

Análisis de la resistencia a compresión del concreto $f'c=$ 175 Kg/cm² con adición de concreto reciclado, Chimbote, 2022

por Kevin Cristhian Morillo Bustamante

Fecha de entrega: 19-jul-2023 09:50a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2133585733

Nombre del archivo: Morillo_Bustamante_Kevin_Cristhian.pdf (563.79K)

Total de palabras: 10235

Total de caracteres: 48718



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

¹
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO DE LA TESIS

Análisis de la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
²
con adición de concreto reciclado, Chimbote, 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL

AUTOR:

Morillo Bustamante, Kevin Cristhian ¹
(orcid.org/0000-0001-6680-9871)

ASESOR:

Mgtr. Muñoz Arana, José Pepe (orcid.org/0000-0002-9488-9650)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño sísmico y estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE-PERÚ

(2023)

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, el diseño avanza y evoluciona mucho, por lo que la demanda de hormigón crece constantemente, porque es necesario utilizar este material, así se ha desarrollado la producción de materiales, porque queremos ser eficientes. sin dañar el medio ambiente sostenible; Por eso decidieron renovar la producción de esta área y plantear nuevas técnicas de producción de hormigón.

La utilización de hormigón reciclado en la ingeniería civil, como menciona Martínez (2017), ofrece diversas ventajas, especialmente en lo que respeta a la protección del medio ambiente. Al emplear hormigón reciclado, se contribuye a minimizar la emisión de residuos sólidos contaminantes: Al reciclar los materiales de hormigón en lugar de desecharlos, se reduce la cantidad de residuos sólidos que terminan en vertederos o sitios de disposición, disminuyendo así la contaminación del suelo y el agua.

Dado el continuo el crecimiento de la población, los impactos ambientales causados por los residuos de concreto demolido (RCD) son un contratiempo en la industria de las obras. Tales residuos ciertamente nunca se descompondrán porque son materiales inorgánicos. Por lo tanto, sería conveniente hacer utilizable el material mencionado, y así se minimizaría considerablemente la contaminación ambiental; También existe la necesidad de hacer del hormigón un material sostenible mediante el uso de agregados reciclados para reemplazar los agregados naturales (Pérez, 2021 p. 108). Se tiene que el proceso adecuado es cuando los materiales de construcción en la vivienda se demuelen, conllevando a generar RCD, luego pasa a la disposición final de los RCD.

Dado que el árido reciclado tiene propiedades diferentes a las del agregado natural, se comporta de forma diferente en las mezclas de hormigón y hace que el que el hormigón acabado se comporte de forma diferente al hormigón convencional (Verían y otros, 2018 p. 32).

Por lo tanto, el problema planteado es el siguiente. ¹ ¿Cuál es la resistencia a

compresión del concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ al adicionar porcentualmente concreto reciclado (RC)?. Los problemas específicos son: 1) ¿Cuáles son las propiedades física-mecánicas de los agregados para el diseño de mezclas, según norma ACI 211?, 2) ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto convencional $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ al adicionar concreto reciclado al 10% a la mezcla de control, según el tiempo de fraguado?, 3) ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto convencional $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ al adicionar concreto reciclado al 20% a la mezcla de control, según el tiempo de fraguado? 4) ¿Cuál es la resistencia a compresión del concreto convencional $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ al adicionar concreto reciclado al 30% a la mezcla de control, según el tiempo de fraguado? 5) ¿Cuál es la diferenciación de la resistencia del concreto $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con adición al 10%, 20% y 30% de concreto reciclado en la mezcla de control, según el tiempo de fraguado?

En ese sentido, tomando como base los problemas planteados en la investigación se justifica metodológicamente por que se buscó analizar y evaluar la adición de concreto reciclado en el concreto convencional $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$; de esta manera se pueda optimizar la resistencia a compresión con las proporciones porcentuales analizadas en esta investigación.

También, se justifica socialmente la investigación por la reutilización del hormigón reciclado para reducir significativamente las consecuencias al medio ambiente, el propósito del reciclaje y la reutilización del hormigón demolido es salvar el medio ambiente, por lo tanto, es conveniente utilizar más residuos de construcción y por lo tanto la contaminación ambiental sería significativamente reducida (Ulloa, 2018 p. 35). Del mismo modo, existe la necesidad de convertir el hormigón en un material sostenible mediante la utilización de áridos reciclados en lugar de áridos naturales (Cantero y otros, 2019 p. 1340). Es cierto que la construcción es un sector que consume una cantidad significativa de recursos naturales. Según la referencia proporcionada por Ferreyra (2019), aproximadamente el 40% de los recursos disponibles se destinan a la construcción. Esto incluye recursos como materiales de construcción, energía, agua y otros insumos necesarios para llevar a cabo proyectos de construcción y desarrollo urbano.

Por ello, en algunas partes del mundo, la disponibilidad de agregados es escasa, la acción de reciclar es fundamental para satisfacer la demanda del área de la construcción (Letelier, 2017 p. 366). El reciclaje de RCD es muy importante porque no solo reduciría el impacto al medio ambiente (Singh, 2018 p. 74), también disminuiría considerablemente la necesidad de utilizar áreas objetivo (Botaderos) y evitaría el consumo de materias primas (Salesa y otros, 2017 p. 365). En el estudio se realizó el porcentaje de reemplazo de agregado RCD en concreto con agregado natural (Kruger, 2020 p. 508).

Se destaca que, dependiendo de la composición y propiedades, los áridos reciclados pueden utilizarse parcial o totalmente para sustituir a los áridos naturales en la creación de morteros y hormigones (Valenzuela y otros, 2021 p. 3). La justificación técnica se fundamenta en la experimentación y de la metodología de investigación, así como por el trabajo de laboratorio de cada uno de los procesos que implica la evaluación de la resistencia a compresión del concreto con adición del concreto reciclado en los porcentajes seleccionados para fines de la investigación.

¹ El objetivo general fue: Analizar la resistencia a compresión del concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$, al adicionar el 10, 20% y 30% de concreto reciclado, mediante estudios de ensayos de compresión y análisis de los agregados.

¹ Los objetivos específicos fueron: 1) Determinar las propiedades físico-mecánicas de los agregados para el diseño de mezcla, mediante un estudio granulométrico, 2) Establecer el diseño de mezcla de un concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ por el método ACI, con cemento tipo I y materiales de las canteras ubicadas en la provincia del Santa, 3) Identificar la diferencia de la resistencia a compresión del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, al adicionar concreto reciclado al 10%, 20% y 30%, según tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

La hipótesis general fue: H_i : La adición de concreto reciclado al 10%, 20% y 30% mejora la resistencia del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, H_o : La adición de concreto reciclado al 10%, 20% y 30% no mejora la resistencia del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$.

II. MARCO TEÓRICO

La investigación se fundamenta en antecedentes internacionales, donde el material de construcción más utilizado por las empresas en la actualidad es el concreto, con una producción estimada de unos 25 millones de toneladas de hormigón por año en el mundo, lo que equivale en un aproximado a 3,8 toneladas por cada individuo al año. Ello, representa el doble de hormigón utilizado en obras en el planeta en comparación con los demás materiales de construcción combinados. Además de la gran cantidad de residuos que se generan en Europa cada año, alrededor del 40 % proceden de los residuos de los RCD (Silupu, 2020 p.2).

Según Mena y Valdés, (2015, p.8), El objetivo de sus investigaciones fue dosificar una mezcla de hormigón sustituyendo áridos reciclados de derribos de edificios por áridos naturales, para lo que realizó 3 modelos diferentes, sustituyendo áridos naturales en un 25%, 50% y 100%. Realizó experimentos para el contenido de humedad y la densidad, para averiguar qué efecto podrían tener en la producción y el uso de hormigón reciclado en obras viales de bajo tráfico.

En este sentido, los áridos preparados con un nivel de granularidad suficiente forman una mezcla de alta calidad y pruebas mecánicas similares al hormigón natural. El hormigón reciclado se puede utilizar como cualquier otro, por lo que es el tipo de hormigón menos utilizado. El Banco Mundial ha pronosticado que para 2030 habrá al menos 2.600 millones de toneladas, 20 años después la situación es peor, unos 3.510 millones de toneladas de RCD (Kirthika y Singh, 2020, p. 22).

Así mismo, la industria de la construcción provoca importantes flujos de residuos, el agotamiento del material y la energía consumidos en la sociedad humana. Los agregados de concreto reciclado, que son utilizados en las obras pueden mejorar el problema general de escasez y reducir tanto la contaminación ambiental (Silupu, 2020 p.2).

La investigación se fundamenta en los antecedentes nacionales, el objetivo de

la investigación fue averiguar cuánto árido reciclado se puede utilizar en un pavimento de bajo tráfico que contenga 0, 10, 30 y 50% de piedras recicladas finas y gruesas. Su trabajo fue caracterizar sus áridos (reciclados y naturales), diseñó una mezcla estándar con dosis $f'c = 320 \text{ kg/cm}^2$ (1:1.62:11.75), luego una mezcla M1 con 10 áridos reciclados. (1:1.6:1.57), luego M2 con una dosis de agregado reciclado de 30° (1:1.1:1.22) y finalmente M3 con una dosis de agregado reciclado de 50° (1:0.81:0.87) (Ramos, 2018, p. 20).

En esa misma línea, los materiales agregados de la remoción y demolición de edificios se reciclan como sustituto de la piedra arenisca natural en la producción de pavimentos de hormigón. Se realizó un efectivo "análisis de todo el ciclo de vida" de ciertos elementos, para hallar el consumo energético de todos los procesos que afectan al producto final. En las últimas décadas, ha habido mucha investigación sobre métodos de tratamiento de residuos, pero no muchas aplicaciones en la industria del hormigón (Suarez, 2019, p. 225).

Por otra parte, los RCD son materiales generados durante los trabajos de construcción, demolición y reconstrucción. Estos residuos se consideran inertes, inocuos y tienen una tasa de recuperación y aprovechamiento muy alta. Sin embargo, considerando que los RCD no tienen una composición específica, varían según el tipo de estructura, el proceso de demoler y el sistema de gestión medio ambiental utilizado. Estos incluyen principalmente: hormigón estructural, ladrillos, tejas y cerámicas para pisos, techos y tabiques (Suarez, 2019, p. 226).

Las obras de construcción civil generan enormes cantidades de RCD, los cuales provocan serios impactos ambientales si no se manejan de manera oportuna y eficiente (Trujillo, 2021, p. 2).

Entre los principales residuos de concreto, se destacan los residuos de hormigón, por ser la mayor cantidad de la operación. Hay cuatro tendencias principales en la reutilización de residuos de hormigón: Producción de hormigón utilizando RCD como sustituto de áridos naturales o fracciones gruesas o finas; producción de dispensadores plegables; uso de la carretera como base y subbase; y la buena disposición de los desechos de hormigón que son materia prima para trabajar nuevos productos de buena calidad en la construcción

(Chica, 2018, p. 340).

Por lo expuesto, se considera que los RCD son producidos en toda construcción de principio a fin, relleno de terrenos, trabajos previstos para el proyecto, adquisición de materiales inadecuados, su uso durante el transporte provocando grietas y remoción, mal almacenamiento, imposibilidad de trabajar Artesanías. Los cambios de última hora realizados por el cliente son la principal fuente de desperdicio en toda la fase que se planifica en la obra.

Por otro lado, se realizaron diversos estudios sobre la buena utilización de los RCD, que limitan sus propiedades a los recursos naturales, lo que hace que solo una pequeña parte de ellos se utilicen para la elaboración de materiales de construcción, lo que lleva a añadir aditivos a estos residuos para mejorarlos. propiedades y extender su vida útil (Santisteban, 2021, p. 5).

En efecto, la durabilidad del hormigón natural a los 7 días es mayor, mientras que la durabilidad del hormigón reciclado a los 28 días es ligeramente superior, lo que indica que se comportan de manera similar al hormigón natural (Mendoza, 2017, p. 13).

Los áridos resultantes por medio de la trituración de escombros (morteros, ladrillos) tienen un buen desempeño para aplicaciones en adoquines (Ceballos, 2021, p. 35).

Después de realizar un análisis exhaustivo de sus características físico-mecánicas mediante revisión y comparación de diferentes literaturas científicas acerca de los áridos reciclados se determina una posibilidad muy fuerte de ser empleados en las obras de construcción (Nakayo, 2018, p. 9).

Además, se tiene que, el impacto ambiental de los RCD es uno de los causantes de daños ambientales es la construcción residencial (Bessa, 2019, p. 2).

Se tiene que los trabajos antiguos el reciclaje es innovador en el un recurso natural no renovable puede volverse parcialmente renovable (Abed, 2020, p. 108).

Por otra parte, los resultados de muchos estudios muestran que reemplazar los agregados naturales con agregados reciclados, son una de las formas más útiles de utilizar los materiales generados como desechos de construcción y demolición (he, 2020, p. 15).

Al respecto para implantar códigos y análisis de buena fe, se necesitan estudios para reportar diferencias en las propiedades del concreto elaborado a partir de agregados reciclados (Pacheco, 2019, p. 114).

En este sentido, al darse cuenta de la utilidad de los RCD en sustitución de los áridos naturales, varios países se han comprometido a seguir normativas que garanticen la utilización de este material (Al Mahmoud, 2020, p. 662).

Se tiene que, el concreto con agregados de ladrillos reciclados, en el trabajo mecánico realizado en los ensayos de tracción, compresión y flexión, disminuye estas propiedades cuando se incrementa el reemplazo de áridos gruesos naturales por áridos gruesos cerámicos reciclados, por lo que se recomienda tener un gran cuidado y delimitar todo el porcentaje de sustitución en volumen al 30% (Nepomuceno, 2018, p. 290).

Además, se menciona que utilizaron tasas de reemplazo que no habían sido ampliamente estudiadas para ambos tipos de agregados y concluyeron que la tasa de reemplazo óptima sería 35% al reemplazar los áridos naturales con áridos reciclados (ARL) (Gonzales, 2017, p. 510).

Por otro lado, el hormigón elaborado con agregados de concreto reciclado, en el cual se confrontaron las propiedades del hormigón con una relación a/c de 0,35, en la elaboración se consideró árido grueso reciclado (sin finos) sustituyendo un 10% de la mezcla de cemento por árido fino reciclado y otro con la misma relación de arena de río, lo que se traduce en un aumento de la durabilidad del 7% y del 37% (Ibrahim, 2020 p. 110).

En otra investigación se menciona que, se puede usar un 25-50% de agregados finos de concreto reciclado porque esto no comprometería las propiedades mecánicas del nuevo concreto cuando los agregados fluyen juntos y sus propiedades mecánicas son similares a la mezcla de referencia (De Andrade,

2020, p. 129).

De igual modo, Revilla y otros, (2020, p. 128) indican que para la producción de hormigón autocompactante se deben utilizar áridos de hormigón reciclado de hasta 50 % para conseguir valores elevados de coeficiente de durabilidad.

Según, Kazmi, (2021, p. 121) en su investigación utilizaron usaron RCD con aditivos de menos del 5% y el tamaño de agregado grueso más grande de 20 mm, usando cemento portland tipo II para producir mezclas de concreto.

En ese sentido, la durabilidad del concreto elaborado con residuos de concreto demolido en la actualidad se enfatiza el uso de los RCD como relleno en la producción de concreto, razón por la cual se han realizado numerosos estudios que analizan principalmente sus propiedades mecánicas (Kirthika, 2020, p. 118).

Según, Bai y otros, (2020, p. 127) la durabilidad es determinante para el hormigón, por lo que, cuanto más se incrementa la proporción de áridos reciclados, más se minimizan las características mecánicas del hormigón.

Así mismo, la elevada porosidad de los residuos de hormigón genera una mayor absorción de H₂O, lo que disminuye su trabajabilidad (Nobre, 2020, p. 101).

Según, Liu, (2018, p. 288) menciona que el concreto con más del 50% de reemplazo de material agregado residual después de trabajar a alta temperatura puede tener una resistencia y durabilidad ligeramente mayor que el concreto con agregados naturales.

Asimismo, en una investigación hecha al concreto tratado con distintos porcentajes de agregado fino reciclado (0% - 20% - 30%), se menciona que las propiedades de durabilidad son similares a las del concreto convencional, por otro lado, se minimiza la trabajabilidad de este concreto. en lo alto absorción de agua (Li, 2021, p. 126).

Por lo considerado, el reciclaje de residuos de hormigón es crucial porque ayuda a disminuir la utilización de agregados naturales y, por lo tanto, agregar estos residuos a la producción de hormigón nuevo sería un problema significativo de costos y conservación para el ambiente (Sasanipour, 2020, p. 120).

En cuanto de la resistencia del hormigón, Rodríguez (2018) calcula la resistencia a la compresión del hormigón con $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ utilizando tres porcentajes de reemplazo de 50%, 75% y 100% con concreto reciclado. El diseño se completó utilizando agregados de concreto natural y reciclado para una evaluación $f_c=175 \text{ Kg/cm}^2$ durante tres periodos relacionados con la edad de 7, 14 y 28 días. Los hallazgos mostraron que después de siete días de curado, la resistencia promedio alcanzada fue de $163,17 \text{ kg/cm}^2$ con árido 100% natural, $141,87 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituyó el 50% de árido de hormigón reciclado, $129,86 \text{ kg/cm}^2$ cuando se sustituyó el 75% de árido de hormigón reciclado, y $96,37 \text{ kg/cm}^2$ cuando se recicla al 100%. Se utilizó agregado de concreto.

Según Rodríguez (2018), se observaron diferentes resistencias promedio en el concreto curado durante 14 y 28 días, dependiendo del porcentaje del concreto reciclado utilizados. Para 14 días se encontró que la resistencia fue de 224.33 kg/cm^2 con un 100% de agregado natural, mientras que al reemplazar el 50% de con concreto reciclado, la resistencia fue de 175.61 kg/cm^2 . Al aumentar el porcentaje de reemplazo a un 75% y 100% de concreto reciclado, las resistencias disminuyeron a 163.63 kg/cm^2 y 150.11 kg/cm^2 , respectivamente.

Por otro lado, a los 28 días, se demostró una resistencia de $252,60 \text{ kg/cm}^2$ con un 100% de agregado natural, mientras que al reemplazar el 50% de reemplazo por concreto reciclado, la resistencia fue de $205,88 \text{ kg/cm}^2$. Al aumentar el porcentaje de reemplazo a un 75% y 100% por concreto reciclado, las resistencias disminuyeron a 191.24 kg/cm^2 y 186.35 kg/cm^2 , respectivamente.

Los costes de los proyectos de obra civil se reducirían si se reutilizan los RCD, se tendría éxito en la producción de concreto (Contreras, 2017, p. 12).

Con las investigaciones que se han realizado actualmente, la mayoría de las cuales promueven volver a utilizar los RCD, finalmente se confirma que los residuos son desechables, y su reutilización promueve obras más sostenibles y con una buena estabilidad ambiental (Soni, 2021, p. 133).

Por otro lado, el análisis FODA en la gestión de residuos sólidos. Las fortalezas son que la reutilización del suelo excavado va en aumento en las actividades relacionadas con los proyectos de ingeniería, las empresas constructoras han comenzado a utilizar materiales reciclados en sus proyectos. Es probable que más de la mitad de los constructores encuestados tengan conocimientos sobre el reciclaje de RCD. Como debilidades se indica: Falta de interés de las empresas constructoras en cuidar los temas ambientales, la mayoría de las empresas no aprovechan los terrenos mineros resultantes, sino que los arrojan al botadero. Las empresas constructoras no realizan inventarios y bases de datos sobre ²⁴ la gran cantidad de residuos que se genera en el sitio de construcción (Silgado, 2018, p. 17).

III. METODOLOGÍA

Un enfoque cuantitativo es un método en el que se analiza y recopila información de diferentes fuentes de forma estructurada; Se da por medios estadísticos o matemáticos para que se cuantifique el problema a investigar (Soto, 2016, p. 3).

2 3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación fue de tipo aplicada, lo cual implica utilizar conocimientos previos para obtener nuevos conocimientos o desarrollar nuevas teorías. En este estudio, se aplicaron los conocimientos existentes sobre el uso de agregados de concreto reciclado. De esta manera, la investigación aplicada permite poner en práctica los conocimientos existentes y generar información valiosa para su aplicación en contextos concretos.

2 El diseño de investigación es cuasi experimental, porque se ejecutó un control moderado en el manejo de la variable independiente al adicionarle distintos porcentajes de RCD al concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$.

GC **O** **X** Donde, GC: grupo de control (muestra de control).

Donde, X: Es la variable independiente que se manipuló durante en los diferentes procesos de experimentación, en los ensayos de laboratorio.

GE ₁₁	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 10%
GE ₁₂	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 20%
GE ₁₃	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 30%
GE ₂₁	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 10%
GE ₂₂	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 20%
GE ₂₃	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 30%
GE ₃₁	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 10%
GE ₃₂	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 20%
GE ₃₃	O ₁ O ₂ -O ₃ ---X	Adición de RCD al 30%

Donde:

O₁, O₂, O₃; son las observaciones realizadas al concreto al adicionar los porcentajes del concreto reciclado, según el tiempo de fraguado (7- 14 - 28 días)

¹⁵
RCD: Residuos de construcción y demolición

² 3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente: Residuos de construcción y demolición.

Definición conceptual: Los RCD son ¹¹residuos generados durante las obras de construcción, demolición de edificios (Castaño, 2013, p. 2).

Definición operacional: Se lleva a cabo por medio de la trituración de los residuos de los RCD hasta convertirlos en agregados finos.

Dimensiones: Granulometría de los agregados y dosificación de los residuos.

Indicadores: Módulo de fineza, absorción, pesos unitarios y contenido de humedad.

²
Escala: Razón.

Variable dependiente: Resistencia del concreto

Definición conceptual: Resistencia se mide mediante la carga máxima que el concreto puede soportar.

Definición operacional: Se ejecutaron ensayos en estado fresco, para determinar el Slump y ¹la resistencia a la compresión por tiempo de fraguado.

¹⁷
Dimensiones: Diseño de mezcla, evaluación del concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$ con adición de RCD y concreto de control.

Indicadores: Asentamiento del concreto y ensayos ¹de la resistencia a la compresión.

Escala: Razón.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población

La población es el conjunto básico consta de todos los elementos definidos y validados del problema de investigación (Otzen y Manterola, 2017, p. 5).

En la investigación se consideró una población tal como se especifica en la tabla 1.

Tabla 1: Cantidad de elementos de la población

Ensayo resistencia a compresión		Edad (días)			Total
Muestras	% de RCD	7	14	28	
Muestra Control	-	5	5	5	15
M ₁	10%	5	5	5	15
M ₂	20%	5	5	5	15
M ₃	30%	5	5	5	15
Total					60

Se tiene una población de 60 especímenes.

Criterios de inclusión: Se consideraron las probetas por cada ensayo, se tomó en cuenta el criterio que cumple con el diseño de mezcla para $f'c = 175$ kg/cm².

Criterios de exclusión: Se ejecutó la exclusión de probetas por cada ensayo, usando el criterio de que no existan roturas o fisuras en las probetas y cumpliendo con el diseño de mezcla.

La muestra se conformó por unidades cilíndricas de concreto $f'c = 175$ kg/cm². Se consideró la evaluación de 36 testigos de 15 cm de diámetro y 30 cm de longitud, se realizaron pruebas a las edades 7 – 14 - 28 días, según lo descrito en la tabla 2.

Tabla 2. Muestra de estudio.

Ensayo resistencia a compresión		Edad (días)			Total
Muestras	% de RCD	7	14	28	
Muestra Control	-	3	3	3	9
M1	10%	3	3	3	9
M2	20%	3	3	3	9
M3	30%	3	3	3	9
Total					36

Muestreo

El muestreo no probabilístico - intencionado; se utilizó para seleccionar la cantidad de testigos que caen dentro de los límites de los criterios de inclusión y a conveniencia del equipo investigador (Otzen y Manterola, 2017, p. 7). La muestra se conformó por 36 probetas

Unidad de análisis:

Para la investigación se consideraron por conveniencia, 36 testigos que fueron elaborados de acuerdo con el diseño de mezcla y los porcentajes de adición de los residuos de concreto reciclado.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se consideró la observación para visualizar los materiales que fueron utilizados para la elaboración de las unidades muestrales de control y experimentales y dar seguimiento a los procesos en el laboratorio.

Los instrumentos usados: Las fichas técnicas estandarizadas y realizadas por el laboratorio Consultoría y Geotecnia del Norte, y las normas técnicas pertinentes que se especifica en el informe de laboratorio.

Los protocolos e instrumentos de la investigación han sido verificados por las normas técnicas siguientes.

Procesos de recolección de datos	Instrumentos
Granulometría	FICHAS DE TECNICAS Norma MTC E-204 MTC E-108 MTC E-205 ASTM C39.034-1999
Asentamiento del concreto (Slump)	
Tiempo de fraguado	
Resistencia a la compresión	
Probetas	PROTOCOLOS Norma Técnica NTP 400.022 – 2002. ASTM, ACI y MTC ASTM C39.034-1999
Prensa de rotura	
balanza digital, etc.	
Cumplimiento de la NTP	

Validación y confiabilidad

La validación de los instrumentos de investigación se fundamenta en las normas técnicas tomadas como referencia para ejecutar los ensayos en laboratorio, además, son validados y firmados por un profesional con amplio conocimiento del trabajo en laboratorio, quien certifica todos los ensayos realizados.

La confiabilidad de los instrumentos utilizados en la investigación, como los instrumentos de medición, están certificados por el laboratorio Consultoría Geotecnica del Norte SAC.

3.5. Procedimientos

Las unidades de análisis en las muestras de control y experimentales fueron construidas en un laboratorio específico donde se llevaron a cabo los estudios. Durante el proceso, se aplicaron las metodologías y técnicas de investigación adecuadas para obtener los resultados deseados en línea con los objetivos propuestos.

En la primera etapa se realizó el acopio de los materiales:

- a) Recolección de concreto reciclado (RCD) de los botaderos.
- b) Chancado y pulverización de los RCD.
- c) Se realizó la granulometría de los RCD.

En la segunda etapa se ejecutó el análisis granulométrico de los agregados.

- a) La arena gruesa se obtuvo de la cantera Vesique y de la piedra chancada de la cantera Cambio Puente.
- b) Tamizado de la arena gruesa para agregado fino, en el tamiz 4, para la piedra chancada se usó el tamiz 3/4"
- c) Para el análisis granulométrico se utilizó la norma MTC E-204.

En la tercera etapa se caracterizó el diseño de la mezcla ¹ del concreto de control $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, según al método Comité 211 del ACI.

Se calculó los materiales: Cemento, agregados y el agua para los valores de diseño.

² En la cuarta etapa se determinó el diseño de mezcla experimental con adición del 10%, 20% y 30%, según la norma MTC E-204, E-205, la NTP 339.034-1999 y ASTM C39.

En la quinta etapa se ejecutaron ensayos al concreto fresco para evaluar la trabajabilidad del concreto experimental.

En la sexta etapa se elaboraron las probetas o unidades de análisis para el proceso de la investigación en un total de 36 que fueron sometidas a las pruebas de rotura según la edad a los 7 - 14 - 28 días ³⁴ para evaluar la resistencia del concreto en cada muestra experimental.

¹⁹ Se utilizaron testigos de 15 cm de diámetro y 30 cm de longitud, para todas las unidades de análisis y determinar resistencia del concreto.

Se ejecutaron los ensayos de resistencia ¹ del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ con adición de concreto reciclado al 10%, 20% y 30% en las muestras respectivas, según los protocolos del laboratorio de suelos y según la normativa (NTP

339.034).

Los resultados obtenidos en el laboratorio fueron organizados en tablas y gráficos estadísticos para presentar y visualizar los datos de manera clara y comprensible. Estas representaciones permiten analizar los resultados de manera efectiva y facilitan su interpretación.

Además, se llevó a cabo la prueba de hipótesis utilizando la prueba de ANOVA y la prueba Tukey correspondiente. La prueba de ANOVA ayudó a determinar las diferencias significativas de muestras, mientras que la prueba Tukey se utiliza para identificar las diferencias específicas entre los grupos. Estas pruebas estadísticas son herramientas comunes utilizadas en la investigación para evaluar la significancia de los resultados y realizar comparaciones entre diferentes tratamientos o grupos

Finalmente se redactaron las conclusiones en función a los objetivos de la investigación y se establecieron las recomendaciones pertinentes.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron organizados en tablas y gráficos estadísticos utilizando el programa Excel. Estos datos se derivaron de las pruebas de laboratorio por muestra de estudio y se registraron para cada una de las edades del concreto (7, 14 y 28 días). Se produjeron los resultados tanto para el concreto de control, con una resistencia objetivo de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, como para cada una de las muestras experimentales que contenían adiciones de concreto reciclado en proporciones del 10%, 20% y 30%. La visualización de los datos en tablas y gráficos estadísticos ayuda a analizar y comparar los resultados de manera clara y precisa.

La prueba de hipótesis se realizó mediante el análisis ANOVA y la prueba Tukey en el programa Excel.

3.7. Aspectos éticos

Principios de la integridad científica: Integridad, honestidad, objetividad, veracidad, justicia y responsabilidad.

El autor se compromete a no falsificar los resultados para lograr una ganancia personal. establecer el nivel de originalidad. Toda la información proporcionada fue procesada por el software de Turnitin para verificar la similitud, evitar el plagio y otros problemas. se presenta ante el tribunal la prueba que sustente la información y los datos de la investigación realizada en pruebas de laboratorio.

IV. RESULTADOS

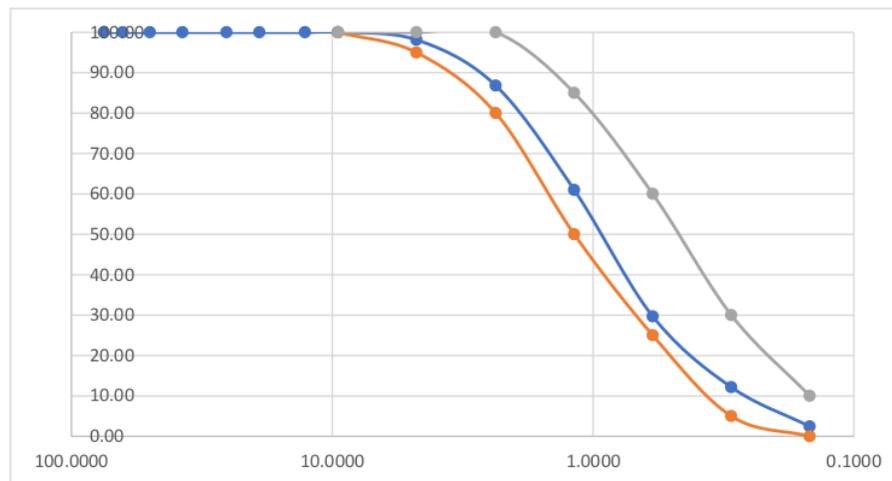
4.1. Resultados obtenidos en referencia a las características físico-mecánicas de los agregados, mediante un estudio granulométrico.

Tabla 3: Granulometría de la arena gruesa

Agregado grueso mtc-e-205 - Arena gruesa					
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	
3"	75.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.4000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.0000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.7000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.5000	0.00	0.00	0.00	100.00
4	4.7500	31.10	1.84	1.84	98.16
8	2.3600	192.30	11.35	13.19	86.81
16	1.1800	437.50	25.83	39.02	60.98
30	0.5900	530.40	31.31	70.33	29.67
50	0.2950	296.70	17.52	87.85	12.15
100	0.1475	164.70	9.72	97.57	2.43
Fondo	-	41.1	2.43	100	0

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Gráfico 1: Curva granulométrica de la arena gruesa



Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

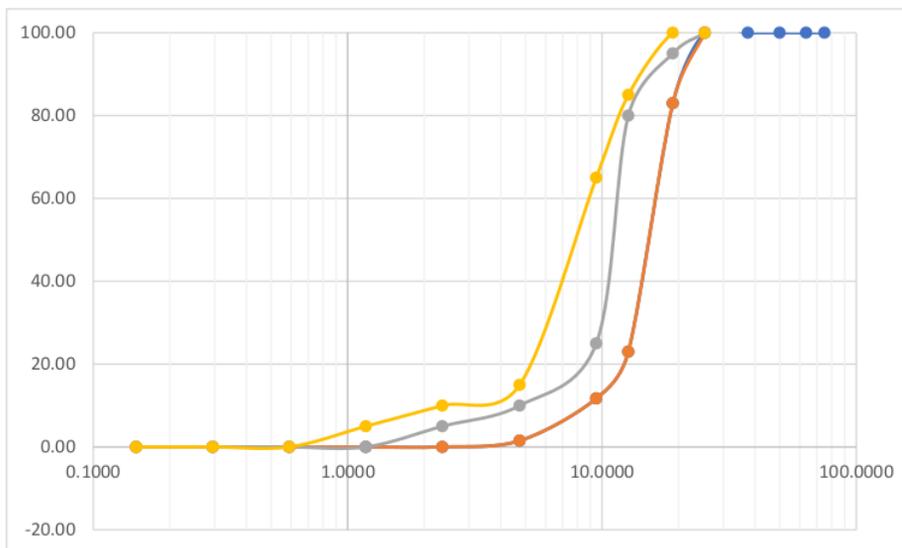
En la gráfica se observa que la arena gruesa tuvo un módulo de fineza de 3.10

Tabla 4: Ensayo granulométrico para la piedra chancada

Agregado grueso mtc-e-205 - Piedra chancada					
Malla		Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa
1"	25.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.00	540.00	17.04	17.04	82.96
1/2"	12.70	1900.00	59.97	77.01	22.99
3/8"	9.50	357.40	11.28	88.29	11.71
4	4.75	322.80	10.19	98.48	1.52
8	2.36	48.10	1.52	100.00	0.00
16	1.18	0.00	0.00	100.00	0.00
Fondo	-	0.00	0.00	100.00	0.00

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Gráfico 2: Curva granulométrica de la piedra chancada



Descripción:

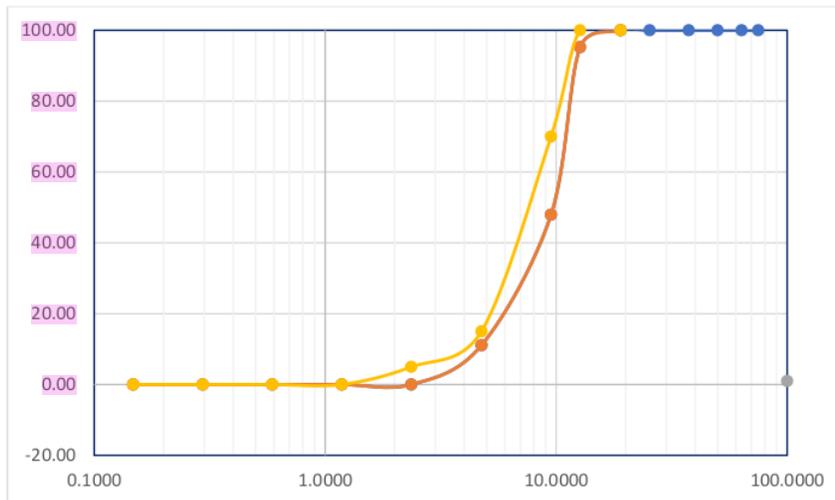
En la tabla se especifica la piedra chancada con ³ máximo nominal de 3/4" y módulo de fineza 7.04

Tabla 5: Ensayo granulométrico del concreto reciclado

Agregado grueso mtc-e-205 - Concreto reciclado					
Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que pasa	
3"	75.0000	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.5000	0.00	0.00	100.00	
2"	50.0000	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	37.5000	0.00	0.00	100.00	
1"	25.4000	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.0000	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.7000	25.00	4.77	95.23	
3/8"	9.5000	247.00	47.32	47.91	
4	4.7500	192.80	36.81	11.09	
8	2.3600	58.10	11.09	0.00	
16	1.1800	0.00	0.00	0.00	
30	0.5900	0.00	0.00	0.00	
50	0.2950	0.00	0.00	0.00	
100	0.1475	0.00	0.00	0.00	
Fondo	-	0.00	0.00	0.00	

Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnica del Norte

Gráfico 3: ² Curva del análisis granulométrico del concreto reciclado



Descripción:

En la gráfica se observa que el concreto reciclado tuvo un tamaño máximo nominal de 3/4" y módulo de fineza de 7.04

En la gráfica se observa que el concreto reciclado tuvo un tamaño máximo nominal de 3/4" y módulo de fineza de 6.41

Tabla 6: Contenido de humedad de la arena gruesa

Número de tara	1	2	3
Peso tara	95.51	97.77	98.21
Peso tara+ suelo húmedo	668.2	575.84	552.2
Peso tara+ suelo seco	665.2	573.22	550.03
Contenido de humedad	0.53	0.55	0.48
Promedio de humedad (%)	0.52		

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

En la tabla 6 se destacada el promedio de la humedad de la arena gruesa de 0.52 por ciento.

Tabla 7: Pesos y absorción de la arena gruesa

Peso específico de masa	2.60
Peso específico saturado con superficies seca	2.65
Peso aparente	2.74
Peso unitario suelto (kg/cm3)	1547
Peso unitario compactado (kg/cm3)	1856
Absorción	1.87

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

En la tabla 7, Se destacada la absorción de 1.87 porcentual para la arena gruesa

Tabla 8: Contenido de humedad - piedra chancada

Número de tara	1	2	3
Peso tara	107.90	98.78	100.20
Peso tara+ suelo húmedo	1230.90	800.10	964.34
Peso tara+ suelo seco	1121.70	794.15	957.22
Contenido de humedad	0.83	0.86	0.83
Promedio de humedad (%)	0.84		

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

En la tabla 8, Se observa el promedio de la humedad de la piedra chancada de 0.84 por ciento.

Tabla 9: Pesos y absorción - piedra chancada

Peso específico de masa	2.76
Peso específico saturado con superficies seca	2.81
Peso específico aparente	2.90
Peso unitario suelto (kg/cm ³)	1476
Peso unitario compactado (kg/cm ³)	1747
Absorción	1.81

5.

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

En la tabla 9, Se destacada la absorción de 1.81 porcentual para la piedra chancada.

4.2. Resultados obtenidos en referencia al diseño de mezcla de un concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$ según método ACI.

Tabla 10: Diseño de concreto $f_c=175 \text{ kg/cm}^2$

La resistencia a los 28 días	$f_c =$	175	kg/cm^2
------------------------------	---------	-----	------------------

Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnica del Norte

Descripción:

En la tabla 10 registra la resistencia del concreto en la muestra de control a los 28 días, el mismo que fue la base para las muestras experimentales en la investigación.

Tabla 11: Materiales para el diseño de mezcla del concreto

CEMENTO	Cemento Tipo I		
	Peso específico	3.15	gr/cm^3
AGREGADO FINO	Arena gruesa de cantera: "VESIQUE"		
	Peso específico	2.60	gr/cm^3
	Absorción	1.87	%
	Contenido de humedad	0.52	%
	Módulo de fineza	3.10	
	Peso suelto	1547.00	Kg/m^3
AGREGADO GRUESO	Piedra chancada cantera: "CAMBIO PUENTE"		
	Tamaño máximo	3/4"	
	Peso compactado	1747.00	Kg/m^3
	Peso específico	2.76	gr/cm^3
	Absorción	1.81	%
	Contenido de humedad	0.84	%
	Peso suelto	1476.00	Kg/m^3
AGUA	Potable de la zona		

Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnica del Norte

Descripción:

En la tabla 11 Evaluación de los materiales para la elaboración del concreto

Proporción en peso:

1	2.00	3.00	29 Lt/BL
---	------	------	----------

Tabla 12: Pesos / tandas de un saco

Agregado arena gruesa	16.72	Kg/pie ³
Agregado piedra chancada	24.87	Kg/pie ³

Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnia del Norte

Tabla 13: Pesos / pie cubico

Cemento	42.50	Kg
Agua	29.23	Lt
Agregado- arena gruesa	90.81	Kg
Agregado piedra chancada	128.84	Kg

Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnia del Norte

Tabla 14: Dosificación

² Cemento:	1.00	pie ³
Arena gruesa	2.07	pie ³
Piedra chancada	2.49	pie ³

Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnia del Norte

Descripción: En las tablas 12, 13 y 14, se observa las proporciones de los agregados del diseño del concreto.

Dosificación:



1: 2.007: 3.00/29/LT/BL

4.3. Resultados obtenidos sobre la identificación de la diferencia de la resistencia del concreto:

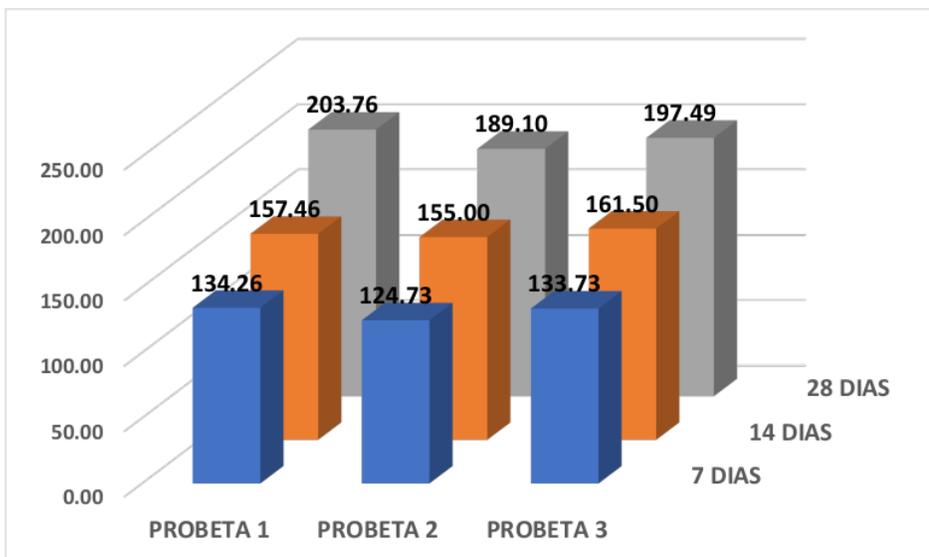
³ Identificar la diferencia de la resistencia del concreto $f'_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$, al adicionar concreto reciclado al 10%, 20% y 30%, según tiempo de curado de 7- 14 - 28 días. Las probetas de fabricaron según el diseño de mezcla establecido en el segundo objetivo específico, se ejecutó el curado correspondiente durante 7- 14 - 28 días y teniendo en cuenta la norma ACI.

Tabla 15: Resultados en la muestra de control.

Serie	Fecha		F'c de Concreto	Edad (días)	Slump (pulg.)	Lectura en pantalla (kg.)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Resistencia Promedio kg/cm ²
	Moldeo	Rotura							
1	16/03/2023	23/03/2023	175	7	7	24128	179.71	134.26	130.91
2	16/03/2023	23/03/2023	175	7	7	22485	180.27	124.73	
3	16/03/2023	23/03/2023	175	7	7	24192	180.90	133.73	
4	16/03/2023	30/03/2023	175	14	7	28348	180.01	157.46	157.99
5	16/03/2023	30/03/2023	175	14	7	27978	180.51	155.00	
6	16/03/2023	30/03/2023	175	14	7	29178	180.66	161.50	
7	16/03/2023	13/04/2023	175	28	7	36747	180.35	203.76	196.78
8	16/03/2023	13/04/2023	175	28	7	34163	180.66	189.10	
9	16/03/2023	13/04/2023	175	28	7	35789	181.22	197.49	

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Gráfico 4: Resultados en la muestra de control.



Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

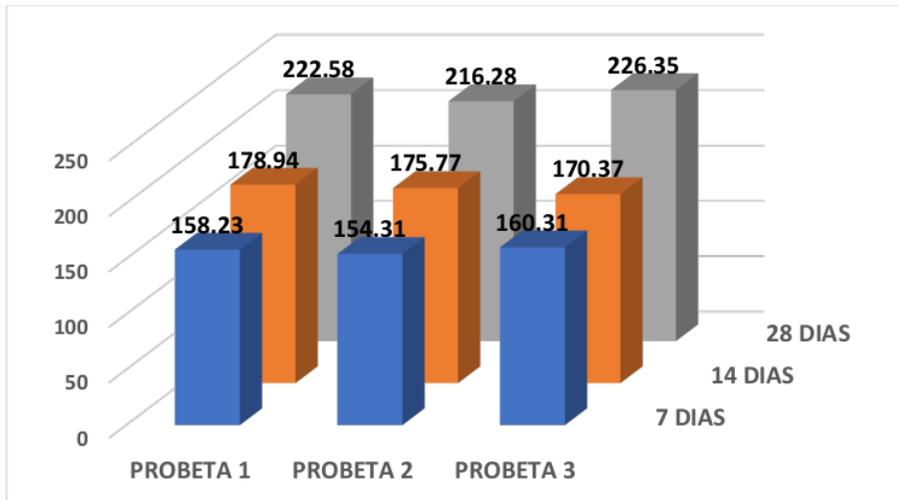
En el gráfico se registra las resistencias a la compresión de las muestras de control. Los resultados indican que las resistencias promedio máximas alcanzadas fueron: 130.91 kg/cm², 157.99 kg/cm² y 196.78 kg/cm² a 7 – 14 - 28 días respectivamente. Esto indica que la probeta de control del diseño alcanzó su máxima resistencia promedio de 112.45 kg/cm² a los 28 días.

Tabla 16: Resultados en la muestra con adición del 10%.

Serie	Fecha		F'c de Concreto	Edad (días)	Slump (pulg.)	Lectura en pantalla (kg.)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Resistencia Promedio kg/cm ²
	Moldeo	Rotura							
1	16/03/2023	23/03/2023	175	7	6	28246	179.71	158.23	157.62
2	16/03/2023	23/03/2023	175	7	6	27817	180.27	154.31	
3	16/03/2023	23/03/2023	175	7	6	29001	180.90	160.31	
4	16/03/2023	30/03/2023	175	14	6	32214	180.03	178.94	175.03
5	16/03/2023	30/03/2023	175	14	6	31728	180.51	175.77	
6	16/03/2023	30/03/2023	175	14	6	30779	180.66	170.37	
7	16/03/2023	13/04/2023	175	28	6	40141	180.35	222.58	221.74
8	16/03/2023	13/04/2023	175	28	6	39074	180.66	216.28	
9	16/03/2023	13/04/2023	175	28	6	41019	181.22	226.35	

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Gráfico 5: Resultados en la muestra con adición del 10%.



Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

En el gráfico se registra las resistencias a la compresión de la muestra experimental al 10% de RCD. Los resultados indican que las resistencias alcanzadas promedio fueron de 157,62 kg/cm², 175,03 kg/cm² y 221,74 kg/cm² a los 7 – 14 - 28 días respectivamente. Esto indica que la probeta experimental del diseño alcanzó su máxima resistencia promedio de 126.71 kg/cm² a los 28 días.

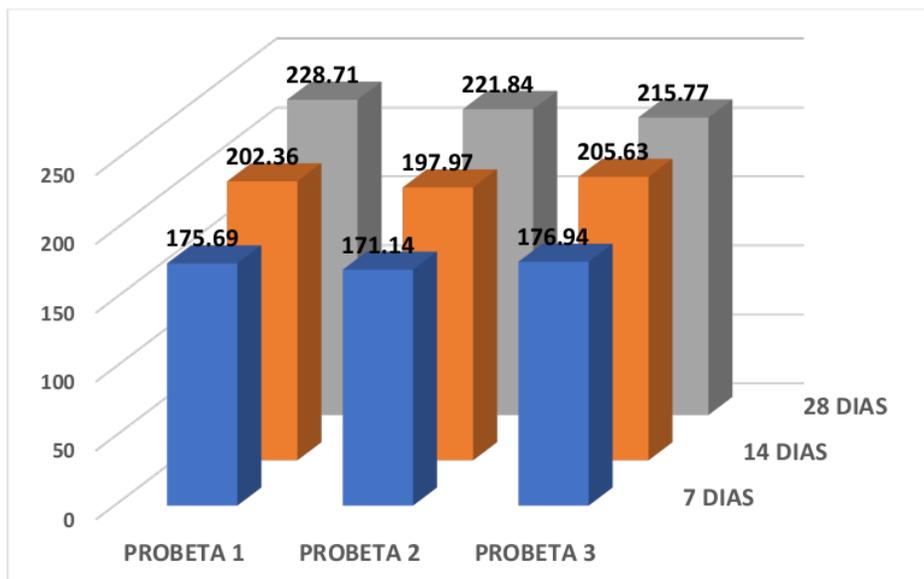
Tabla 17: Resultados en la muestra con adición del 20%

Serie	Fecha		Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (pulg.)	Lectura en pantalla (kg.)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Resistencia Promedio kg/cm ²
	Moldeo	Rotura							
1	16/03/2023	23/03/2023	175	7	3	31574	179.71	175.69	174.59
2	16/03/2023	23/03/2023	175	7	3	30850	180.27	171.14	
3	16/03/2023	23/03/2023	175	7	3	32008	180.90	176.94	
4	16/03/2023	30/03/2023	175	14	3	36431	180.03	202.36	201.99

5	16/03/2023	30/03/2023	175	14	3	35734	180.51	197.97	
6	16/03/2023	30/03/2023	175	14	3	37149	180.66	205.63	
7	16/03/2023	13/04/2023	175	28	3	41247	180.35	228.71	222.11
8	16/03/2023	13/04/2023	175	28	3	40078	180.66	221.84	
9	16/03/2023	13/04/2023	175	28	3	39102	181.22	215.77	

Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnia del Norte

Gráfico 6: Resultados en la muestra con adición del 20%



Fuente: Informe de Consultoría y Geotecnia del Norte

Descripción:

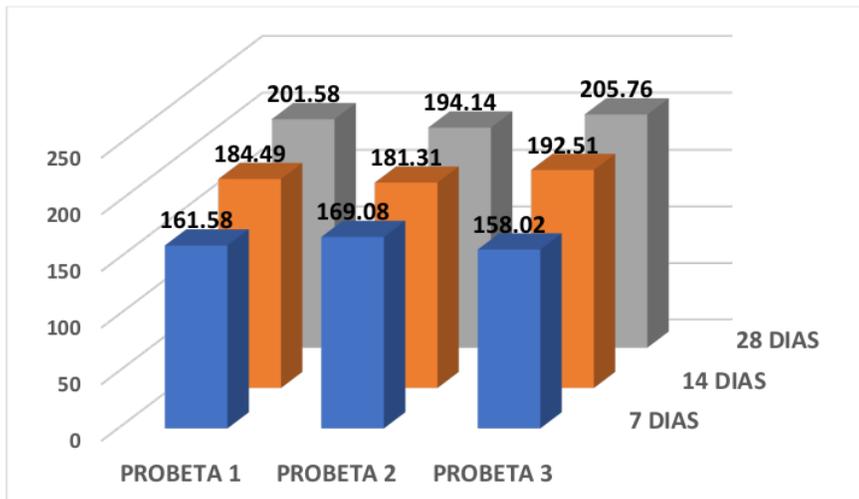
En el gráfico se presentan las resistencias a la compresión de la muestra experimental al 20% de RCD. Los resultados muestran que las resistencias promedio alcanzadas fueron de 174.59 kg/cm², 201.99 kg/cm² y 222.11 kg/cm² a los 7 - 14 - 28 días respectivamente. Esto indica que la probeta experimental del diseño alcanzó su máxima resistencia promedio de 126.92 kg/cm² a los 28 días.

Tabla 18: Resultados en la muestra con adición del 30%

Serie	Fecha		Tipo de Concreto	Edad (días)	Slump (pulg.)	Lectura en pantalla (kg.)	Área (cm ²)	Resistencia kg/cm ²	Resistencia Promedio kg/cm ²
	Moldeo	Rotura							
1	16/03/2023	23/03/2023	175	7	4	29038	179.71	161.58	162.89
2	16/03/2023	23/03/2023	175	7	4	30479	180.27	169.08	
3	16/03/2023	23/03/2023	175	7	4	28587	180.90	158.02	
4	16/03/2023	30/03/2023	175	14	4	33214	180.03	184.49	186.10
5	16/03/2023	30/03/2023	175	14	4	32728	180.51	181.31	
6	16/03/2023	30/03/2023	175	14	4	34779	180.66	192.51	
7	16/03/2023	13/04/2023	175	28	4	36354	180.35	201.58	200.50
8	16/03/2023	13/04/2023	175	28	4	35074	180.66	194.14	
9	16/03/2023	13/04/2023	175	28	4	37287	181.22	205.76	

Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Gráfico 7: Resultados en la muestra con adición del 30%



Fuente: Informe de Consultoría y Geotécnica del Norte

Descripción:

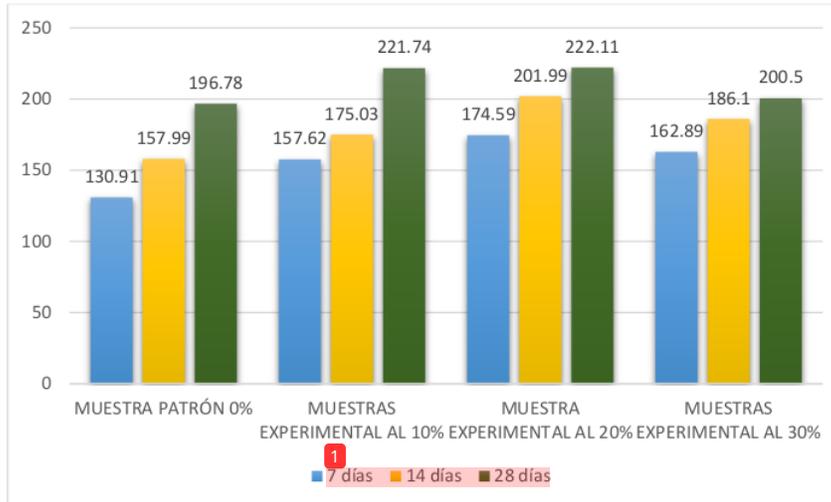
En el gráfico se presentan las resistencias a la compresión de la muestra experimental al 30% de RCD. Los resultados muestran que las resistencias promedio alcanzadas fueron de 162.89 kg/cm², 186.10 kg/cm² y 200.50 kg/cm² a los 7 - 14 - 28 días respectivamente. Esto indica que la probeta experimental del diseño alcanzó su máxima resistencia promedio de 183.16% en comparación con el diseño, a los 28 días.

4.4. Comparación de las resistencias a la compresión del concreto de control y experimentales.

Tabla 19: Promedio obtenido de resistencias en cada muestra de estudio con adición de concreto reciclado.

Días	Muestra de control 0%	Muestra experimental 10%	Muestra experimental 20%	Muestra experimental 30%
7 días	130.91	157.62	174.59	162.89
14 días	157.99	175.03	201.99	186.10
28 días	196.78	221.74	222.11	200.50

Gráfico 8: Promedio obtenido de resistencias en cada muestra de estudio con adición de concreto reciclado.



Descripción:

En el gráfico se muestra el promedio variable de la resistencia a la compresión entre las muestras de control y experimental 10%, 20% y 30% al adicionar concreto reciclado y analizadas a 7 - 14 - 28 días. Además, se evidencia la adición de concreto reciclado al 10%, 20% y 30% a los 14 y 28 días mejoran la resistencia del concreto.

Prueba de hipótesis:

Hi: La adición de concreto reciclado al 10%, 20% y 30% mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$.

Ho: La adición de concreto reciclado al 10%, 20% y 30% no mejora la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ Kg/cm}^2$.

Tabla 20: Prueba ANOVA

10 Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	3722.28842	2	1861.144211	13.54769687	0.00595869	5.14325285
Dentro de los grupos	824.263	6	137.3771667			
Total	4546.55142	8				

Fuente: datos de la Tabla 19

Interpretación:

En la Tabla 20 se observa que el valor crítico es de 5.14 y el valor de prueba es de 13.55, se acepta la hipótesis H_1 . Entonces, se determina que la adición del concreto reciclado al 10 y 20 porcentual mejora la resistencia del concreto $f'c=175$ kg/cm² principalmente a los 28 días de curado.

PRUEBA TUKEY

Se ejecutó la prueba Tukey cuyo valor $T_0 = 29,37$

Tabla 21: Significancia de los promedios de la resistencia del concreto de control y los grupos experimentales.

Muestras	Diferencia	Decisión
M1-M2	22.90	No significativa
M1-M3	37.67	Significativa
M1-M4	21.27	No significativa
M2-M3	14.77	No significativa
M2-M4	1.63	No significativa
M3-M4	16.40	No significativa

Descripción: En la tabla 21, se establece una diferencia significativa en la resistencia del concreto entre la muestra de control y las experimentales (M1 y M3) porque supera el valor $T_0 = 29.37$ con adición del 20% de concreto reciclado a los 14 y 28 días de curado.

V. DISCUSIÓN

En la investigación realizada por Mena y Valdés, (2015, p.8), el objetivo fue dosificar una mezcla de hormigón sustituyendo áridos reciclados de derribos de edificios por áridos naturales, para lo que realizó 3 modelos diferentes, sustituyendo áridos naturales en un 25%, 50% y 100%. Realizó experimentos para analizar la humedad y la densidad, para averiguar qué efecto podrían tener en la producción y el uso de hormigón reciclado en obras viales de bajo tráfico. El objetivo de la investigación fue averiguar cuánto árido reciclado se puede utilizar en un pavimento de bajo tráfico que contenga 0, 10, 30 y 50% de piedras recicladas finas y gruesas. Su trabajo fue caracterizar sus áridos (reciclados y naturales), diseñó una mezcla estándar con dosis $f_c = 320 \text{ kg/cm}^2$ (1:1.62:11.75), luego una mezcla M1 con 10 áridos reciclados. (1:1.6:1.57), luego M2 con una dosis de agregado reciclado de 30° (1:1.1:1.22) y finalmente M3 con una dosis de agregado reciclado de 50° (1:0.81:0.87).

Por otro lado, relacionando la investigación con los experimentos indicados sobre la resistencia del concreto, se utilizó 3 proporciones de concreto reciclado que fueron incorporados al concreto patrón; se trabajó una muestra de control con una resistencia promedio 161.90 kg/cm^2 de curado a los 7 - 14 - 28 días. Finalmente, se agregó el 10% de concreto reciclado y se obtuvo una resistencia de 184.80 kg/cm^2 , esta resistencia bajo al agregarle 20% y 30% de concreto reciclado con curado a los 7 días.

Además, se destaca lo investigado por Liu, (2018, p. 288) menciona que el concreto con más del 50% de reemplazo de material agregado residual después de trabajar a alta temperatura puede tener una resistencia y durabilidad ligeramente mayor que el concreto con agregados naturales. Asimismo, en una investigación hecha al concreto tratado con distintos porcentajes de agregado fino reciclado (0%, 20% y 30%), se menciona que las propiedades de durabilidad son similares a las del concreto convencional, por otro lado, se minimiza la trabajabilidad de este concreto. en lo alto absorción de agua.

En el análisis ⁸ de la resistencia a la compresión de las unidades de control a los diferentes periodos de curado (7, 14 y 28 días), se observaron las siguientes resistencias medias máximas: 130,91 ⁶ kg/cm² a los 7 días, 157,99 kg/cm² a los 14 días y 196,78 kg/cm² a los 28 días. Estos valores indican el máximo nivel de resistencia alcanzado por las muestras de control en cada periodo de tiempo.

Además, se prolongará que la probeta de control alcanzó una resistencia media máxima equivalente al 112,45 % del valor de diseño establecido a los 28 días de curado. Esto implica que la resistencia obtenida supera ligeramente el valor esperado, lo cual puede requerir un resultado favorable.

Según Rodríguez (2018), se observaron diferentes resistencias promedio en el concreto curado a los 14 y 28 días al utilizar agregado de concreto reciclado. A los 14 días, se encontró que la resistencia promedio fue de 224.33 kg/cm² cuando se obtuvo un 100% de agregado natural. Sin embargo, al reemplazar el 50% de los agregados por concreto reciclado, la resistencia promedio terminó a 175.61 kg/cm². Al aumentar el porcentaje de reemplazo a un 75% y 100% de agregados de concreto reciclado, las resistencias promedio disminuyeron aún más, alcanzando valores de 163.63 ¹³ kg/cm² y 150.11 kg/cm², respectivamente. Estos resultados indican que el uso de agregado de concreto reciclado en mayor proporción está asociado con una disminución en la resistencia del concreto a los 14 días de curado.

En el tiempo de curado ² a los 28 días, se encontró que la resistencia promedio fue de 252.60 kg/cm² al utilizar un 100% de agregado natural. Sin embargo, al reemplazar el 50% de los agregados por concreto reciclado, la resistencia promedio terminó a 205.88 kg/cm². Al aumentar el porcentaje de reemplazo a un 75% y 100% de agregados de concreto reciclado, las resistencias promedio disminuyeron aún más, registrando valores de 191.24 kg/cm² y 186.35 kg/cm² ⁷ respectivamente. Estos resultados evidencian que la incorporación de agregado de concreto

reciclado en mayores proporciones tiene un impacto negativo en la resistencia del concreto a los 28 días de curado.

En la investigación realizada al añadir un 10% de concreto reciclado a la muestra de control, se descubrió que las resistencias a la compresión de las muestras experimentales alcanzaron valores de 157.62 kg/cm², 175.03 kg/cm² y 221.74 kg/cm² a los 7, 14 y 28 días de curado, respectivamente. Es notable que la unidad experimental logró una resistencia media máxima equivalente al 126,71% del valor de diseño establecido a los 28 días.

Estos resultados muestran que la mejora del 10% de concreto reciclado a la muestra de control tuvo un impacto positivo en la resistencia del concreto a medida que avanzaba el tiempo de curado. La resistencia promedio obtenida a los 28 días superó ligeramente el valor de diseño, lo cual indica una mejora en las propiedades mecánicas del concreto.

Según los datos provistos por Rodríguez (2018), se observa que a los 14 días de curado, la resistencia promedio varía según el porcentaje de agregados de concreto reciclado utilizado. Las resistencias promedio registradas fueron las siguientes: 224,33 kg/cm² con un 100% de agregado natural, 175,61 kg/cm² al reemplazar el 50% de los agregados por concreto reciclado, 163,63 kg/cm² al reemplazar el 75% de los agregados

Además, a los 28 días de curado, se observaron las siguientes resistencias promedio: 252.60 kg/cm² con un 100% de agregado natural, 205.88 kg/cm² al reemplazar el 50% de los agregados por concreto reciclado, 191.24 kg/cm² al reemplazar el 75% de los agregados, y 186.35 kg/cm² con un 100% de concreto reciclado. Estos resultados indican que a medida que se aumenta el porcentaje de agregado de concreto reciclado, las resistencias promedio disminuyen tanto a los 14 días como a los 28 días de curado.

En la investigación realizada, se encontró que ³ las resistencias a la compresión de las muestras experimentales con una ¹ adición del 20% de concreto reciclado, evaluadas a los 7, 14 y 28 días de curado, fueron de 174.59 kg/cm², 201.99 kg/cm² y 222,11 kg/cm² respectivamente. Esto indica que la adición del 20% de hormigón reciclado tuvo un impacto positivo en la resistencia del hormigón, ya que se descubrió un aumento en las resistencias a medida que aumentaba el tiempo de curado.

Además, se reducirá que la unidad experimental alcance una resistencia media máxima equivalente al 126,92 % del valor de diseño establecido a los 28 días de curado. Esto indica que la resistencia obtenida superó significativamente el valor de diseño, lo cual es un resultado favorable.

En el análisis final, se observó que ³ las resistencias a la compresión de las muestras experimentales con una ¹ adición del 30% de concreto reciclado, evaluadas a los 7, 14 y 28 días de curado, fueron de 162.89 kg/cm², 186.10 kg/cm² y 200.50 kg/cm² respectivamente. Estos resultados indican que la ⁸ adición del 30% de concreto reciclado también tuvo un impacto positivo en la resistencia del concreto, ya que se observó un aumento gradual en las resistencias a medida que aumentaba el tiempo de curado.

Además, se determinó que la unidad experimental alcanzó una resistencia promedio máxima equivalente al 183.16% del valor de diseño establecido a los 28 días de curado. Esto indica que la resistencia obtenida superó considerablemente el valor de diseño, lo cual es un resultado muy favorable.

Por la prueba de la hipótesis de investigación realizada según los parámetros expuestos en la Tabla 19 se observa que el ³ valor crítico es de 5.14 y el valor de prueba es de 13.55, lo cual significa que se acepta la hipótesis de investigación. En síntesis, ¹ la adición del concreto reciclado de manera porcentual mejora la resistencia del concreto $f'c=175$ kg/cm² principalmente a los 28 días de curado.

Además, se establece mediante la prueba Tukey ³ una diferencia significativa en la resistencia del concreto entre la muestra de control y la experimental con adición del 20% de concreto reciclado a los 14 y 28 días de curado.

Asimismo, la investigación es relevante porque, el estudio se fortalece en la medida que ayudó a ³ determinar la máxima resistencia del concreto $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$ al adicionar concreto reciclado al 10%, 20% y 30%, logrando alcanzar máxima resistencia promedio al 20% de adición del concreto reciclado a los 14 y 28 días.

La investigación presenta debilidades porque de acuerdo con los resultados, es necesario implementar más procedimientos para el control de los agregados y también el control en laboratorio sobre los procesos para determinar la resistencia del concreto.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Para la creación de las muestras de control y experimentales, se siguió un diseño de mezcla basado en las pautas del ACI 211. Para este propósito, se llevó a cabo un control de los componentes, incluyendo cemento tipo I con un peso específico de 3.11 gr /cm³, agua potable, arena gruesa y piedra chancada con características físicas y mecánicas especificadas en el diseño de mezcla. El diseño tenía como objetivo lograr una resistencia $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, con un valor de resistencia de diseño $f'cr = 245 \text{ kg/cm}^2$. La proporción entre el agua y el cemento resultó en 0,63, mientras que la absorción de la arena gruesa fue de 1,87 y la absorción de la piedra chancada fue de 1,81, según lo establecido en el diseño de mezcla.
- 6.2. En resumen, se concluye que el concreto reciclado fue demolido y sometido a un análisis granulométrico. Luego, se agregó al concreto de control, teniendo en cuenta un tamaño máximo nominal de 1/2" y un módulo de fineza de 6.4. Estas características contribuyeron a mejorar la trabajabilidad del concreto durante el proceso de mezcla y colocación.
- 6.3. El grupo de control del concreto mostró una resistencia de 130.91 kg/cm² a los 7 días de edad. Posteriormente, a los 14 días, la resistencia promedio alcanzó los 157,90 kg/cm², mientras que, a los 28 días, se logró una resistencia de 196,7 kg/cm².
- 6.4. Las muestras experimentales con una adición del 10% de concreto reciclado mostraron resistencias a la compresión de 157.62 kg/cm² a los 7 días, 175.03 kg/cm² a los 14 días y 221.74 kg/cm² a los 28 días de curado. Por otro lado, las muestras experimentales con un agregado del 20% de concreto reciclado alcanzaron resistencias de 174.59 kg/cm² a los 7 días, 201.99 kg/cm² a los 14 días y 222.11 kg/cm² a los 28 días de curado. Finalmente, las muestras experimentales con una adición del 30% de concreto reciclado exhibieron resistencias de 162.99 kg/cm² a los 7 días, 186.10 kg/cm² a los 14 días y 200.50 kg/cm² a los 28 días de curado.

- 6.5. ²⁹ Los estudios de laboratorio y las pruebas de hipótesis, utilizando ANOVA y la prueba de Tukey, han llevado a la conclusión de que la mejora del 20% y 30% ¹⁶ de concreto reciclado a la muestra de control resulta en una mejora ³ significativa en la resistencia del concreto entre los 14 y 28 días de curado. En base a estos criterios y resultados, se acepta la hipótesis de investigación planteada.
- 6.6. En resumen, la adición de concreto reciclado en porcentajes del 10%, 20% y 30%, con un tamaño nominal de ½" pulgada, ha demostrado mejorar ¹ la resistencia del concreto $f'c=175$ kg/cm². Los resultados indican que la mayor resistencia se obtiene a los 14 y 28 días de curado cuando se agrega un 20% y 30% de concreto reciclado, respectivamente. Esto sugiere que la incorporación de concreto reciclado en estas proporciones puede ser mejorada para analizar ² las propiedades mecánicas del concreto en términos de resistencia.

VII. RECOMENDACIONES

A los futuros investigadores se recomienda:

A los futuros investigadores se recomienda:

- 7.1 Evaluar y controlar todos los agregados en el diseño de las mezclas, para evitar que falle el diseño de mezcla de control y las experimentales.
- 7.2 Utilizar los materiales reciclables, como agregados en futuras investigaciones disminuir la contaminación ambiental y cumplir con lo establecido en los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
- 7.3 Tener en cuenta las propiedades de los agregados que se utilizan en el diseño de mezcla de acuerdo con las normas técnicas pertinentes.
- 7.4 Utilizar otra metodología para el proceso de la investigación que incluya métodos y técnicas debidamente aceptadas por las normas técnicas vigentes.

Análisis de la resistencia a compresión del concreto $f'_c = 175$ Kg/cm² con adición de concreto reciclado, Chimbote, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
4	Sócrates Pedro Muñoz Pérez, Diego Mauricio Díaz Sánchez, Edinson Enrique Gamarra Capuñay, Josef Alexander Chaname Bustamante et al. "La Influencia de los RCD en reemplazo de los agregados para la elaboración de concreto: Una revisión de la literatura", Ecuadorian Science Journal, 2021 Publicación	1%
5	repositorio.usanpedro.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1%

7	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
9	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
10	Submitted to Universidad Nacional de Colombia Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
17	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1 %
18	pt.scribd.com	

Fuente de Internet

<1 %

19

repository.ucc.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

20

1library.co

Fuente de Internet

<1 %

21

core.ac.uk

Fuente de Internet

<1 %

22

repositorio.unheval.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

23

b.se-todo.com

Fuente de Internet

<1 %

24

www.ambientum.com

Fuente de Internet

<1 %

25

Submitted to Universidad Cooperativa de Colombia

Trabajo del estudiante

<1 %

26

repositorio.upao.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

27

www.boliviahoy.com

Fuente de Internet

<1 %

28

OLARTE MERIDA WALTER EDWARD. "EIA del Proyecto de Relleno Sanitario de la Ciudad de Puerto Maldonado-IGA0003861", R.D. N° 0296/2005/DIGESA/SA, 2021

<1 %

29

doku.pub

Fuente de Internet

<1 %

30

fr.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

31

mail.imcyc.com

Fuente de Internet

<1 %

32

moam.info

Fuente de Internet

<1 %

33

pt.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

34

tesis.ucsm.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado