemplazo del agregado grueso reciclado.

1.16.2. Análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm.

En este objetivo, para la constatación de la hipótesis se utilizó la prueba de Tukey con un grado de significancia del 0.05%, con esto se quiere ver diferencia encontrada entre los grupos es significativa o no, de tal modo que se obtuvieron los resultados en la “Tabla 13”:

Tabla 13

Prueba de Tukey (medias) para la resistencia a la compresión de concreto con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado

RESISTENCIA_CONCRETO						
HSD Tukey ^a						
PORCENTAJE_CONCRETO_RECICLADO	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
30 %	15	171,9333				
50 %	15		181,0667			
35 %	15			195,1333		
45%	15				203,2667	
40 %	15					217,4000
G.C	15					252,8000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Nota: Tabla elaborada en IBM SPSS (2022)

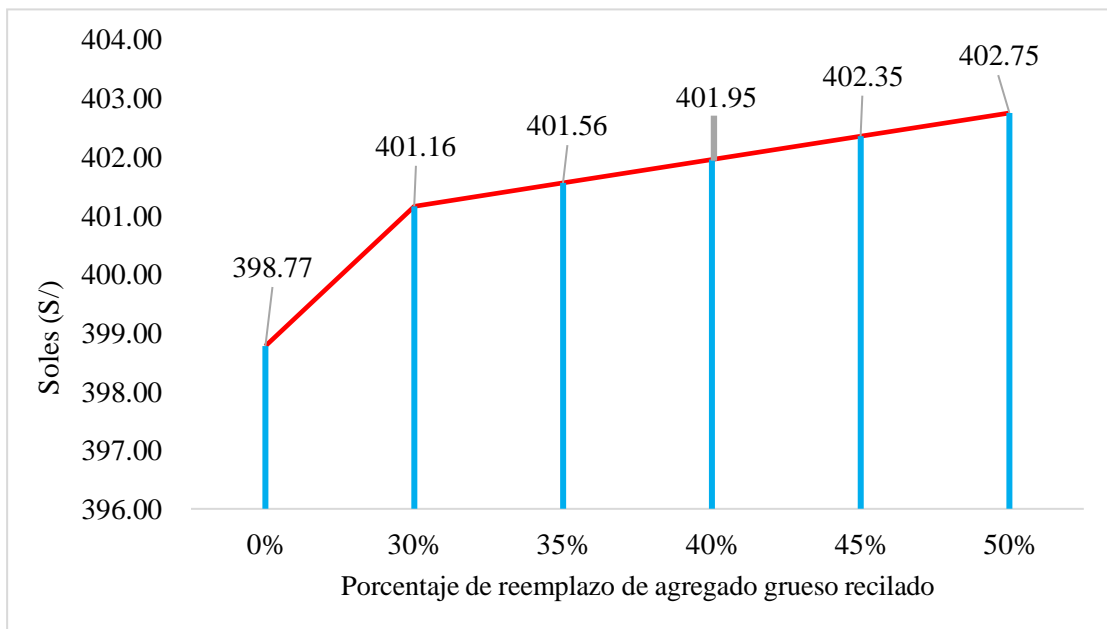
En la “Tabla 13” podemos observar que se formaron 6 subconjuntos de los cuales todos los grupos (0%, 30%, 35%, 40%, 45% y 50%) presentan una diferencia significativa, obteniendo así el rechazo de la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) “SI existe una variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm², y es significativa”

1.16.3. Determinar la diferencia de costo de un mt de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso.

Según la “Figura 10” el costo de un m³ de concreto aumenta según se adicione el porcentaje de agregado reciclado, para esto se realizó una figura 9 con la diferencia correspondiente a los costos unitarios según los porcentajes empleados.

Figura 10

Costo unitario de concreto reciclado por m³



Nota: Elaboración propia (2022).

Por otro lado, en la “Tabla 14” se observa los resultados realizados en Ms. Excel en donde la diferencia porcentual es de aproximadamente 10 % entre cada porcentaje evaluado según el porcentaje de agregado reciclado, de esta manera se rechaza la hipótesis nula (H0) y se acepta la hipótesis alterna (H1) planteada donde se indica que si existe una diferencia de costo de un m³ de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso.

Tabla 14

Costo de concreto, análisis de diferencia porcentual con interpolación en Max cost & Min cost.

Costo del concreto			
Porcentajes reemplazados	Costo de concreto (S/)	Diferencia porcentual (%)	Diferencia porcentual acumulativa (%)
50%	394.80	10.00	100.00
45%	395.20	10.00	90.00
40%	395.59	10.00	80.00
35%	395.99	10.00	70.00
30%	396.39	60.00	60.00
0%	398.77	0.00	0.00

Nota: Elaboración propia (2022).

1.16.4. Determinación de la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

Después de analizar la “Tabla 13” (pruebas de Tukey), así como también la “Figura 6” (análisis de diferencia porcentual con interpolación) se puede decir que se existe una influencia significativa y positiva del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, respecto a la resistencia a la compresión y costos de concreto reciclado, con esto se descarta la hipótesis nula; de tal manera que se puede afirmar que Si existe influencia significativa del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

1.17. Discusión de resultados

- Al analizar los resultados obtenidos experimentalmente de los grupos se obtuvo que el 40 % de concreto reciclado tiene una mayor resistencia a la compresión de 217.40 kg/cm² superando a la resistencia requerida que de 210 kg/cm², este valor de resistencia es muy cercano al obtenido por Uñapillco (2021), quien obtuvo una resistencia a la compresión de 210.20 Kg/cm². Sin embargo, utilizó un porcentaje del 25 % de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.
- Según los resultados obtenidos en cuanto al análisis de la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso, está de acorde con lo obtenido por Cáceres y Valencia (2018), se observa que a medida que aumenta el nivel de reemplazo, la resistencia del concreto tiende a disminuir; esto se debe a que el agregado reciclado al no saber su procedencia (menor calidad), por lo tanto es razonable obtener un concreto de menor resistencia a la requerida.
- El costo del concreto disminuye según el aumento del porcentaje de concreto reciclado y esto coincide con lo encontrado por Cáceres y Valencia (2018), quien mientras aumentaba el porcentaje de concreto reciclado, más barato es el costo unitario del concreto.
- Finalmente, en el caso de la influencia del remplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ Kg/cm, este resultado tiene coherencia con lo que presenta Cayotapa (2019) quien concluye que al obtener el porcentaje idóneo que logra la resistencia requerida, a medida que aumenta el porcentaje de concreto reciclado, la resistencia a la compresión tiende a disminuir debido a que en esta proporción se emplea una menor cantidad de agregado grueso natural.

CONCLUSIONES Y SUGERENCIAS

1.18. Conclusión

- Se concluye que existe una influencia significativa y positiva del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$, respecto a la resistencia a la compresión y costos de concreto reciclado, esto luego de realizar un análisis de diferencia porcentual con interpolación y la post prueba de Tukey , con la cual se descarta la hipótesis nula, afirmando de esta manera, que si existe influencia significativa del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$
- Se determinó las resistencias a la compresión de un concreto con diferentes porcentajes de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso, teniendo que en el caso del 0% se obtuvo el mayor valor (252.80 kg/cm^2), seguido del 40 % (217.40 kg/cm^2), finalmente el 30, 35, 45 y 50% (171.93 , 195.13 , 203.27 y 181.07 kg/cm^2), comparados estos con el valor requerido (210 kg/cm^2) todos los ultimo valores fueron inferiores a este.
- Se analizó la variación de la resistencia a la compresión de los morteros con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}$, teniendo como resultado que es una variación significativa, pero que a la vez este presenta un comportamiento variable conforme aumenta el porcentaje de concreto reciclado hasta llegar a un porcentaje ideal que supera la resistencia a la compresión requerida, para luego disminuir.
- Se pudo comparar el costo de un m^3 de concreto convencional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con respecto en un m^3 de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso, disminuye el costo según se adiciona el concreto reciclado, con una diferencia porcentual de 10 % en cada adición de 5 % de agregado grueso reciclado.

1.19. Sugerencias

- Continuar la investigación, teniendo en cuenta valores cercanos al 40 % de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso.
- Ampliar la investigación en base a la influencia que tendría utilizar agregado fino reciclado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **TESIS**

Acevedo, W., & Martínez, V. (2017). *Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas*. Tesis de Grado, UNIVERSIDAD SAN MARTIN DE PORRES, Lima.

Andrade, V., & Coba, P. (2013). *Análisis de desperdicios en la fase constructiva de un edificio y propuestas de reducción*. Tesis de Grado, PONITIFICIA UNIVERSIDAD CÁTOLICA DE ECUADOR, Quito.
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6028>

Bedoyac C. (2003). *El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles*. Tesis de grado. UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE MEDELLÍN, Colombia.

Cabello, J. (2016). *Estudio preliminar para el uso de áridos reciclados en la normativa cubana*. UNIVERSIDAD CENTRAL “MARTA ABREU” DE LAS VILLAS, Santa Clara.
<http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/7391>

Cáceres, E., & Valencia, V. (2018). *Estudio de la Influencia del Tipo y Porcentaje de Reemplazo de los Agregados Reciclados en las Propiedades del Concreto, Para Diseños de F’C 175, 210 y 280 Kg/Cm², en la Ciudad de Arequipa*. Tesis de Pregrado, Universidad Católica De Santa María, Arequipa.
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8200>

Cayotopa, K. J. (2019). *Resistencia a la compresión de ladrillos de concreto $f'c=210$ kg/cm², reemplazando el agregado grueso por ladrillo y concreto reciclados, en diferentes porcentajes*. Tesis de licenciatura. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Cajamarca. <http://hdl.handle.net/11537/22301>

Cubas, H, & Cabresca, J. (2019). *Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional*. Tesis de Grado, Universidad Peruana Unión, Lima.

<http://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/2257>

Erazo, N. (2018). *Evaluación del diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.

<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2554>

Jordan, J, & Viera, N. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra*. Universidad Nacional del Santa, Nuevo Chimbote.

<http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2084>

Rodrich, S, & Silva, J. (2018). *Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo 2018*. Tesis de Grado, Universidad Privada Del Norte, Trujillo.

<http://hdl.handle.net/11537/14824>

Salas, V. (2019). *Sostenibilidad de los agregados reciclados de residuos de concreto para obras civiles en la elaboración de concretos*. Tesis de Grado, Universidad Federico Villareal, Lima.

<http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3856>

Uñapillco, Y. (2021). *Análisis del comportamiento mecánico de un concreto $f'c=210$ kg/cm² incorporando material reciclado- puerto Maldonado 2021*. Tesis de grado. Universidad César Vallejo. Lima.

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/65912>

- **ARTICULOS CIENTIFICOS**

Alaejos Gutiérrez, P., y Sánchez de Juan, M. (2015). Hormigón reciclado estructural: utilización de árido reciclado procedente de escombros de hormigón. *Revista*

Digital Del Cedex, (179), 55.

Doi:<http://193.145.71.12/index.php/ingenieria-civil/article/view/530>

Amorim, P., De Brito, J., & Evangelista, L. (2012). Concrete made with coarse concrete aggregate: influence of curing on durability. *ACI Materials Journal*. 109(2), p. 195-204.

El-Hassan, H., Kianmehr, P., & Zouaoui, S. (2019). Properties of pervious concrete incorporating recycled concrete aggregates and slag. *Construction and Building Materials*, 212, 164–175. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.03.325

Girio, J. (2015). Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 Kg/M2, empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus Costos Unitarios vs Concreto con Agregado Natural, Barranca – 2015. Tesis de grado. Universidad Nacional Santiago Antúnez De Mayolo. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1974>

Güneyisi, E., Gesoğlu, M., Kareem, Q., & İpek, S. (2014). Effect of different substitution of natural aggregate by recycled aggregate on performance characteristics of pervious concrete. *Materials and Structures*, 49(1-2), 521–536. Doi:10.1617/s11527-014-0517-y

Siva Rama Krishna, S., Malagavelli, V. y Vani, VS (2020). Effect of heat on mechanical properties of ternary blended recycled aggregate self-compacted concrete. *Materiales de hoy: Actas*. Doi:10.1016 / j.matpr.2020.10.244

Smith, J. T. (2010). *Recycled concrete aggregate—a viable aggregate source for concrete pavements*. Ontario, Canada. Doi:<http://hdl.handle.net/10012/4900>.

Yehia, S. Helal, K. Abusharkh, A. Zaher, A. y Istaitiyeh, H. (14 de mayo de 2015). Strength and durability evaluation of recycled aggregate concrete. *International journal of concrete structures and Materials*. 9(2), p. 219-239. Doi: <https://doi.org/10.1007/s40069-015-0100-0>

Zaetang, Y., Sata, V., Wongs, A., & Chindaprasirt, P. (2016). Properties of pervious concrete containing recycled concrete block aggregate and recycled concrete aggregate. *Construction and Building Materials*, 111, 15–21.
Doi:10.1016/j.conbuildmat.2016.02.060

- **REVISTAS**

Bustos, C., Pumarejo, L., Cotte, É, y Quintana, H. (2017). Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión. *Ingeniería y desarrollo*, 35(2), 533-555.

Elías, J., Flores, J., Barrera, R., Reyna, C. (2020). Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco”. *PURIQ*, 2(1), 30-47..
<https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>

- **LIBROS**

De Guzmán, D. S. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Pontificia Universidad Javeriana.

Gutiérrez de López, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Colombia: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia.

Marulanda, J. (2018). *Materiales de construcción*. El Cid Editor.
<https://elibro.net/es/ereader/uladech/36726?>

- **NORMAS**

Norma Técnica Peruana 334.009 (2013). Cementos Portland Requisitos.

Norma Técnica Peruana 339.035 (2009). HORMIGÓN (CONCRETO). Método de

ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Norma Técnica Peruana 400.050 (1999). MANEJO DE RESIDUOS DE LA ACTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN. Generalidades.

- **DIRECCIONES ELECTRONICAS**

Osorio, J. (2013). Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la compresión. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/resistencia-mecanica-del-concreto-y-compresion>.

ANEXO

ANEXO

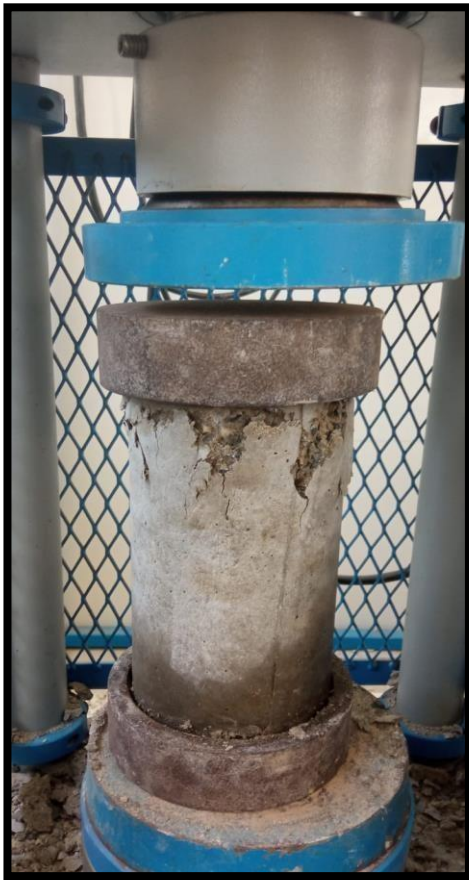
ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGÍA
INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE AGREGADO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GRUESO QUE MEJORA LAS PROPIEDADES DE UN CONCRETO $f'c=210$ Kg/cm²	<p>Problema General:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál es la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ Kg/cm²? <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿cuál es el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm²? ¿Como varia la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm²? ¿Cuál es la diferencia de costo de un m³ de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso? 	<p>Hipótesis General:</p> <ul style="list-style-type: none"> H0: No existe influencia significativa del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ Kg/cm². H1: Si existe influencia significativa del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ Kg/cm². <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Hipótesis específico 1</p> <ul style="list-style-type: none"> H0: No existe el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm². H1: Si existe el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm². <p>Hipótesis específico 2</p> <ul style="list-style-type: none"> H0: No existe una variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm². H1: Si existe una variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm², y es significativa. <p>Hipótesis específico 3</p> <ul style="list-style-type: none"> H0: No existe una diferencia de costo de un m³ de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso. H1: Si existe una diferencia de costo de un m³ de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso. 	<p>Objetivo general:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la influencia del porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso que mejora las propiedades de un concreto $f'c=210$ Kg/cm². <p>Objetivos específicos:</p> <p>Objetivo específico 1</p> <ul style="list-style-type: none"> Calcular el porcentaje de concreto reciclado como reemplazo del agregado grueso que mejore la resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm². <p>Objetivo específico 2</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la variación de la resistencia a la compresión con respecto al porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso en un concreto $f'c=210$ kg/cm². <p>Objetivo específico 3</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar la diferencia de costo de un m³ de concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² con respecto a un m³ de concreto con porcentaje de agregado reciclado en reemplazo del agregado grueso. 	<p>Cantidad de material</p> <p>Porcentaje de Agregado grueso reciclado</p> <p>Propiedades</p>	<p>Propiedad mecánica</p> <p>Propiedad general</p>	<p>Tipo: experimental y aplicativa.</p> <p>Diseño: post-test</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos: Técnica de observación. Ms Excel</p> <p>Métodos de análisis de investigación: ANOVA unidireccional</p>

ANEXO N° 2: PANEL FOTOGRAFICA



Probetas de concreto reciclado



Ensayo a la compresión de probetas de concreto

ANEXO N° 3: ANÁLISIS ESTADÍSTICO CON SPSS

ONEWAY RESISTENCIA_CONCRETO BY PORCENTAJE_CONCRETO_RECICLADO
 /STATISTICS DESCRIPTIVES
 /PLOT MEANS
 /MISSING ANALYSIS
 /POSTHOC=TUKEY ALPHA (0.05) .

Unidireccional

Descriptivos

RESISTENCIA_CONCRETO

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media	
					Límite inferior	Límite superior
G.C	15	252,8000	5,99047	1,54673	249,4826	256,1174
30 %	15	171,9333	6,11166	1,57802	168,5488	175,3179
35 %	15	195,1333	7,07982	1,82800	191,2127	199,0540
40 %	15	217,4000	5,08218	1,31221	214,5856	220,2144
45%	15	203,2667	6,18139	1,59603	199,8435	206,6898
50 %	15	181,0667	5,59932	1,44574	177,9659	184,1675
Total	90	203,6000	27,22433	2,86970	197,8980	209,3020

Descriptivos

RESISTENCIA_CONCRETO

	Mínimo	Máximo
G.C	244,00	262,00
30 %	162,00	182,00
35 %	185,00	208,00
40 %	211,00	226,00
45%	193,00	212,00
50 %	174,00	197,00
Total	162,00	262,00

ANOVA

RESISTENCIA_CONCRETO

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	62901,067	5	12580,213	345,054	,000
Dentro de grupos	3062,533	84	36,459		
Total	65963,600	89			

Pruebas post hoc

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RESISTENCIA_CONCRETO

HSD Tukey

(I) PORCENTAJE_CONCRET O_RECICLADO	(J) PORCENTAJE_CONCRET O_RECICLADO	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.
G.C	30 %	80,86667 [*]	2,20480	,000
	35 %	57,66667 [*]	2,20480	,000
	40 %	35,40000 [*]	2,20480	,000
	45%	49,53333 [*]	2,20480	,000
	50 %	71,73333 [*]	2,20480	,000
30 %	G.C	-80,86667 [*]	2,20480	,000
	35 %	-23,20000 [*]	2,20480	,000
	40 %	-45,46667 [*]	2,20480	,000
	45%	-31,33333 [*]	2,20480	,000
	50 %	-9,13333 [*]	2,20480	,001
35 %	G.C	-57,66667 [*]	2,20480	,000
	30 %	23,20000 [*]	2,20480	,000
	40 %	-22,26667 [*]	2,20480	,000
	45%	-8,13333 [*]	2,20480	,005
	50 %	14,06667 [*]	2,20480	,000
40 %	G.C	-35,40000 [*]	2,20480	,000
	30 %	45,46667 [*]	2,20480	,000
	35 %	22,26667 [*]	2,20480	,000
	45%	14,13333 [*]	2,20480	,000
	50 %	36,33333 [*]	2,20480	,000
45%	G.C	-49,53333 [*]	2,20480	,000
	30 %	31,33333 [*]	2,20480	,000
	35 %	8,13333 [*]	2,20480	,005
	40 %	-14,13333 [*]	2,20480	,000
	50 %	22,20000 [*]	2,20480	,000
50 %	G.C	-71,73333 [*]	2,20480	,000
	30 %	9,13333 [*]	2,20480	,001
	35 %	-14,06667 [*]	2,20480	,000
	40 %	-36,33333 [*]	2,20480	,000
	45%	-22,20000 [*]	2,20480	,000

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RESISTENCIA_CONCRETO

HSD Tukey

(I) PORCENTAJE_CONCRET O_RECICLADO	(J) PORCENTAJE_CONCRET O_RECICLADO	Intervalo de confianza al 95%	
		Límite inferior	Límite superior
G.C	30 %	74,4363	87,2971
	35 %	51,2363	64,0971
	40 %	28,9696	41,8304
	45%	43,1029	55,9637
	50 %	65,3029	78,1637
30 %	G.C	-87,2971	-74,4363
	35 %	-29,6304	-16,7696
	40 %	-51,8971	-39,0363
	45%	-37,7637	-24,9029
	50 %	-15,5637	-2,7029
35 %	G.C	-64,0971	-51,2363
	30 %	16,7696	29,6304
	40 %	-28,6971	-15,8363
	45%	-14,5637	-1,7029
	50 %	7,6363	20,4971
40 %	G.C	-41,8304	-28,9696
	30 %	39,0363	51,8971
	35 %	15,8363	28,6971
	45%	7,7029	20,5637
	50 %	29,9029	42,7637
45%	G.C	-55,9637	-43,1029
	30 %	24,9029	37,7637
	35 %	1,7029	14,5637
	40 %	-20,5637	-7,7029
	50 %	15,7696	28,6304
50 %	G.C	-78,1637	-65,3029
	30 %	2,7029	15,5637
	35 %	-20,4971	-7,6363
	40 %	-42,7637	-29,9029
	45%	-28,6304	-15,7696

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Subconjuntos homogéneos

RESISTENCIA_CONCRETO

HSD Tukey^a

PORCENTAJE_CONCRET O_RECICLADO	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
30 %	15	171,9333				
50 %	15		181,0667			
35 %	15			195,1333		
45%	15				203,2667	
40 %	15					217,4000
G.C	15					
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

RESISTENCIA_CONCRETO

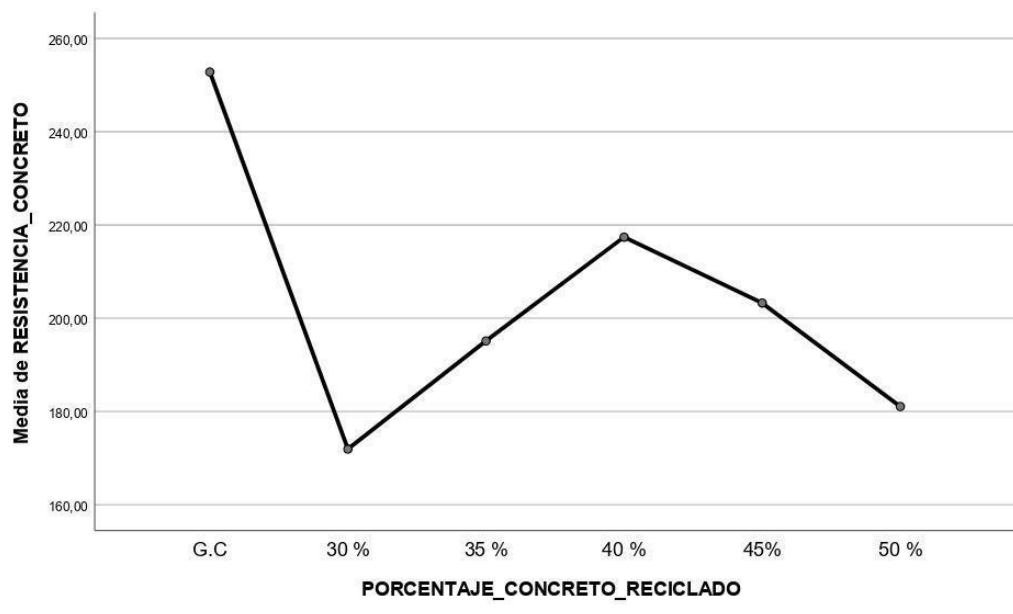
HSD Tukey^a

PORCENTAJE_CONCRET O_RECICLADO	Subconjunto .
	6
30 %	
50 %	
35 %	
45%	
40 %	
G.C	252,8000
Sig.	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.

Gráficos de medias



ANEXO N° 4: ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

Tabla 15*Análisis de precios unitarios al 0 %*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN M3 DE CONCRETO - (0% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO / MUESTRA PATRÓN)								
Partida	01.01	CONCRETO f'c= 210 kg/cm ²						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo Unitario por: m3			398.77	
Código	Descripción			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/
01	MANO DE OBRA							
01.01	OPERARIO			hh	0.5000	0.4000	25.72	10.29
01.02	OFICIAL			hh	0.5000	0.4000	18.15	7.26
01.03	PEON			hh	5.0000	4.0000	16.76	67.04
								84.59
02	MATERIALES							
02.01	PETROLEO			gal		0.0300	20.20	0.61
02.02	AGREGADO GRUESO 1/2"			m3		0.5300	60.00	31.80
02.03	AGREGADO FINO			m3		0.5200	40.00	20.80
02.04	AGUA PUESTA EN OBRA			m3		0.1900	10.00	1.90
02.05	CEMENTO PORTLAND TIPOI (42.5 kg)			bol		9.8100	25.00	245.25
								300.36
03	EQUIPOS							
03.01	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		0.0500	84.59	4.23
03.02	VIBRADOR A GASOLINA			hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20
03.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23HP)			hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40
								13.83

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 16*Análisis de precios unitarios al 30 %*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN M3 DE CONCRETO - (30% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO)							
Partida	01.02	CONCRETO f'c= 210 kg/cm ²					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo Unitario por: m3			396.39
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
01	MANO DE OBRA						
01.01	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	25.72	10.29	
01.02	OFICIAL	hh	0.5000	0.4000	18.15	7.26	
01.03	PEON	hh	5.0000	4.0000	16.76	67.04	
						84.59	
02	MATERIALES						
02.01	PETROLEO	gal		0.0300	20.20	0.61	
02.02	AGREGADO GRUESO 1/2"	m3		0.3710	60.00	22.26	
03.02	AGREGADO GRUESO RECICLADO 1/2"	m4		0.1590	45.00	7.16	
02.03	AGREGADO FINO	m3		0.5200	40.00	20.80	
02.04	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	10.00	1.90	
02.05	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8100	25.00	245.25	
						297.97	
03	EQUIPOS						
03.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	84.59	4.23	
03.02	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20	
03.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23HP)	hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40	
						13.83	

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 17*Análisis de precios unitarios al 35 %*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN M3 DE CONCRETO - (35% DE AGREGADO GRUESO RECICLADO)							
Partida	01.03	CONCRETO f'c= 210 kg/cm ²					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo Unitario por: m3			395.99
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
01	MANO DE OBRA						
01.01	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	25.72	10.29	
01.02	OFICIAL	hh	0.5000	0.4000	18.15	7.26	
01.03	PEON	hh	5.0000	4.0000	16.76	67.04	
						84.59	
02	MATERIALES						
02.01	PETROLEO	gal		0.0300	20.20	0.61	
02.02	AGREGADO GRUESO 1/2"	m3		0.3445	60.00	20.67	
03.02	AGREGADO GRUESO RECICLADO 1/2"	m4		0.1855	45.00	8.35	
02.03	AGREGADO FINO	m3		0.5200	40.00	20.80	
02.04	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	10.00	1.90	
02.05	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8100	25.00	245.25	
						297.57	
03	EQUIPOS						
03.01	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo		0.0500	84.59	4.23	
03.02	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20	
03.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23HP)	hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40	
						13.83	

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 18*Análisis de precios unitarios al 40 %*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN M3 DE CONCRETO - (40 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO)							
Partida	01.04	CONCRETO f'c= 210 kg/cm ²					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo Unitario por: m3			395.59
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
01	MANO DE OBRA						
01.01	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	25.72	10.29	
01.02	OFICIAL	hh	0.5000	0.4000	18.15	7.26	
01.03	PEON	hh	5.0000	4.0000	16.76	67.04	
						84.59	
02	MATERIALES						
02.01	PETROLEO	gal		0.0300	20.20	0.61	
02.02	AGREGADOO GRUESO 1/2"	m3		0.3180	60.00	19.08	
03.02	AGREGADOO GRUESO RECICLADO 1/2"	m4		0.2120	45.00	9.54	
02.03	AGREGADO FINO	m3		0.5200	40.00	20.80	
02.04	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	10.00	1.90	
02.05	CEMENTO PORTLAND TIPOI (42.5 kg)	bol		9.8100	25.00	245.25	
						297.18	
03	EQUIPOS						
03.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	84.59	4.23	
03.02	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20	
03.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23HP)	hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40	
						13.83	

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 19*Análisis de precios unitarios al 45 %*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN M3 DE CONCRETO - (45 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO)								
Partida	01.05	CONCRETO f'c= 210 kg/cm ²						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo Unitario por: m3			395.20	
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/		
01	MANO DE OBRA							
01.01	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	25.72	10.29		
01.02	OFICIAL	hh	0.5000	0.4000	18.15	7.26		
01.03	PEON	hh	5.0000	4.0000	16.76	67.04		
						84.59		
02	MATERIALES							
02.01	PETROLEO	gal		0.0300	20.20	0.61		
02.02	AGREGADO GRUESO 1/2"	m3		0.2915	60.00	17.49		
03.02	AGREGADO GRUESO RECICLADO 1/2"	m4		0.2385	45.00	10.73		
02.03	AGREGADO FINO	m3		0.5200	40.00	20.80		
02.04	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	10.00	1.90		
02.05	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.8100	25.00	245.25		
						296.78		
03	EQUIPOS							
03.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	84.59	4.23		
03.02	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20		
03.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23HP)	hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40		
						13.83		

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 20*Análisis de precios unitarios al 50 %*

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS DE UN M3 DE CONCRETO - (50 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO)							
Partida	01.06	CONCRETO f'c= 210 kg/cm ²					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo Unitario por: m3			394.80
Código	Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/	Parcial S/	
01	MANO DE OBRA						
01.01	OPERARIO	hh	0.5000	0.4000	25.72	10.29	
01.02	OFICIAL	hh	0.5000	0.4000	18.15	7.26	
01.03	PEON	hh	5.0000	4.0000	16.76	67.04	
						84.59	
02	MATERIALES						
02.01	PETROLEO	gal		0.0300	20.20	0.61	
02.02	AGREGADOO GRUESO 1/2"	m3		0.2650	60.00	15.90	
03.02	AGREGADOO GRUESO RECICLADO 1/2"	m4		0.2650	45.00	11.93	
02.03	AGREGADO FINO	m3		0.5200	40.00	20.80	
02.04	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1900	10.00	1.90	
02.05	CEMENTO PORTLAND TIPOI (42.5 kg)	bol		9.8100	25.00	245.25	
						296.38	
03	EQUIPOS						
03.01	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		0.0500	84.59	4.23	
03.02	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.8000	4.00	3.20	
03.03	MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23HP)	hm	1.0000	0.8000	8.00	6.40	
						13.83	

Nota: Elaboración propia (2022).

ANEXO N° 5: ENSAYOS EXPERIMENTALES

Tabla 21*Ensayo a la compresión 0 %*

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CON MUESTRAS PATRÓN						
N°	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	E 1 - P P	28 días	19625.00	10.00	78.50	250
2	E 2 - P P	28 días	19115.71	9.99	78.34	244
3	E 3 - P P	28 días	20334.09	10.02	78.81	258
4	E 4 - P P	28 días	19468.00	10.00	78.50	248
5	E 5 - P P	28 días	19349.64	10.01	78.66	246
6	E 6 - P P	28 días	20096.00	10.00	78.50	256
7	E 7 - P P	28 días	20290.86	9.99	78.34	259
8	E 8 - P P	28 días	20214.87	10.01	78.66	257
9	E 9 - P P	28 días	19388.32	10.02	78.81	246
10	E 10 - P P	28 días	20172.07	9.98	78.19	258
11	E 11 - P P	28 días	19899.14	9.99	78.34	254
12	E 12 - P P	28 días	19467.14	10.02	78.81	247
13	E 13 - P P	28 días	20567.00	10.00	78.50	262
14	E 14 - P P	28 días	20250.26	9.98	78.19	259
15	E 15 - P P	28 días	19506.96	10.01	78.66	248
PROMEDIO						252.80

Nota: Elaboración propia (2022).**Tabla 22***Ensayo a la compresión 0 %*

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CON UN 30 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO						
N°	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	E 1 - C R - 30 %	28 días	13188.00	10.00	78.50	168
2	E 2 - C R - 30 %	28 días	13710.04	9.99	78.34	175
3	E 3 - C R - 30 %	28 días	13083.18	10.02	78.81	166
4	E 4 - C R - 30 %	28 días	14287.00	10.00	78.50	182
5	E 5 - C R - 30 %	28 días	13214.39	10.01	78.66	168
6	E 6 - C R - 30 %	28 días	14208.50	10.00	78.50	181
7	E 7 - C R - 30 %	28 días	13788.38	9.99	78.34	176
8	E 8 - C R - 30 %	28 días	13764.99	10.01	78.66	175
9	E 9 - C R - 30 %	28 días	14028.95	10.02	78.81	178
10	E 10 - C R - 30 %	28 días	13213.49	9.98	78.19	169
11	E 11 - C R - 30 %	28 días	13631.70	9.99	78.34	174
12	E 12 - C R - 30 %	28 días	12846.73	10.02	78.81	163
13	E 13 - C R - 30 %	28 días	13580.50	10.00	78.50	173
14	E 14 - C R - 30 %	28 días	12666.18	9.98	78.19	162
15	E 15 - C R - 30 %	28 días	13293.05	10.01	78.66	169
PROMEDIO						171.93

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 23*Ensayo a la compresión 35 %*

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CON UN 35 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO						
N°	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	E 1 - C R - 35 %	28 días	15464.50	10.00	78.50	197
2	E 2 - C R - 35 %	28 días	15668.62	9.99	78.34	200
3	E 3 - C R - 35 %	28 días	15368.79	10.02	78.81	195
4	E 4 - C R - 35 %	28 días	14836.50	10.00	78.50	189
5	E 5 - C R - 35 %	28 días	16203.36	10.01	78.66	206
6	E 6 - C R - 35 %	28 días	15307.50	10.00	78.50	195
7	E 7 - C R - 35 %	28 días	14806.84	9.99	78.34	189
8	E 8 - C R - 35 %	28 días	15102.16	10.01	78.66	192
9	E 9 - C R - 35 %	28 días	14659.46	10.02	78.81	186
10	E 10 - C R - 35 %	28 días	14933.59	9.98	78.19	191
11	E 11 - C R - 35 %	28 días	16295.36	9.99	78.34	208
12	E 12 - C R - 35 %	28 días	14580.65	10.02	78.81	185
13	E 13 - C R - 35 %	28 días	15150.50	10.00	78.50	193
14	E 14 - C R - 35 %	28 días	15324.52	9.98	78.19	196
15	E 15 - C R - 35 %	28 días	16124.70	10.01	78.66	205
PROMEDIO						195.13

Nota: Elaboración propia (2022).**Tabla 24***Ensayo a la compresión 40 %*

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CON UN 40 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO						
N°	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	E 1 - C R - 40 %	28 días	16877.50	10.00	78.50	215
2	E 2 - C R - 40 %	28 días	17705.54	9.99	78.34	226
3	E 3 - C R - 40 %	28 días	16866.26	10.02	78.81	214
4	E 4 - C R - 40 %	28 días	17270.00	10.00	78.50	220
5	E 5 - C R - 40 %	28 días	17540.53	10.01	78.66	223
6	E 6 - C R - 40 %	28 días	16799.00	10.00	78.50	214
7	E 7 - C R - 40 %	28 días	16530.39	9.99	78.34	211
8	E 8 - C R - 40 %	28 días	16753.96	10.01	78.66	213
9	E 9 - C R - 40 %	28 días	17023.89	10.02	78.81	216
10	E 10 - C R - 40 %	28 días	17200.99	9.98	78.19	220
11	E 11 - C R - 40 %	28 días	16530.39	9.99	78.34	211
12	E 12 - C R - 40 %	28 días	17260.33	10.02	78.81	219
13	E 13 - C R - 40 %	28 días	16642.00	10.00	78.50	212
14	E 14 - C R - 40 %	28 días	17357.36	9.98	78.19	222
15	E 15 - C R - 40 %	28 días	17697.84	10.01	78.66	225
PROMEDIO						217.40

Nota: Elaboración propia (2022).

Tabla 25*Ensayo a la compresión 45 %*

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CON UN 45 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO						
Nº	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	E 1 - C R - 45 %	28 días	16563.50	10.00	78.50	211
2	E 2 - C R - 45 %	28 días	16060.33	9.99	78.34	205
3	E 3 - C R - 45 %	28 días	16393.38	10.02	78.81	208
4	E 4 - C R - 45 %	28 días	15621.50	10.00	78.50	199
5	E 5 - C R - 45 %	28 días	16675.30	10.01	78.66	212
6	E 6 - C R - 45 %	28 días	16485.00	10.00	78.50	210
7	E 7 - C R - 45 %	28 días	16295.36	9.99	78.34	208
8	E 8 - C R - 45 %	28 días	15416.79	10.01	78.66	196
9	E 9 - C R - 45 %	28 días	15920.49	10.02	78.81	202
10	E 10 - C R - 45 %	28 días	16106.38	9.98	78.19	206
11	E 11 - C R - 45 %	28 días	15276.90	9.99	78.34	195
12	E 12 - C R - 45 %	28 días	15211.16	10.02	78.81	193
13	E 13 - C R - 45 %	28 días	15778.50	10.00	78.50	201
14	E 14 - C R - 45 %	28 días	15402.70	9.98	78.19	197
15	E 15 - C R - 45 %	28 días	16203.36	10.01	78.66	206
PROMEDIO						203.27

Nota: Elaboración propia (2022).**Tabla 26***Ensayo a la compresión 50 %*

RESISTENCIA A COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS CON UN 50 % DE AGREGADO GRUESO RECICLADO						
Nº	Descripción	Edad (días)	Carga Max (kg)	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Resistencia (Kg/cm ²)
1	E 1 - C R - 50 %	28 días	14522.50	10.00	78.50	185
2	E 2 - C R - 50 %	28 días	15433.59	9.99	78.34	197
3	E 3 - C R - 50 %	28 días	14107.76	10.02	78.81	179
4	E 4 - C R - 50 %	28 días	14287.00	10.00	78.50	182
5	E 5 - C R - 50 %	28 días	14236.93	10.01	78.66	181
6	E 6 - C R - 50 %	28 días	13659.00	10.00	78.50	174
7	E 7 - C R - 50 %	28 días	13945.07	9.99	78.34	178
8	E 8 - C R - 50 %	28 días	14000.96	10.01	78.66	178
9	E 9 - C R - 50 %	28 días	13713.69	10.02	78.81	174
10	E 10 - C R - 50 %	28 días	13838.98	9.98	78.19	177
11	E 11 - C R - 50 %	28 días	14415.13	9.99	78.34	184
12	E 12 - C R - 50 %	28 días	14344.21	10.02	78.81	182
13	E 13 - C R - 50 %	28 días	14522.50	10.00	78.50	185
14	E 14 - C R - 50 %	28 días	13995.35	9.98	78.19	179
15	E 15 - C R - 50 %	28 días	14236.93	10.01	78.66	181
PROMEDIO						181.07

Nota: Elaboración propia (2022).