

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Análisis de comportamiento del concreto estructural utilizando restos de construcción y demolición (RCD) y microsílíce en el distrito de Chaupimarca - Región Pasco 2022

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil**

Autor:

Bach. Evelin Karol GUTIERREZ TORRES

Asesor:

Doc. Luis Villar REQUIS CARBAJAL

Cerro de Pasco - Perú – 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



T E S I S

Análisis de comportamiento del concreto estructural utilizando restos de construcción y demolición (RCD) y microsílíce en el distrito de Chaupimarca - Región Pasco 2022

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Mg. Marco Antonio SURICHAQUI HIDALGO
PRESIDENTE

Mg. José German RAMIREZ MEDRANO
MIEMBRO

Mg. Pedro YARASCA CORDOVA
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides
Carrión Facultad de Ingeniería
Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 049-2023-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

Análisis de comportamiento del Concreto Estructural utilizando Restos de Construcción y Demolición (RCD) y Microsilíce en el Distrito de Chaupimarca- Región Pasco 2022

Apellidos y nombres de los tesisistas:

Bach. GUTIERREZ TORRES, Evelin Karol

Apellidos y nombres del Asesor:

Dr. REQUIS CARBAJAL, Luis Villar

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Civil

Índice de Similitud

19%

APROBADO

Se informa al decanato para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 22 de junio del 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

Luis Villar Requis Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

La presente tesis la dedico a mis padres
por su apoyo incondicional todos estos
años para lograr mis objetivos,
a mi hermana Dannica por motivarme
cada día a seguir adelante y nunca
dejar de creer en mí, a mis mascotas
por su agradable e incondicional compañía.

A Dios por su bendición, guía y
sabiduría, por acompañarme
siempre en cada paso que doy.

AGRADECIMIENTO

El Título profesional es como un viaje, ahora estoy parada en la línea de metas de este largo viaje y en esta oportunidad me gustaría reconocer a las personas que me ayudaron a emprender este viaje, aquellas que me animaron a continuar y a efectuar este trabajo.

- En primer lugar, quiero agradecer a mi asesor por su aliento, orientación, críticas, motivación y amistad, sin su apoyo e interés, este trabajo no habría sido el mismo, asimismo, a mis familiares, por su confianza, apoyo inquebrantable, su comprensión y su amor, que fueron fuente de inspiración y fe de superar todos los desafíos en este viaje.
- Mi reconocimiento va también a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, por su enseñanza tanto en lo académico y moral, en proporcionarme ambientes e instrumentos para lograr este trabajo, y en abrir la puerta a un mundo de oportunidades.
- Así también agradezco a Dios, por estar a mi lado en las buenas y malas por darme desafíos que me ayudaron a fortalecer mis debilidades y a comprender el significado de esta vida.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia del RCD y la Microsilice utilizando agregados de cantera Vicco para aumentar la resistencia a compresión, tracción y flexión del concreto con $f'c$ 210 kg/cm². Los agregados tanto como grueso y fino usados en esta investigación se sometieron a ensayos comprendidos por las normas NTP y ASTM para analizar sus propiedades. En este se dio que las propiedades físicas del agregado fino fueron mejoradas por la dosificación del RCD, que se basó en porcentajes del 10 %, 40 % y 70 %, así como un cambio de porcentaje del cemento del 4 %, 7 % y 10 %. Hablando de la metodología de la investigación, la población será idéntica a la muestra porque es un estudio experimental, establecida por probetas cilíndricas de concreto diseñadas de acuerdo a la norma técnica peruana (NTP. 339.034) y para las vigas se fabricaron 54 de dimensiones 15 x 15 x 45 cm para conocer las propiedades de flexión que sean diseñadas y de igual manera con RCD y Microsilice lo que ocuparan el espacio del agregado fino y cemento. Para los resultados obtenidos de laboratorio se vio un incremento en la resistencia a compresión, tracción y flexión en porcentajes de 10%, 40% y 70% de RCD y 4%, 7% y 10% de Microsilice a la mezcla diseñada. De esta manera, se realizó la prueba de hipótesis con la ayuda de software estadísticos Statistics 27, IBM y SPSS. En conclusión, el concreto con la adición en 40% de RCD y 7% de Microsilice es la mejor opción, ya que tiene mejores propiedades de compresión, tracción y flexión.

Palabra clave: Concreto natural, RCD, Microsilice, compresión, tracción y flexión.

ABSTRACT

The objective of this research work was to evaluate the influence of RCD and Microsilica using Vicco quarry aggregates to increase the compressive, tensile and flexural strength of concrete with $f'c$ 210 kg/cm². The aggregates, both coarse and fine, used in this research were subjected to tests included in the NTP and ASTM standards to analyze their properties. In this it was found that the physical properties of the fine aggregate were improved by the dosage of the RCD, which was based on percentages of 10%, 40% and 70%, as well as a change in cement percentage of 4%, 7% and 10%. %.

Speaking of the research methodology, the population will be identical to the sample because it is an experimental study, established by cylindrical concrete specimens designed according to the Peruvian technical standard (NTP. 339,034) and for the beams, 54 of dimensions 15 were manufactured. x 15 x 45 cm to know the flexural properties that are designed and in the same way with RCD and Microsilica what will occupy the space of the fine aggregate and cement. For the results obtained from the laboratory, an increase in the resistance to compression, traction and bending was seen in percentages of 10%, 40% and 70% of RCD and 4%, 7% and 10% of Microsilica to the designed mixture. In this way, the hypothesis test was carried out with the help of Statistics 27, IBM and SPSS statistical software. In conclusion, concrete with the addition of 40% RCD and 7% Microsilica is the best option, since it has better compression, traction and flexural properties.

Keyword: Natural concrete, RCD, Microsilica, compression, tensile and flexural properties.

INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la construcción diríamos que nos preocupamos por optimizar los recursos y el uso de materiales externos. Como sabemos la construcción forma parte del desarrollo social, y estos producen desechos que contaminan el medio ambiente. La ingeniería civil trabaja en proyectos de sustentabilidad porque los temas de impacto ambiental no son ajenos en la construcción. En este sentido, diríamos que nos preocupamos por crear nuevos materiales a partir de residuos producidos por industrias o por reciclar materiales utilizados en diferentes campos científicos. Existe materiales de construcción alternativos que al ser añadidos dan un rendimiento mejorado similar al hormigón. Los residuos de concreto y demolición son materiales que están aumentando considerablemente en nuestro país por tal motivo se desea reutilizar como un aditivo al concreto natural.

En este estudio, se desea llegar a resultados de concreto de alta resistencia con un diseño de mezcla de amigable de $f'c$ 210 kg/cm² y con porcentajes de 10%, 40% y 70% de RCD. Usando en pequeñas unidades según lo requerido. Los materiales y las pruebas se basan en normas nacionales e internacionales que regulan la realización de pruebas estándar para hormigones nuevos utilizados en la construcción y viviendas.

La autora

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	3
1.3. Formulación del problema.	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas Específicos.	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general.....	3
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Justificación de la investigación.	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.....	5
2.2. Bases teóricas – científicas.	8
2.3. Definición de términos básicos	17
2.4. Formulación de hipótesis.	18
2.4.1. Hipótesis general.	18
2.4.2. Hipótesis específicas.	18
2.5. Identificación de las variables.....	19
2.6. Definición operacional de variables e indicadores.	20

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.	21
3.2. Nivel de investigación.....	21

3.3. Métodos de investigación.....	21
3.4. Diseño de investigación.	24
3.5. Población y muestra.	25
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación	27
3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.	28
3.9. Tratamiento estadístico.	28
3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.	28

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo	29
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	32
4.3. Prueba de Hipótesis.....	80
4.4. Discusión de resultados	99

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

CAPITULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.

El sector de la construcción es un fundamento principal para el progreso económico de un país. En el 2021 la industria de este sector se incrementó en 51.62 % (INEI, 2021), que implicó, el aumento de la propagación de restos de construcción y demolición (RCD), ocasionando mayor impacto ambiental, con la aun deficiente gestión de los RCD, surgiendo la necesidad de incorporar mecanismo apropiado para la optimización de los recursos primos y el progreso económico de la ejecución de las obras.

A nivel mundial, como en Europa la reutilización y reciclaje de los restos de construcción y demolición, se remonta desde la Segunda Guerra Mundial, debido a la dificultad de la eliminación de grandes cantidades de restos de demolición, impulsando mediante el Plan Marshall entre 1948 y 1952 la reconstrucción y recuperación de Europa, a la fecha, integraron medidas para gestionar apropiadamente todos estos impactos de los RCD, desde la fase de diseño y ejecución (Grupo ECOCIVIL).

En caso de América Latina, no sucede esto, aun generando un significativo volumen de RCD, con frecuencia no existe un control o reporte rutinario permanente de cifras referentes a RCD, esto puede diferir dependiendo de cada país, que cuentan con planes y programas, pero estos, no son claramente definidas, necesitando de un manejo adecuado, y con frecuencia los RCD'S reciben destino en basurales o sitios no autorizados o incorrectos (ONU, medio ambiente).

En el Perú, la normativa existente sobre el manejo y la administración de RCD, está regulada genéricamente por el Decreto Legislativo N° 1278 con sus modificaciones y recientemente fue aprobada el Reglamento de Gestión y Manejo de Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición mediante Decreto Supremo N° 002-2022-VIVIENDA que, si bien regula la administración y gestión de los RCD a través de la minimización y valorización, para asegurar la adecuada disposición, este recién se está implementando, por lo que no se tiene lineamientos técnicos o guías del uso de materiales reciclado, como especificaciones técnicas, dosificaciones, etc.

Ahora bien, en la región de Pasco, distrito de Chaupimarca, se tiene desconocimiento sobre el funcionamiento y comportamiento de RCD's, así también de las infraestructuras de disposición (escombreras); acumulándose en zonas amplias y fuera de la ciudad y en algunos casos en zonas céntricas; generando así un grave riesgo ambiental y a la salubridad de los pobladores, por lo que sería preciso aprovechar la mayoría de los materiales de los RCD, e identificando las óptimas prácticas para lograr una gestión sostenible de los RCD'S y la formulación de recomendaciones para su buen uso.

1.2. Delimitación de la investigación.

La investigación tiene como finalidad reutilizar los restos de construcción y demolición (RCD'S) como agregado reciclado y con el Microsílice, incrementaría la resistencia en el comportamiento del concreto estructural en la Ciudad de Pasco, en sectores donde efectúan disposición final de los RCD'S.

1.3. Formulación del problema.

1.3.1. Problema general.

¿Cómo influye el uso de restos de construcción y demolición (RCD) y Microsílice en el comportamiento del concreto estructural en el distrito de Chaupimarca- Región de Pasco?

1.3.2. Problemas Específicos.

- ¿Cómo influye las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino reciclado en el comportamiento del concreto estructural?
- ¿Cómo influye la incorporación del agregado RCD y Microsílice en la resistencia a compresión y tracción del concreto estructural?
- ¿Cómo influye la incorporación del agregado RCD y Microsílice en la resistencia a flexión del concreto estructural?

1.4. Formulación de objetivos.

1.4.1. Objetivo general.

Determinar la influencia de la incorporación de restos de construcción y demolición (RCD) y Microsílice en el comportamiento del Concreto Estructural en el Distrito de Chaupimarca de la Región de Pasco.

1.4.2. Objetivos específicos.

- Examinar las propiedades físicas y mecánicas del Agregado fino reciclado en el comportamiento del concreto estructural.
- Examinar de qué manera influye el RCD y Microsilice con la resistencia a la compresión y tracción en el comportamiento de concreto estructural.
- Examinar de qué manera influye el RCD y Microsilice con la resistencia a la flexión en el comportamiento de concreto estructural.

1.5. Justificación de la investigación.

Se justificara mediante los ensayos e investigaciones que se efectuarán a los RESTOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION (RCD) como agregado grueso en el concreto nuevo, teniendo en cuenta que aún es limitado su uso en el concreto estructural; por lo que el enfoque de este estudio es mejorar sus propiedades usando el MICROSILICE, el cual permitirá proponer una alternativa de mejorar sus propiedades y conocer su comportamiento, afín de ser reutilizable y cumplir con la demanda de agregado y concreto actual, el cual también contribuirá con el desarrollo sostenible y economía circular en el Distrito de Chaupimarca en la región de Pasco.

1.6. Limitaciones de la investigación.

Para el financiamiento se efectuará a través de los recursos propios del Tesista, que estarán conformados de los ensayos como también la compra de los materiales, y el proceso de obtener el agregado reciclado.

Disponibilidad de tiempo y participación de las empresas constructoras, o de las generadoras de RCD, así también de los ciudadanos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio.

(Jurado Villegas & Ortiz Díaz, 2021), en su investigación analiza, los RCD'S de acuerdo a las propiedades y clasificación propuesta en la Guía Española de Áridos Reciclados, donde afirma que es aplicable al contexto y a los elementos encontrados en Colombia y propone una elección viable de utilización en Colombia considerando que serían alcanzable mediante un tratamiento adecuado en las plantas de procesamiento.

El agregado reciclado lo aplican en mezclas bituminosas en frio, como en la investigación de (Gómez Meijide, 2015), donde resulta que la gravas-emulsiones con RCD tiene a comportarse mejor que los áridos natural para contenidos de betún residual superior al 4% y propone una mezcla optima del 9% de agua inicial y un contenido de betún del 6 % o 7%.

Al evaluar las cualidades mecánicas y la durabilidad del agregado elaborado con áridos reciclados (Arias Cabezas, 2017), da a conocer que debido a la porosidad

y la rugosidad del agregado reciclado, generan dificultad en la trabajabilidad y al reemplazar por 30% y 50% el esfuerzo final a los 7 días fueron muy altas al hormigón convencional y al 84% al 93% de su esfuerzo final, en el esfuerzo flexión se reduce en un -6.7%, debido al contenido de polvo de mampostería presentado en el hormigón.

(Díaz Álvarez, 2018), analiza los RCD como arena y grava para la fabricación de nuevos concretos afín de disminuir los costos e impactos ambientales, concluyendo que las principales y posibles aplicaciones en los elementos serían de baja resistencia, como las banquetas, pasadizos rampas de acceso peatonal y vehículos ligeros y recomienda adoptar aditivos e investigar con otras proporciones para lograr concretos de alta resistencia.

En la investigación de (Villoria Sáez, 2014), señala estadísticamente que el 70% afirman que la elaboración de planes de RCD no es una práctica habitual de las empresas, y por otro lado unas de las buenas prácticas más usuales sería implementar un área en la obra para el correcto acopio de RCD, asimismo el modelo constructivo más común en España sería en Edificaciones de nueva planta y uso residencial, además el costo asociado a la segregación en origen alcanza el 63% del coste total de gestión de los RCD. El coste de transporte varía en torno al 9-19% y el de deposición entorno al 5-18%.

(Cubas Resurrección & Cabrera Herrera, 2019), en su investigación afirma que tiene una buena influencia del agregado reciclado cuando se adiciona el 10% del RCD, teniendo en cuenta que, a mayor incremento de agregado grueso reciclado, menor sería la resistencia a la compresión, por lo que la resistencia a compresión que se encuentra en el rango de 140 kg/cm² a 280 kg/cm² es ideal

trabajar hasta con un 10% del AGR y con un óptimo tiempo de curado se obtendría una resistencia alta.

Para concreto de baja resistencia en obras civiles, la investigación de (Cipriano Rojas, 2019) afirma que el concreto combinado con la relación 1:3 entre cemento y agregado, el ensayo de la resistencia a la compresión axial disminuye en un 12% y 14% respecto del concreto patrón según las edades de 7 y 28 días respectivamente y el ensayo de resistencia a la tracción por compresión diametral del concreto combinado disminuye en 20%, 28% y 25% respecto del concreto patrón para las relaciones 1:3, 1:4 y 1:5 respectivamente, todo ello a una edad del concreto de 28 días.

Por otro lado la investigación de (Carrasco Villanueva & Ccorahua Espinoza, 2021), demostró que para mejorar de la resistencia con agregado reciclado, fino natural y vidrio triturado, la proporción de vidrio triturado al 20% en un concreto donde se realizó la adición del 100% de agregado grueso de concreto reciclado mejoraría la resistencia a la compresión, flexión y tracción; no obstante, este incremento no sería significativo, aun así es factible la aplicación en viviendas unifamiliares en lima metropolitana.

Por último, se ubicó una referencia en donde (Seminario Roncal, 2021) realiza la caracterización de los RCD'S para el uso en la construcción, demostrando que el 95.24% del total materiales elaborados con RCD'S pueden utilizarse como materia prima, aunque no todas logran resistencias superiores a los de concretos con agregados naturales, hay la posibilidad de obtener concreto reciclado de resistencias superiores a las señaladas en las normas peruanas vigentes

2.2. Bases teóricas – científicas.

2.2.1. Concreto estructural

De acuerdo a las bibliografías, el concreto se usa con propósitos estructurales y no estructurales, mediante concreto simple y reforzado.

Para elaborar un concreto de calidad, ACI (301, 2018) no establece requisitos se deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Los agregados a usarse deben estar limpios, libres de tierra, madera, u otro material que afecte, asimismo se debe controlar las cantidades y tamaños a usarse.
- La cantidad de cemento deberá estar adecuado para que cumpla con los requisitos de resistencia, relación agua cemento, durabilidad, así también establecerse el tipo de cemento especificados.
- El diseño óptimo de la mezcla, deberá cumplir con los requisitos de los materiales, dosificación, producción y suministro de concreto
- Para la calidad de la colocación se debe considerar las condiciones climáticas, transporte, el tiempo y la consolidación mediante vibrado.
- Realizar el curado, evitando que el agua contenga sustancias que decoloren o perjudique al concreto y que sea de una duración según lo requerido.
- El concreto deberá estar protegido en climas fríos para evitar el congelamiento y asegurar su resistencia.

Es necesario que el concreto cumpla con las siguientes características y condiciones requeridas:

- La resistencia a compresión

- La permeabilidad.
- La plasticidad.
- La resistencia a flexo tracción.
- Peso unitario.
- Durabilidad.

2.2.2. Materiales componentes del concreto

El concreto es el producto de la mezcla del cemento, agua y materia prima como grava y arena, que debe ser de primera calidad, sin impurezas, mezcladas en proporciones de acuerdo a lo requerido, afín que sea trabajable, consistente, resistente, durable y económico, comprobándose mediante ensayos a los materiales en general, para demostrar la calidad y resistencia descrita en los planos, todo esto debe realizarse conforme a las normas vigentes, que se indica a continuación:

- **Cemento:** Los materiales cementantes previstos debe aplicarse según las normas menciona en la Tabla 01.

Tabla 1. Tipos de Cementos

Material Cementante	Especificación Aplicable
Cemento Portland	(ASTMC150)
Cemento hidráulico	(ASTMC1157)
Cemento hidráulico adicionado	(ASTMC595)
Cemento hidráulico expansivo	(ASTMC845)
Ceniza volante y puzolana natural	(ASTMC618)
Cemento de escoria	(ASTMC989)
Humo de sílice	(ASTMC1240)

FUENTE. Elaboración Propia

- **Agua de mezclado y de curado:** Para la mezcla y curado del concreto debe usar agua limpia, potable y/o cumplir con la norma ASTM C1602 y debe estar libre de sustancias nocivas de ion cloruro, aceite, ácidos, álcalis, sales,

materia orgánica y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o acero de refuerzo.

- **Agregados:** Los agregados a utilizarse deberán cumplir con el ASTM (C33) “Especificación estandarizada para los agregados del concreto” y ASTM (C330) “Especificación estandarizada para los agregados livianos del concreto estructural, deben estar limpios libres de sustancias, almacenadas de modo que no se segregan ni se contaminen y que cuentan con los mismos intervalos de tamaño.
- **Aditivos:** Los aditivos son insumos químicos que ayudan y/o modifica algunas propiedades del concreto como regular el fraguado, la consistencia, mejorar la resistencia, reducir retracción, inclusive puede aumentar la calidad de vida del concreto, por lo que deberá estar protegido de la contaminación y almacenadas según sus condiciones climáticas y deberá cumplir con los siguientes requisitos:
 - Aditivos para reducción de agua y modificación del tiempo de fraguado: ASTM C494M.
 - Aditivos para producir concreto fluido: ASTM C1017.
 - Aditivos incorporadores de aire: ASTM C260.
 - Aditivos inhibidores de la corrosión inducida por el ion cloruro: ASTM C1582.

2.2.3. Proporcionamiento De La Mezcla De Concreto

El concreto deberá dosificarse según las características de los materiales con el resultado de soporte de los ensayos, la resistencia requerida y para realizar el diseño y desempeño se deberá tener en cuenta lo siguiente: contenido del material cementante, asentamiento, tamaño del agregado grueso, contenido de aire,

temperatura del concreto, resistencia a la reacción silico alcalina, durabilidad, resistencia y relación agua cemento.

- **Selección de las proporciones:** Contenido de material cementante. - Debe estar relacionado a los requisitos de resistencia, agua cemento, durabilidad.

Asentamiento. – no debe exceder a 230 mm y el asentamiento de fluido a 750 mm, no debe ser visible la segregación.

Tamaño del agregado grueso. – el tamaño no debe exceder a las $\frac{3}{4}$ partes de la distancia libre de las barras de refuerzo.

Contenido de Aire. - todo concreto deberá contener aire incorporado que ayudará a la expansión y mejorar la resistencia al congelamiento del concreto.

Temperatura. - El concreto deberá cumplir con las temperaturas mínimas al colocarlas: 13°C para dimensiones inferior a 300 mm, 10°C entre 300 y 900 mm y 7°C entre 900 a 1.8 m, y 4°C cuya mínima dimensión sea superior y una temperatura máxima de 35°C.

Durabilidad. - Resistencia a los sulfatos, al congelamiento y descongelamiento, baja permeabilidad, protección contra la corrosión del refuerzo.

Resistencia y la relación agua cemento. - la resistencia se debe basarse a los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días

- **Mezcla con base a pruebas de laboratorio:** La dosificación debe establecer en base que cumpla lo siguiente-.
 - Uso de materiales y combinaciones según lo requerido.
 - Determinar la resistencia promedio a la compresión.

- Realizar por lo menos 03 mezclas de prueba para cada clase de concreto con diferentes dosificaciones, concreto con más de un tipo de material y establecer la relación de agua cemento y las proporciones del cementante y aditivos, Asimismo, se tendrá en cuenta el asentamiento, el aire incorporado y todo esto se deberá ensayarse a compresión a las edades especificadas y según los datos establecer la dosificación óptima.

2.2.4. Residuos Sólidos De La Construcción Y Demolición

De acuerdo al (MVCS, 2022), los residuos sólidos de la construcción y demolición (RCD'S), son materiales sólidos y/o semisólidos, generados de la ejecución de la construcción en general, debiendo ser minimizados y valorizados y por último caso, la disposición final.

- **Clasificación de los RCD:** Los RCD, de acuerdo al manejo que reciben, pueden clasificarse en:
 - No peligrosos.
 - Peligrosos.

De acuerdo a la (NTP 400.050, 2017), se clasifica de la siguiente manera:

- Excedentes de remoción
- Excedentes de obra y escombros

○ Otros residuos

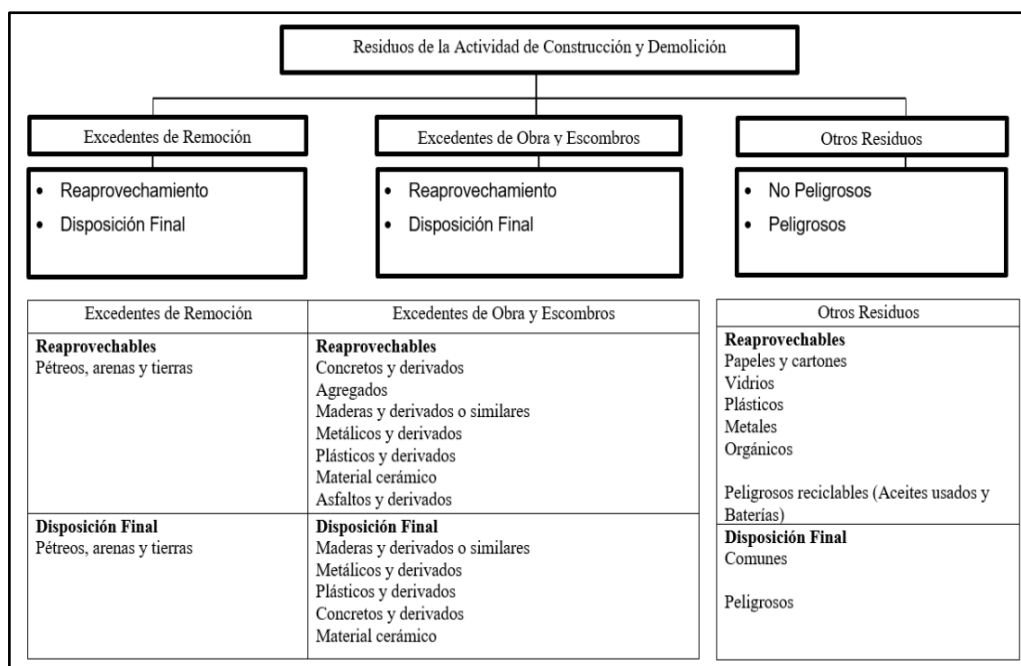


Figura 1. Residuos de la Actividad de Construcción y Demolición.

Los otros residuos serán manejados de acuerdo Lgirs y en su Reglamento.

- **Estimación del volumen de RCD's generados en un proyecto:** Según (Guerra Aguilar & Niño Guevara, 2022) los generadores que ejecutan obras, estiman el volumen de RCD'S a partir de los metros cuadrados de la obra, sin perjuicio de la metodología a usar, el cual debe considerar el sistema constructivo, tipo de obra, etc.

Al estimar el volumen, permitirá establecer una alternativa de manejo de estos, que formaran parte de un Plan de Minimización y Manejo de residuos sólidos no municipales del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

- **Valorización de residuos sólidos de la construcción y demolición:** La valorización de los RCD'S, permitirá reducir el volumen en la disposición final mediante la sustitución del uso de la materia prima, los responsables

de la valorización, son los generadores, que deben implementar acciones para la priorización de estos, el cual se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La valorización debe estar relacionado con las acciones del proyecto de obra, los productos, procedimientos y métodos de la valorización no deben perjudicar a la salud de las personas, ambiente y/o propiedad.
- Los productos obtenidos mediante la valorización, deben cumplir con las normas técnicas para el uso que se destine.
- Registrar en obra, toda la información acerca de la información como métodos, procedimientos, etc de la valorización para que realicen la Declaración Anual sobre Minimización y Gestión de Residuos Sólidos no municipales y facilite la fiscalización de estas.
- Aquellas empresas constructoras que realizan valorización de los RCD'S, sus productos deben cumplir con las condiciones técnicas y legales para el uso y sus medidas de protección ambiental serán determinadas al final.
- **Aprovechamiento de material de descarte y de residuos sólidos de la construcción y demolición:** El MVCS nos indica, que los sobrantes de la remoción de la obra y los escombros, catalogados como no peligrosos y pueden ser aplicados en:
 - El cierre de minas.
 - El cierre de pasivos ambientales.
 - La restauración o recuperación de áreas degradadas.
 - Aquellas obras que requieran relleno o conformación de terraplenes o taludes, u otros similares.
 - Materia prima para procesos productivos.
 - Entre otros, previstos en el Anexo III del Reglamento.

Todo siempre que cumplan con lo establecido en la normativa vigente, y/o criterios determinados por la autoridad competente, las especificaciones o condiciones técnicas del proyecto.

- **Buenas prácticas para el reciclaje del RCD:** A nivel mundial se cuentan con diversos textos donde establecen las posibles aplicaciones de los RCD'S en las obras, como en Europa que lo establecen para bases y sub-bases, prefabricados, etc mediante la Guía Española de Áridos Reciclados procedentes de RCD, indica que el manejo de reciclaje de restos de hormigón, materiales cerámicos y asfaltados.

Por lo que, el presente Plan de Trabajo investigara la producción de materiales de construcción, bajo criterios de durabilidad y calidad, a partir de la valorización de residuos sólidos, así como el uso de tecnologías, métodos, procesos y prácticas más limpias de bajo consumo en energía y/o agua y/o materiales.

2.2.5. Microsilice

De acuerdo a la (NTP 334.087, 2018) indica que el Microsilice es el resultado de la reducción de cuarzo con carbón de horno para la obtención de silicio y mezclas de ferrosilicio, que contiene un elevado contenido de sílice amorfa.

Microsilice densificado. - Procesado para aumentar la densidad aparente para facilitar la manipulación y en su envío.

Microsilice no densificado. - En su forma bruta. Producida o recogida no procesada.

- **Características:** El Microsilice deberá cumplir con lo establecido para la composición química que el siguiente:

Tabla 2. Composición Química del Microsilice

Sio2 min. %	85.0
Contenido de humedad, máx. %	3.0
Perdida por ignición, máx. %	6.0

FUENTE: Elaboración Propia

- **Requisito físico.** – la Microsilice debe cumplir con los requisitos físicos que se establecen.

Tabla 3. Requisitos Físicos del Microsilice

Tamaño mayor: % retenido en tamiz de 45 um (No. 325), máx., %.	10
% retenido en tamiz de 45 um (No. 325), máx., variación del promedio, puntos de porcentaje.	5
Índice de actividad puzolánico acelerada: con cemento portland a 7 días, min, % del control.	105
Superficial específica, min, m ² /g.	15
Requisitos de uniformidad: Cuando se especifica el concreto con aire incorporado, la cantidad de aditivo requerido para producir el contenido de aire de 18.0% en volumen de mortero no debe variar del promedio establecido en las 10 pruebas precedentes o en menores de 10, en mas de %	20
Reactividad con los alcalis del cemento Reduccion de la expansion del mortero a los 14 dias, min%.	80
Expansion por resistencia a los sulfatos: (resistencia moderada) 6 meses, max %.	0.10
(alta resistencia) 6 meses, max %.	0.05
(muy alta resistencia) 1 año, max %.	0.05

FUENTE: Elaboración Propia

- **Beneficios del Microsilice**
 - Concreto de alta resistencia (mayores a 350 Kg/cm²)
 - Concretos de alta durabilidad.
 - Concreto lanzado de alto desempeño.

- Prefabricación.
- Control y mitigación de la reacción álcali – agregado.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. Resistencia A Compresión

Es la capacidad de soportar una carga determinada se expresa en kg/cm² o MPa.

2.3.2. Diseño Óptimo De La Mezcla.

Es la "mejor" proporción de los materiales que cumple con el diseño establecido.

2.3.3. Vaciado Del Concreto

Es el proceso de transferir el concreto fresco, al área establecida.

2.3.4. Curado Del Concreto

Es el procedimiento donde el cemento del concreto madura y endurece logrando una resistencia máxima ($f'c$), y evita que presenten fisuras en el futuro.

2.3.5. Plasticidad

Es la manejabilidad o trabajabilidad del concreto fresco que tiene capacidad de ser colocado, compactado apropiadamente sin segregación ni exudación.

2.3.6. Fraguado Del Concreto

Es la fase de pérdida de plasticidad e inicio de dureza con debido a la reacción química del agua y Clinker que compone el cemento.

2.3.7. Trabajabilidad Del Concreto

Es el proceso de ser moldeable el concreto fresco a fin de ser mezclado, instalado, consolidado y vibrado sin segregación y exudación.

2.3.8. Consistencia

Es donde el concreto no pone resistencia a la deformación en estado fresco, señalando docilidad según el agua, esto ayuda a cubrir y envolver toda el área.

2.3.9. Demolición

Acción donde se derriba total o parcialmente los elementos de constructivos de una edificación en general.

2.3.10. Escombrera

Construcción de disposición final de los RCD'S provenientes de la construcción y demolición.

2.3.11. minimización

Acción de reducir al mínimo posible la generación de RCED'S, a través de estrategias y gestión aplicada.

2.3.12. Valorización

Es la acción donde uno de las unidades de las RCD'S puede ser recuperado o aprovechado para sustituir una materia prima que ayudara a la reducción de los RCD'S.

2.4. Formulación de hipótesis.

2.4.1. Hipótesis general.

El uso de los restos de construcción y demolición (RCD) y microsílíce, influye de manera significativa en el comportamiento del concreto estructural, en el distrito de Chaupimarca- Región de Pasco.

2.4.2. Hipótesis específicas.

- En el comportamiento del Concreto Estructural, las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino reciclado influyen de manera considerable.

- La proporción adecuado del agregado RCD con MICROSILICE, logra mantener la resistencia a la compresión y tracción requerida en el comportamiento del concreto estructural.
- La proporción adecuado del agregado RCD con MICROSILICE, logra mantener la resistencia a la flexión requerida en el comportamiento del concreto estructural.

2.5. Identificación de las variables

2.5.1. Variables independientes.

- Restos De Construcción Y Demolición (RCD'S)
- Microsilice

2.5.2. Variables dependientes.

- Concreto estructural

2.6. Definición operacional de variables e indicadores.

Tabla 4. Operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escalas de Medición
Restos de Construcción y Demolición (RCD)	Restos solidos obtenidos de la demolición.	Análisis mecánico y físico del agregado reciclado.	Control de admisión, clasificación, reducción de tamaño, limpieza y cribado Características del agregado.	Análisis granulométrico de agregado grueso reciclado. Peso unitario, contenido de humedad. Análisis mecánico y físico.	Razón
		Determinación de la proporción a utilizar en concreto de $f'c=210$ Kg/cm ² .	Adición del agregado reciclado.	Diseño de mezcla para concreto $f'c$ 210 kg/cm ² .	
Microsílice	Aditivo para concreto en polvo, basado en humo de sílice.	Dosificar de acuerdo a los límites permisibles y/o recomendadas.	Adición de Microsílice		
Concreto Estructural	El concreto estructural es un concreto de alta calidad que cumple características estructurales con resistencia mayores a $f'c=175$ Kg/cm ² .	Analizar las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural	Propiedades físicas y mecánicas	Ensayo a compresión. Ensayo a tracción indirecta. Ensayo a flexión para concreto de $f'c= 210$ Kg/cm ² .	Razón

FUENTE: Elaboración propia.

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación al que pertenece es APLICADA; debido a que permite diagnosticar, aplicar y resolver los problemas que serían útiles para la sociedad y crear conocimiento práctico.

3.2. Nivel de investigación.

En el caso del nivel de investigación, el trabajo presenta el nivel correlacional, porque busca conocer el grado de asociación existente entre la mejora continua y la gestión educativa; según indica Hernández,

3.3. Métodos de investigación.

La investigación pertenece al MÉTODO CIENTIFICO, que establece un proceso racional y sistemático de procedimiento, técnicas, instrumentos, que manifestara nuevas relaciones, nuevas cualidades y características para resolver el problema de investigación o la hipótesis.

Se tiene la siguiente estructura del desarrollo de la investigación:

- Planteamiento del problema.
- Formulación de la hipótesis.
- Marco teórico.
- Observación del tratamiento de los RCD'S.
- Medición y comparación de las magnitudes.
- Clasificación de las propiedades.
- Inferencia del fenómeno.
- Intercambio de conocimientos científicos.
- Predecir el fenómeno.
- Ensayos de laboratorio.
- Formulación de modelos.
- Análisis e interpretación de resultados logrados.
- Reporte del tratamiento.

La investigación en su primera fase tendrá que compilar, vigilar, medir, preparar y mostrar las aplicaciones de los RESTOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION Y EL MICROSILICE para entender el desarrollo del tema.

En segunda etapa se realizarán el diseño experimental:

- Se efectuarían ensayos de laboratorio donde los prototipos del concreto obtenidas serian sin el uso de RESTOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, que serían conocidos como muestras patrón.
- Y por consiguiente se efectuarían ensayos de laboratorio de los prototipos de concreto en estudio utilizando RESTOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN y MICROSÍLICE, y los demás materiales como agregado, cemento y agua.
- Los ensayos para el agregado a realizarse son:

- Análisis granulométrico por tamizado.
- Peso Unitario Suelto.
- Peso Unitario Compactado.
- Peso Específico de Masa.
- P.E. Saturado Superficialmente Seco.
- Porcentaje de Absorción.
- Contenido de Humedad.
- El planteamiento de la metodología de la dosificación, sería lo siguiente:
 - Determinar la proporción del peso del agregado fino y grueso (RCD) mediante el método de Agregado Global.
 - Plantear la relación de cemento y agregado global en peso, según la resistencia requerida aproximada.
 - Dosificar experimentalmente la cantidad de agua según al asentamiento requerido.
 - Diseñar para las variaciones de más 5% y menos 5% del porcentaje de participación, conservando constante la relación de cemento y agregados, también el asentamiento requerido.
 - Readaptar el porcentaje de participación de agregados mediante ensayos de resistencia a la compresión a los diseños realizados.
 - Diseñar finalmente el % óptimo de agregados obtenido.
- Determinación de propiedades de concreto fresco, son:
 - Asentamiento mediante Cono de Abrams.
 - Peso Unitario.
 - Índice de flujo de la consistencia de concreto fresco.
 - Tiempo de fragua.

- Exudación.
- Determinación de propiedades de concreto endurecido, son:
 - Resistencia a la compresión axial.
 - Absorción.

Los resultados de los ensayos de las muestras patrón efectuadas en el laboratorio se compararían con las muestras y/o prototipos utilizando RESTOS DE CONTRUCCION Y DEMOLICION Y MICROSILICE determinado la variación existente y los resultados considerables que se deberá ser explicados y/o justificados todo esto en cumplimiento a las normas vigentes.

3.4. Diseño de investigación.

Tabla 5. Planificación de la Investigación

Tipo de Investigación	Nivel de Intervención	Control de la Medición	Número de Mediciones	Número de Variables
Experimental	Explicativo	Prospectivo	Longitudinal	Analíticos
Se efectuará muestras para los ensayos en laboratorio que determinarían la resistencia del agregado reciclado y del concreto	Examinar las causas y consecuencias que habrá en el comportamiento estructural con agregados RCD con Microsílice.	Seguimiento a la dosificación y resistencia e identificación del diseño de mezcla adecuada para obtener una resistencia promedio del concreto reciclado.	Se utilizarán datos obtenidos durante los ensayos o pruebas como: humedad, granulometría y resistencia (28 dc).	Contará con más de un variable: <input type="checkbox"/> RCD <input type="checkbox"/> Microsílice.

FUENTE: Elaboración propia.

3.5. Población y muestra.

3.5.1. Población.

La investigación tomará como universo, el Concreto Estructural con el uso de Restos de Construcción y Demolición (RCD) con Microsílice que se encuentra ubicada en el distrito de Chaupimarca – Pasco.

3.5.2. Muestra.

Para conseguir la muestra de concreto se deberá efectuar ensayos a los cilindros según lo establecido a la norma técnica peruana NTP 339.034 y al ASTM C39, que serían por lo menos de 3 cilindros de concreto el cual determinaría el $f'c$, por lo que se realizaría 54 probetas para resistencia a la compresión, así mismo para la resistencia a la tracción se ensayará 54 probetas y para la resistencia a la flexión en vigas será un total de 54 vigas que se detalla:

Tabla 6. Planificación de la Investigación – Resistencia la Compresión.

Material		Edades de concreto			Total
RCD	Microsílice	7	14	28	
0%	0%	3	3	3	9
10%	4 %	3	3	3	9
70%	4 %	3	3	3	9
10%	10 %	3	3	3	9
70%	10%	3	3	3	9
40%	7%	3	3	3	9
TOTAL		18	18	18	54

FUENTE: Elaboración propia.

Muestra Patrón. - 9 probetas para ensayo de compresión

Muestra Experimental. – 45 probetas para ensayo de compresión.

Tabla 7. Probetas con RCD y Microsílice – Resistencia a la Tracción.

Material		Edades de concreto			Total
RCD	Microsílice	7	14	28	
0%	0%	3	3	3	9
10%	4 %	3	3	3	9
70%	4 %	3	3	3	9
10%	10 %	3	3	3	9
70%	10%	3	3	3	9
40%	7%	3	3	3	9
TOTAL		18	18	18	54

FUENTE: Elaboración propia.

Muestra Patrón. - 9 probetas para ensayo de tracción.

Muestra Experimental. – 45 probetas para ensayo de tracción.

Tabla 8. Probetas con RCD y Microsílice – Resistencia a la Flexión.

Material		Edades de concreto			Total
RCD	Microsílice	7	14	28	
0%	0%	3	3	3	9
10%	4 %	3	3	3	9
70%	4 %	3	3	3	9
10%	10 %	3	3	3	9
70%	10%	3	3	3	9
40%	7%	3	3	3	9
TOTAL		18	18	18	54

FUENTE: Elaboración propia.

Muestra patrón. – 9 probetas para ensayo de flexión

Muestra Experimental. – 45 probetas para ensayo a flexión.

Nota. – El agregado RCD, será reemplazo del agregado fino del concreto

$F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

3.6.1. Técnicas de recolección de datos.

Unas de las técnicas de acopio de datos a aplicarse en la investigación corresponderían al análisis documental de las investigaciones relacionadas con el agregado reciclado de RCD'S y Microsílice, y la observación de los ensayos por

realizar, para lograr un concreto de resistencia optima, y lograr un diseño de mezcla óptima.

3.6.2. Instrumentos de recolección de datos.

Y el instrumentos para la recolección de las muestras de concreto y agregado a emplear en la investigación, están dispuestos en la NORMAS TECNICAS PERUANA (339.009, 339.088, 400.037, 400.012, 400.017, 400.022, 400.021, 400.018, 400.019, 339.035, 339.046, 339.077, 339.082, 339.080, 339.034, 339.084, 339.187, 339.046, 339.082, 339.187), ASTM (C-150, C 1202, C 702, C31, C33, C39, C143, C1138, C1240, C1603) y en el Reglamento Nacional de Edificaciones (E.060 Concreto Armado) , por lo que se guiara de las presentes normas que son válidas y confiables.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

3.7.1. Selección del instrumento de investigación

En el presente estudio se aplicó el cuestionario, como instrumento para el análisis de las variables en investigación. Hernández, et al., (2014), señala que “el instrumento es un recurso que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tienen en mente” (p. 199).

3.7.2. Validez del instrumento de investigación

En el presente estudio, la validez de los instrumentos de recolección de datos fue valorada por el juicio de expertos, distinguidos profesionales peritos en investigación del área de Ciencias de la educación e ingeniería. La Tabla 3.3, presenta los resultados de los expertos según descrito

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.

Para ello se tendrán los datos obtenidos mediante los ensayos efectuados que se analizará a fin de lograr información útil para la investigación y describirá el tratamiento estadístico, por lo se utilizara el programa Excel.

La técnica que se utilizara correspondería a Estadística descriptiva para las variables, que se presentara mediante tablas, gráficos, etc, mediante unidades de medida que serán las frecuencias y porcentajes.

3.9. Tratamiento estadístico.

El tratamiento de la técnica de Estadística descriptiva para las variables, será mediante tablas, cuadros, gráficos y otros, que serán depurados de vicios, seleccionados así también se realizara la retroalimentación para obtener resultados confiables y fiables.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica.

La investigación a realizar será con los procedimientos normados respetado los principios de ética al iniciar y concluir de acuerdo al Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales 2022 de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC).

Los datos obtenidos serán fidedignos que serán sustentadas mediante material físico, por lo que, no se cometerá faltas éticas: como plagio, fabricación de plagio, etc., se está considerará hasta la sustentación de la Tesis.

Por consiguiente, la investigación se someterá a la evaluación y validación del contenido según disposiciones de la UNDAC.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

4.1.1. Descripción del Proyecto

Este capítulo presenta primero los resultados de probar las propiedades físicas de elementos de agregados naturales y restos de construcción y demolición (RCD) y microsílíce de “Análisis de comportamiento del concreto estructural utilizando restos de construcción y demolición (RCD) y microsílíce en el distrito de Chaupimarca – Región Pasco 2022”, ya se han mencionado los materiales, líneas arribas.

4.1.2. Recolección de datos del Proyecto.

Datos del Proyecto

El proyecto “Análisis de comportamiento del concreto estructural utilizando restos de construcción y demolición (RCD) y microsílíce en el distrito de Chaupimarca – Región Pasco 2022”, fue elaborado En el laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos de la Escuela de Formación Profesional

de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, el diseño de mezcla a llegar será a 210 kg/cm² en el periodo de enero a abril 2023, los materiales a usar son procedentes de Pasco a nivel comercial como es los cementos de tipo I – Andino, agregados grueso y finos de la cantera de Vicco y agua potable de la red de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Contenido del Proyecto

En primer instante, se presentan los resultados de la resistencia a la compresión realizados en muestras del hormigón aumentando restos de construcción y demolición.

En segundo lugar, después de las pruebas de laboratorio, se calcularon mezclas utilizando el método Fuller, se produjeron 6 diseños de mezcla. Composición de mezcla para el concreto convencional comparando los resultados y 5 composiciones de concreto con la combinación de RCD al 10%, 40% y 70% y Microsílice al 4%, 7% y 10%. Dicho diseño de mezcla es para una resistencia a la compresión de $f^c=210$ kg/cm².

En tercer lugar, se prepararon probetas cilíndricas con diferentes relaciones de sustitución de RCD y Microsílice con el hormigón estándar con áridos naturales. Por lo tanto, se realizaron pruebas de resistencia a la compresión y la tracción indirecta después de 7, 14 y 28 días en una posa de curado. Posteriormente se determinó la composición de la mezcla con la proposición optima de reemplazo de RCD y Microsílice. Luego fabricamos vigas de concreto con agregados naturales y agregados RCD y Microsílice para luego comparar su desempeño. Entonces, después de 28 días, comenzamos a probar la resistencia a la flexión de las vigas y determinar el módulo de resistencia. Además, se realizaron ensayos para determinar la tensión indirecta del hormigón normal y reciclado.

Finalmente, se comparó el comportamiento del hormigón estándar y el hormigón con agregado RCD y Microsílice en cuanto a sus propiedades mecánicas. Del mismo modo, se determina la viabilidad y los beneficios de una herramienta sostenible y respetuosa con el medio ambiente como el uso de materiales de restos de construcción y demolición con microsílice en la producción del hormigón.

Secuencia Constructiva

En primer lugar, se analizaron las propiedades físicas de los agregados naturales pruebas de distribución de tamaño de partículas, gravedad específica, compactación, contenido de humedad, gravedad específica y absorción.

Las formulaciones de mezcla utilizadas se enumeran en los anexos posteriormente en este proyecto, la cual fueron elaborados en base de datos obtenidos de las propiedades físicas de los áridos naturales.

Se analizarán las propiedades mecánicas del concreto, como la determinación del peso unitario de la mezcla estándar del concreto y el peso unitario del concreto incrementando los RCD con las microsíllices; como también se determinará las temperaturas de las mezclas tanto como del concreto estándar y el concreto incrementando RCD y microsíllices; también se determinará los asentamientos de las mezclas del concreto estándar y el concreto incrementando RCD y microsíllices.

También se tomará en consideración la evaluación del impacto ambiental con respecto al uso de restos de construcción y demoliciones.

Y por último se realizará los métodos de pruebas estándar para la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto natural y el concreto incrementando RCD y microsíllices con las normas ASTM C39/NTP 339.034. Los métodos de pruebas estándar para la resistencia a la flexión del concreto y los

métodos de pruebas estándar para la resistencia a la tracción indirecta de las probetas cilíndricas del concreto tradicional y el concreto incrementado RCD y microsílices.

4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1. Propiedades físicas de los agregados naturales:

Se empezarán analizar las propiedades físicas de los agregados naturales ya que solo se incrementará los RCD y microsílices para sus propiedades mecánicas, este ensayo se realizará mediante los ensayos de análisis granulométrico, peso unitario suelto, compactado, contenido de humedad, peso específico y absorción.

Análisis Granulométrico de Agregados Naturales

Análisis Granulométrico del agregado fino

Con respecto a la Norma de Ensayo NTP 400.012, la muestra del agregado fino a utilizar fue de 1000 g. La Tabla 9 muestra los resultados de los análisis granulométricos de agregados finos. Por otro lado, la figura 2 muestra una representación de la distribución granulométrico de los áridos finos.

Tabla 9. Análisis Granulométricos del Agregado Fino

Tipo de Agregado: Procedencia:		Fino Cantera Vicco	Fecha de Ensayo: Peso de muestra:	21/02/2023 1000 g	
Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
3/8"	9.5	-	-	-	100
N° 4	4.75	46	4.6	4.6	95.4
N° 8	2.36	82	8.2	12.8	87.2
N° 16	1.18	201.2	20.12	32.92	67.08
N° 30	0.6	220.3	22.03	54.95	45.05
N° 50	0.3	201.2	20.12	75.07	24.93
N° 100	0.15	171.3	17.13	92.2	7.8
N° 200	0.075	66	6.6	98.8	1.2
FONDO	-	12	1.2	100	-
		1000	100		
Tamaño Máximo Nominal					1/2"
Módulo de Finura					2.73

NOTA: Análisis granulométrico del agregado fino mediante el uso de los tamices. Elaboración Propia

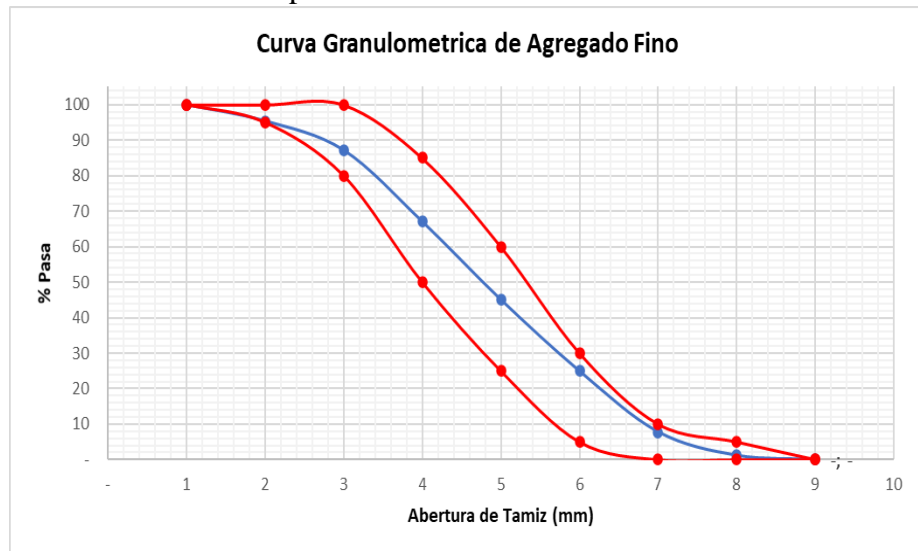


Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino según el huso granulométrico 9. Elaboración propia.

Análisis de resultados:

Dado que el agregado fino se encuentra dentro de los parámetros de la zona de clasificación 9 especificados en la norma ASTM C-33, que nos indica los límites que se deben cumplir con la distribución granulométrica del agregado fino.

$$M_f = 2.73$$

Las normas ASTM C-136 y NTP 400.012 indican que el módulo del agregado fino debe estar entre 2.3 y 3.1.

Análisis Granulométrico del agregado grueso

Las dimensiones mínimas de la muestra del agregado grueso fueron dadas por el Tamaño Máximo Nominal que fue de 3/4", por lo que le correspondió una muestra de 5000 g, sin embargo, en aras de la confiabilidad se decidió tomar una muestra 4500 g. el tamaño máximo (TM) del agregado grueso natural se determinó de manera similar y fue de 1". En

la tabla 10 se ven los resultados de los análisis Granulométricos del agregado grueso.

Tabla 10. Análisis Granulométricos del Agregado Grueso

Tipo de Agregado:		Grueso		Fecha de Ensayo: 21/02/2023	
Procedencia:		Cantera Vicco		Peso de muestra: 4500 g	
Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
1 1/2"	37.5				
1"	25	-	-	-	100
3/4"	19	51.2	1.1	1.1	98.9
1/2"	12.5	2,470.20	54.9	56	44
3/8"	9.5	1,400.20	31.1	87.1	12.9
N° 4	4.75	526	11.7	98.8	1.2
N° 8	2.36	30	0.7	99.5	0.5
N° 16	1.18		-	99.5	
FONDO	-	22.4	0.5	100	
		4500	100		
Tamaño Máximo Nominal					3/4"
Módulo de Finura					6.87

NOTA: Análisis granulométrico del agregado grueso mediante el uso de los tamices. Elaboración Propia.

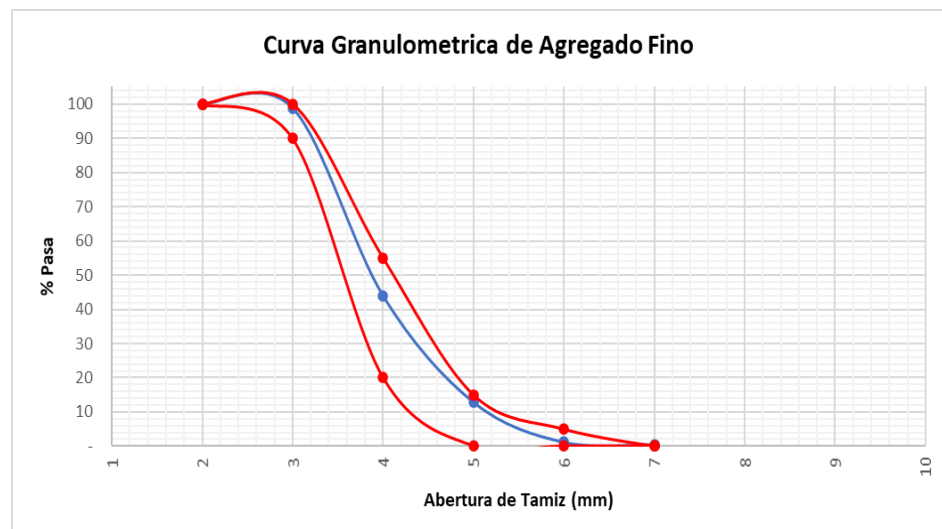


Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso según al huso granulométrico 9. Elaboración propia.

Análisis de resultados:

El tamaño de las partículas del agregado grueso que se usa para la fabricación del concreto por lo que diríamos que se establece dentro de los parámetros de la Zona 67 que la encontramos en la norma ASTM C-136, mediante esta nos dan límites que deben de cumplir con el análisis granulométrico de los áridos finos para un tamaño máximo nominal de 3/4".

$$M_f = 6.87$$

Por otro lado, se calculó el módulo granulométrico del agregado grueso, el cual resultó ser significativamente mayor que el del agregado fino.

Análisis Granulométrico del agregado restos de construcción y demolición RCD.

Con respecto a la Norma de Ensayo NTP 400.012, la muestra del agregado fino a utilizar fue de 1000 g. La Tabla 9 muestra los resultados de los análisis granulométricos de agregados finos. Por otro lado, la figura 2 muestra una representación de la distribución granulométrico de los áridos de los restos de construcción y demolición RCD.

Tabla 11. Análisis Granulométricos del Agregado Restos de Construcción y Demolición RCD

Tipo de Agregado:		RCD	Fecha de Ensayo:		21/02/2023
Procedencia:		Cantera Vicco	Peso de muestra:		1500 g
Tamiz Estandar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa
3/8"	9.5	38.4	2.63	2.63	97.37
N° 4	4.75	516.7	35.44	38.07	61.93
N° 8	2.36	348.1	23.87	61.94	38.06
N° 16	1.18	242.0	16.60	78.54	21.46
N° 30	0.6	142.8	9.79	88.33	11.67
N° 50	0.3	76.7	5.26	93.59	6.41
N° 100	0.15	37.3	2.56	96.15	3.85
N° 200	0.075	-	-	-	-
FONDO	-	56.1	3.85	100.00	-
		1458.10	100		
Tamaño Máximo Nominal					1/2"
Módulo de Finura					4.59

NOTA: Análisis granulométrico del agregado fino mediante el uso de los tamices. Elaboración Propia

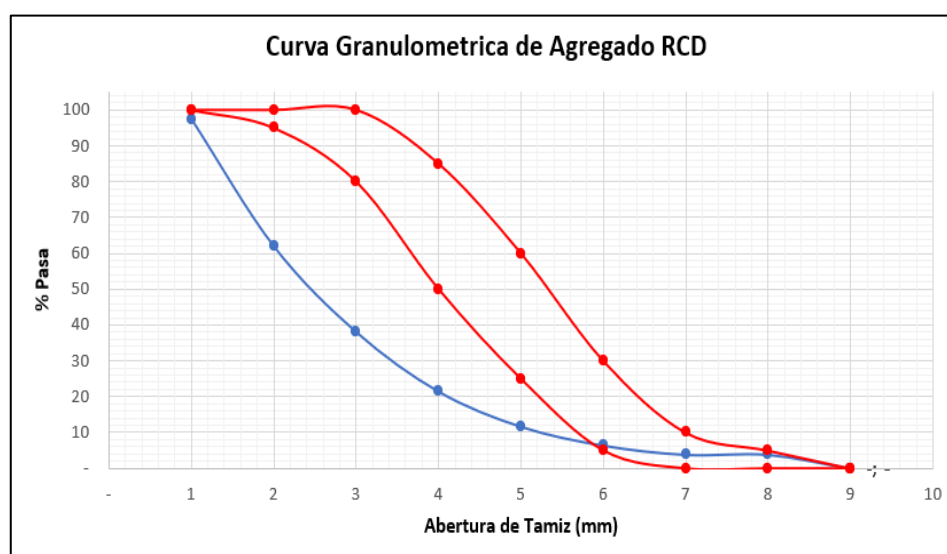


Figura 4. Curva granulométrica del agregado RCD según al huso granulométrico 9. Elaboración propia.

Análisis de resultados:

Para el agregado RCD es un material adecuado para el uso en la fabricación del concreto, por lo que se encuentra dentro de la zona de

clasificación 9 según en la norma ASTM C-33, que da los límites que se deben cumplir con distribución granulométrica de los áridos finos.

$$M_f = 4.59$$

El análisis granulométrico del agregado RCD no se encuentran dentro de los parámetros según las normas ASTM C-136 y NTP 400.012 que afirman que M_f debe estar entre 2.3 y 3.1. Lo que nos lleva que el material a usar será en proporciones menores.

Contenido de Humedad de los Agregados

Contenido de Humedad del Agregado Fino

Según las normas ASTM C-566 Y NTP 339.185, se usaron las tres muestras analizadas mediante las cuales se calculó el promedio, obteniendo así un promedio de 499.40 gramos para obtener el contenido de humedad del agregado fino. Según la tabla 12 se enumeran según el peso de la muestra seca, peso de la muestra húmeda, así como el porcentaje de contenido de humedad del agregado fino.

Tabla 12. Contenido de humedad del agregado fino.

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	17.25
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	499.40
Peso del recipiente + muestra seca	gr	486.30
Peso muestra húmeda	gr	482.15
Peso muestra seca	gr	469.05
Peso de agua	gr	13.10
Contenido de humedad	%	2.79%

NOTA: Se calcula el peso de la muestra seca y húmeda para así determinar el contenido de humedad del agregado fino. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

El contenido de humedad obtenido del agregado fino es 2.79%. se pudo analizar que el contenido de humedad del fino es ligeramente superior al del grueso. Por lo que diríamos que es cohesivo ya que retiene una mayor cantidad de agua debido a que sus partículas finas ya que tienen menos vacíos en comparación con el agregado grueso.

Contenido de Humedad del Agregado Grueso

El contenido de humedad del agregado grueso se determinó de acuerdo con ASTM C-566 y NTP 339185 utilizando tres muestras que promediaron 3723.17 g con base en un tamaño máximo (TM) de 1". En la Tabla 12 se muestra el peso de las muestras secas y húmedas de calidad del agregado grueso y el porcentaje de humedad en las mismas.

Tabla 13. Contenido de humedad del agregado grueso.

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	17.25
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	3,723.17
Peso del recipiente + muestra seca	gr	3,653.80
Peso muestra húmeda	gr	3,705.92
Peso muestra seca	gr	3,636.55
Peso de agua	gr	69.37
Contenido de humedad	%	1.92%

NOTA: Se calcula el peso de la muestra seca y húmeda para así determinar el contenido de humedad del agregado grueso. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

El contenido de humedad obtenido fue de 1.92%. según lo analizado el contenido de humedad del agregado grueso es inferior al del agregado fino en pequeñas proporciones. Por lo que diríamos que es cohesivo ya que retiene una mayor cantidad de agua debido a que sus

partículas finas ya que tienen menos vacíos en comparación con el agregado grueso.

Contenido de Humedad del Agregado de Restos de Construcción y Demolición

Según las normas ASTM C-566 y NTP 339.185, se utilizan tres muestras para obtener el contenido de humedad del agregado RCD y la muestra promedio es de 2467.27 gramos. En la siguiente tabla muestra el peso de la muestra seca y húmeda como a su vez el porcentaje de contenido de humedad en el agregado RCD.

Tabla 14. Contenido de humedad del agregado RCD.

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente	gr	244.87
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	2467.27
Peso del recipiente + muestra seca	gr	2392.00
Peso muestra húmeda	gr	2222.40
Peso muestra seca	gr	2147.13
Peso de agua	gr	75.27
Contenido de humedad	%	3.39%

NOTA: Se calcula el peso de la muestra seca y húmeda para así determinar el contenido de humedad del agregado RCD. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

El contenido de humedad obtenido en los agregados finos es del 3.39%. Se observó que el contenido de humedad del RCD es mayor que el del agregado grueso en pequeñas cantidades. Así como es cohesivo porque llega a retener más contenido de agua debido a que la cohesión de las partículas finas y el agregado RCD tiene menor vacíos que el agregado grueso.

Determinación del Peso Unitario Suelto y Compactado de los Agregados

Como primer paso, el volumen del recipiente que se dio de acuerdo al agregado grueso lo cual esto era de 3/4". Los diámetros de los recipientes se midieron tres veces y se promediaron. De igual manera, se midió la altura tres veces y se obtuvo el valor promedio. Las medidas se usaron luego para calcular el volumen del recipiente.

$$D_{prom} = \frac{22.74 + 22.76 + 22.71}{3} = 22.74$$

$$h_{prom} = \frac{22.78 + 22.79 + 22.77}{3} = 22.78$$

Luego de estos pasos seguidos, se procede a calcular el volumen del recipiente,

$$Vol. recipiente = \frac{\pi x D^2}{4} x h = 0.0092m^3$$

Después de determinar el volumen, se procede a calcular los pesos unitarios sueltos y compactados de los agregados naturales.

Determinación del Peso Unitario del Agregado Fino

La tabla 15 muestra los resultados obtenidos a partir de pesos unitarios sueltos y pesos unitarios compactados de agregado fino. De esto podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Esto se debe a la penetración de más material dentro de un volumen dado. Además, los resultados obtenidos cumplen con la norma ASTM C-29/NTP 400-017.

Tabla 15. *Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Fino*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	32.663
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	35.017
Peso del recipiente	kg	17.250
Peso de muestra en estado suelto	kg	15.413
Peso de muestra en estado compactado	kg	17.767
Volumen del recipiente	m ³	0.009
Peso unitario suelto	kg/m³	1,675
Peso unitario compactado	kg/m³	1,931

NOTA: Se determina el peso unitario suelto y compactado del agregado fino. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Las medidas de peso de pieza de agregado fino suelto y compactado promedio fueron 1675.00 y 1931.00 kg/m³. De estos podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Esto se debe a la penetración de más material dentro de un volumen dado.

Determinación del Peso Unitario del Agregado Grueso

La tabla 16 muestra los resultados obtenidos de las pruebas de peso unitario de compresión y agregado suelto, cumplen con la norma ASTM C-29/NTP 400-017.

Tabla 16. *Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	32.000
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	33.653
Peso del recipiente de la muestra suelta	kg	17.250
Peso del recipiente de la muestra apisonada	kg	17.250
Peso de muestra en estado suelto	kg	14.750
Peso de muestra en estado compactado	kg	16.403
Volumen del recipiente	m ³	0.014
Peso unitario suelto	kg/m³	1,054
Peso unitario compactado	kg/m³	1,172

NOTA: Se determina el peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Los valores obtenidos para peso suelto y peso unitario compactado de agregado grueso fueron 1054 y 1172 kg/m³ respectivamente. De esto podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. ya que se debe a la penetración de más material dentro de un volumen dado.

Determinación del Peso Unitario del Agregado RCD

La tabla 17 muestra los resultados obtenidos a partir de pesos unitarios sueltos y pesos unitarios compactados de agregado RCD. De esto podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Esto se debe a la penetración de más material dentro de un volumen dado. Además, los resultados obtenidos cumplen con la norma ASTM C-29/NTP 400-017.

Tabla 17. *Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado del Agregado RCD*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	3.794
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	14.160
Peso del recipiente	kg	2.740
Peso de muestra en estado suelto	kg	1.054
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.420
Volumen del recipiente	m ³	0.009
Peso unitario suelto	kg/m³	1,394.852
Peso unitario compactado	kg/m³	1,498.529

NOTA: Se determina el peso unitario suelto y compactado del agregado RCD. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Las medidas de peso de pieza de agregado RCD suelto y compactado promedio fueron 1394.852 y 1498.529 kg/m³. De estos podemos concluir que P.U.C. es mayor que P.U.S. Esto se debe a la penetración de más material dentro de un volumen dado.

Determinación del Peso Específico y Absorción de los Agregados Naturales

Determinación del Peso Específico y Absorción de los Agregados Finos

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado fino se muestran en la Tabla 18, los cuales cumplen las normas NTP 400.022.

Tabla 18. *Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	486.43
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	710.40
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,017.10
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00
Peso específico aparente	gr/cm³	2.52
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm³	2.52
Peso específico masa seca	gr/cm³	2.71
Absorción	%	2.79%

NOTA: Se determina el peso específico y absorción del agregado fino. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

El valor obtenido del peso específico y absorción del agregado fino fueron 2.71 gr/cm³ y 2.79 % respectivamente. Eso quiere decir que el agregado no absorbe mucha cantidad de agua y que el peso específico se encuentra dentro de los pesos específicos relativos entre 2.60 – 2.70 gr/cm³.

Determinación del Peso Específico y Absorción de los Agregados Gruesos

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado gruesos se muestran en la Tabla 19, los cuales cumplen las normas NTP 400.022.

Tabla 19. Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	3,653.800
Peso de la muestra SSS	gr	3,759.467
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1,340.800
Peso específico aparente	gr/cm3	1.51
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm3	1.55
Peso específico masa seca	gr/cm3	1.58
Absorción	%	2.91%

NOTA: Se determina el peso específico y absorción del agregado grueso. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

El valor obtenido del peso específico y absorción del agregado grueso fueron 1.58 gr/cm³ y 2.91 % respectivamente. Eso quiere decir que el agregado no absorbe mucha cantidad de agua y que el peso específico se encuentra dentro de los pesos específicos relativos entre 1.20 – 1.85 gr/cm³.

Determinación del Peso Específico y Absorción de los Agregado RCD

Los resultados obtenidos del ensayo de peso específico y absorción del agregado RCD se muestran en la tabla siguiente, los cuales cumplen las normas NTP 400.022.

Tabla 20. Peso Específico y Absorción del Agregado RCD

DESCRIPCION	UND	PROMEDIO
Peso de la muestra secada al horno	gr	450.20
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	1210.20
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	1561.10
Peso de la muestra superficialmente seco (SSS)	gr	500.00
Peso específico aparente	gr/cm3	4.53
Peso específico aparente (SSS)	gr/cm3	3.35
Peso específico masa seca	gr/cm3	3.02
Absorción	%	11.06%

NOTA: Se determina el peso específico y absorción del agregado RCD. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

El valor obtenido del peso específico y absorción del agregado RCD fueron 3.02 gr/cm³ y 11.06 % respectivamente. Eso quiere decir que el agregado SI absorbe mucha cantidad de agua y que el peso específico no se encuentra dentro de los pesos específicos relativos entre 2.60 – 2.70 gr/cm³. Por tal motivo se utilizará en porcentajes menores.

4.2.2. Diseño de Mezcla:

El concepto de las mezclas utilizadas se muestra en los anexos posteriores de este informe de investigación. Estos se realizaron utilizando datos obtenidos de las propiedades físicas de los áridos naturales y reciclados. Se tomo en consideración el diseño de mezcla por el método FULLER.

Tabla 21. Resultados del Diseño de Mezcla del Concreto por Método

Fuller

Materiales	Diseño para 1 m³ de concreto	Diseño para 0.02 m³ de concreto
Cemento	373.715 kg	9.34 kg
A. Fino	361.514 kg	9.04 kg
A. Grueso	856.044 kg	21.40 kg
Agua (L/m ³)	205 kg	5.13 kg
Aire	0.00	0.00

NOTA: Se determina las dosificaciones para 0.02 m³ de concreto para cada patrón de diseño. Elaboración Propia.

Tabla 22. Proporciones de los Aditivos

ADITIVO	UND	(-)	PROM.	(+)
RCD	%	10%	40%	70%
MICROSILICE	%	4%	7%	10%

NOTA: Se determina las dosificaciones de la microsíllice con respecto al cemento y que no sea mayor al 10%, y porcentajes promediales de RCD. Elaboración Propia.

Tabla 23. Diseño de Mezcla con Método Fuller incorporando Aditivos

PATRONES	ADITIVOS	UND	DISEÑO
PATRON GENERAL	A. GRUESO	kg	21.40
	A. FINO	kg	9.04
	CEMENTO	kg	9.34
	AGUA	kg	5.13
PATRON (-) (-)	RCD	kg	0.904
	MICROSILICE	kg	0.374
	A. FINO	kg	8.136
	CEMENTO	kg	8.966
PATRON (+) (-)	RCD	kg	6.328
	MICROSILICE	kg	0.374
	A. FINO	kg	2.712
	CEMENTO	kg	8.966
PATRON (-) (+)	RCD	kg	0.904
	MICROSILICE	kg	0.934
	A. FINO	kg	8.136
	CEMENTO	kg	8.406
PATRON (+) (+)	RCD	kg	6.328
	MICROSILICE	kg	0.934
	A. FINO	kg	2.712
	CEMENTO	kg	8.406
PATRON PROM.	RCD	kg	3.616
	MICROSILICE	kg	0.654
	A. FINO	kg	5.424
	CEMENTO	kg	8.686

NOTA: Los aditivos a incorporar reemplazaran a algunos materiales como es a los agregados finos que serán reemplazados en un porcentaje por los RCD y el cemento reemplazado es un porcentaje de microsílces. Elaboración Propia.

4.2.3. Propiedades mecánicas del concreto con RCD y microsílces:

Determinación de la Temperatura

Determinación de la Temperatura de la Mezcla de Concreto Natural

Tabla 24. Temperatura de la Mezcla de Concreto Natural

LECTURA N° 01	17,1 °C
LECTURA N° 02	18,3 °C
LECTURA N° 03	18,5°C

NOTA: Temperatura del concreto sin añadir ningún aditivo. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

La temperatura promedio del hormigón natural fue 17.97 °C. la cual se concluye que la muestra analizada estuvo dentro de los parámetros máximos permitido establecido por el comité ACI 305.1-06 según la norma ASTM C1064, establece que la temperatura máxima permisible del concreto fresco es de 35 °C, entonces es una temperatura de vertido adecuado para el concreto. Cabe señalar que cuanto mayor sea la temperatura del hormigón, menor será el tiempo de fraguado inicial y final y mayor será el requerimiento de agua kg/m³.

Determinación de la Temperatura de la Mezcla de Concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice

Tabla 25. Temperatura de la Mezcla de Concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice

LECTURA N° 01	18,7 °C
LECTURA N° 02	18,74°C
LECTURA N° 03	17,9 °C

NOTA: Temperatura del concreto añadiendo 10% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

La temperatura promedio del hormigón añadiendo 10% de RCD y 4% de Microsílice fue de 18.45 °C. la cual se concluye que la muestra analizada estuvo dentro de los parámetros máximos permitido establecido por el comité ACI 305.1-06 según la norma ASTM C1064, establece que la temperatura máxima permisible del concreto fresco es de 35 °C, entonces es una temperatura de vertido adecuado para el concreto. Cabe señalar que

cuanto mayor sea la temperatura del hormigón, menor será el tiempo de fraguado inicial y final y mayor será el requerimiento de agua kg/m³.

Determinación de la Temperatura de la Mezcla de Concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice

Tabla 26. Temperatura de la Mezcla de Concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice

LECTURA N° 01	18,4 °C
LECTURA N° 02	17,9 °C
LECTURA N° 03	18,9 °C

NOTA: Temperatura del concreto añadiendo 70% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

La temperatura promedio del hormigón añadiendo 70% de RCD y 4% de Microsílice fue de 18.40 °C. la cual se concluye que la muestra analizada estuvo dentro de los parámetros máximos permitido establecido por el comité ACI 305.1-06 según la norma ASTM C1064, establece que la temperatura máxima permisible del concreto fresco es de 35 °C, entonces es una temperatura de vertido adecuado para el concreto. Cabe señalar que cuanto mayor sea la temperatura del hormigón, menor será el tiempo de fraguado inicial y final y mayor será el requerimiento de agua kg/m³.

Determinación de la Temperatura de la Mezcla de Concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice

Tabla 27. Temperatura de la Mezcla de Concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice

LECTURA N° 01	18,9 °C
LECTURA N° 02	18,5 °C
LECTURA N° 03	17,5 °C

NOTA: Temperatura del concreto añadiendo 10% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

La temperatura promedio del hormigón añadiendo 10% de RCD y 10% de Microsilice fue de 18.30 °C. la cual se concluye que la muestra analizada estuvo dentro de los parámetros máximos permitido establecido por el comité ACI 305.1-06 según la norma ASTM C1064, establece que la temperatura máxima permisible del concreto fresco es de 35 °C, entonces es una temperatura de vertido adecuado para el concreto. Cabe señalar que cuanto mayor sea la temperatura del hormigón, menor será el tiempo de fraguado inicial y final y mayor será el requerimiento de agua kg/m³.

Determinación de la Temperatura de la Mezcla de Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice

Tabla 28. Temperatura de la Mezcla de Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice

LECTURA N° 01	18,3 °C
LECTURA N° 02	19,1 °C
LECTURA N° 03	19,2 °C

NOTA: Temperatura del concreto añadiendo 70% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

La temperatura promedio del hormigón añadiendo 70% de RCD y 10% de Microsilice fue de 18.87 °C. la cual se concluye que la muestra analizada estuvo dentro de los parámetros máximos permitido establecido por el comité ACI 305.1-06 según la norma ASTM C1064, establece que la temperatura máxima permisible del concreto fresco es de 35 °C, entonces

es una temperatura de vertido adecuado para el concreto. Cabe señalar que cuanto mayor sea la temperatura del hormigón, menor será el tiempo de fraguado inicial y final y mayor será el requerimiento de agua kg/m³.

Determinación de la Temperatura de la Mezcla de Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice

Tabla 29. Temperatura de la Mezcla de Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice

LECTURA N° 01	19,3 °C
LECTURA N° 02	19,7 °C
LECTURA N° 03	18,8 °C

NOTA: Temperatura del concreto añadiendo 40% de RCD y 7% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

La temperatura promedio del hormigón añadiendo 40% de RCD y 7% de Microsilice fue de 19.27 °C. la cual se concluye que la muestra analizada estuvo dentro de los parámetros máximos permitido establecido por el comité ACI 305.1-06 según la norma ASTM C1064, establece que la temperatura máxima permisible del concreto fresco es de 35 °C, entonces es una temperatura de vertido adecuado para el concreto. Cabe señalar que cuanto mayor sea la temperatura del hormigón, menor será el tiempo de fraguado inicial y final y mayor será el requerimiento de agua kg/m³.

Determinación del Asentamiento de las Mezclas

El tipo de estructura requerida para el hormigón son vigas, columna, zapatas. De acuerdo a lo realizado se halló un asentamiento entre 1” y 6”. Determinando así un asentamiento de 4” para el concreto natural y

de igual forma para el concreto incrementando RCD y Microsilice para una mejor trabajabilidad. Este ensayo se realizó según la norma NTP 339.035 con el Cono de Abrams.

Tabla 30. Lectura de Asentamiento del Concreto con el Cono de Abrams

MUESTRA	ASENTAMIENTO		TEMPERATURA AMBIENTE °C	HUMEDAD RELATIVA %
	CM	PULG.		
PATRON GENERAL	10.16	4	13.2 °C	69%
PATRON (-) (-)	10.16	4	13.1 °C	69%
PATRON (+) (-)	10.16	4	13.3 °C	69%
PATRON (-) (+)	10.16	4	12.4 °C	69%
PATRON (+) (+)	10.16	4	12.1 °C	69%
PATRON PROMEDIO	10.16	4	12.9 °C	69%

NOTA: El asentamiento asumido para las mezclas es de 4". Elaboración Propia.

4.2.4. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto

Natural y aumentando RCD y Microsilice:

Este ensayo se utiliza para obtener la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas fabricadas de acuerdo con ASTM C39/NTP 339034. La resistencia a la compresión del concreto es f'_c 210 kg/cm² y f'_{cr} 294 kg/cm². En los Anexos de esta investigación se muestran una comparación de la resistencia a la compresión de mezclas a diferentes edades. Estos resultados de la resistencia a la compresión para muestras cilíndricas hechas de diferentes mezclas se muestran en la siguiente tabla.

Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural

Tabla 31. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural

Código	Patrón	Edad	Diámetro Promedio (cm)	Altura de Probeta (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Velocidad de Esfuerzo (kg/f)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)
PG-1	Patrón General	7	9.805	202.300	75.507	24634	139.20	2.1	210
PG-2	Patrón General	7	9.850	201.200	76.201	21845	123.60	0.7	210
PG-3	Patrón General	7	9.820	200.900	75.738	24470	138.40	0.9	210
PG-4	Patrón General	14	9.890	201.470	76.821	25263	142.90	2.2	210
PG-5	Patrón General	14	9.740	201.080	74.509	25212	142.60	2.1	210
PG-6	Patrón General	14	9.840	201.280	76.047	27244	180.70	0.9	210
PG-7	Patrón General	28	9.810	202.200	75.584	22114	210.90	2.2	210
PG-8	Patrón General	28	9.850	201.100	76.201	22945	210.60	0.9	210
PG-9	Patrón General	28	9.840	200.300	76.047	24595	230.30	1.7	210

NOTA: Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto natural. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se puede observar que la probeta PG-9 en estructuras de concreto alcanzan e superan la resistencia a la compresión requerida de 230.30 kg/cm². Por lo que se debe al uso de cemento tipo I, que proporciona mayor resistencia a la compresión durante las edades que tiene el concreto y evita que se formen micro fisuras en el concreto.

Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice

Tabla 32. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice

Código	Patrón	Edad	Diámetro Promedio (cm)	Altura de Probeta (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Velocidad de Esfuerzo (kg/f)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)
PG1-1	Patrón (-) (-)	7	9.85	201.3	76.20	28790.00	162.90	2.1	210
PG1-2	Patrón (-) (-)	7	9.83	202.2	75.89	23208.00	131.30	2.2	210
PG1-3	Patrón (-) (-)	7	9.85	201.9	76.20	25999.00	147.10	0.9	210
PG1-4	Patrón (-) (-)	14	9.82	201.5	75.74	17610.22	224.24	1.9	210
PG1-5	Patrón (-) (-)	14	9.81	202.2	75.58	14949.82	190.28	1.7	210
PG1-6	Patrón (-) (-)	14	9.86	201.1	76.36	16280.02	207.20	1.5	210
PG1-7	Patrón (-) (-)	28	9.85	202.2	76.20	24571.00	312.80	2.1	210
PG1-8	Patrón (-) (-)	28	9.81	201.3	75.58	22755.00	289.70	2.2	210
PG1-9	Patrón (-) (-)	28	9.81	203.1	75.58	23663.00	301.25	1.9	210

NOTA: Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se puede observar que con la adición de 10% RCD y 4% de microsílice. La resistencia a la compresión de la muestra PG1-7 en la estructura de concreto superó con 312.80 kg/cm². Por lo que se debe al uso de cemento tipo I, que proporciona mayor resistencia a la compresión cuando el concreto envejece y evita que se formen micro fisuras en el concreto.

Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice

Tabla 33. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice

Código	Patrón	Edad	Diámetro Promedio (cm)	Altura de Probeta (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Velocidad de Esfuerzo (kg/f)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)
PG2-1	Patrón (+) (-)	7	9.79	202.1	75.28	15909.36	202.52	2.1	210
PG2-2	Patrón (+) (-)	7	9.84	201.5	76.05	14966.14	198.85	1.9	210
PG2-3	Patrón (+) (-)	7	9.84	201.7	76.05	15437.75	200.68	2.2	210
PG2-4	Patrón (+) (-)	14	9.88	201.2	76.67	20312.00	258.60	2.2	210
PG2-5	Patrón (+) (-)	14	9.85	202.5	76.20	22893.00	291.40	2.3	210
PG2-6	Patrón (+) (-)	14	9.97	200.9	78.07	21602.50	275.00	2.4	210
PG2-7	Patrón (+) (-)	28	9.84	201.5	76.05	22893.00	291.40	2.2	210
PG2-8	Patrón (+) (-)	28	9.81	201.3	75.58	22923.00	291.80	1.9	210
PG2-9	Patrón (+) (-)	28	9.84	201.4	76.05	24240.00	308.60	1.7	210

NOTA: Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se puede observar que con la adición de 70% RCD y 4% de microsílice. La resistencia a la compresión de la muestra PG2-9 en la estructura de concreto superó con 308.60 kg/cm². Por lo que se debe al uso de Cemento Tipo I, que proporciona mayor resistencia a la compresión cuando el concreto envejece y evita que se formen microfisuras en el concreto.

Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice

Tabla 34. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice

Código	Patrón	Edad	Diámetro Promedio (cm)	Altura de Probeta (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Velocidad de Esfuerzo (kg/f)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)
PG3-1	Patrón (-) (+)	7	9.85	201.2	76.20	10213.32	130.01	1.9	210
PG3-2	Patrón (-) (+)	7	9.81	202.2	75.58	14622.50	186.20	1.7	210
PG3-3	Patrón (-) (+)	7	9.85	202.2	76.20	12417.91	158.11	1.4	210
PG3-4	Patrón (-) (+)	14	9.97	201.5	78.07	14979.00	190.80	2.1	210
PG3-5	Patrón (-) (+)	14	9.83	201.9	75.89	15624.00	199.00	1.5	210
PG3-6	Patrón (-) (+)	14	9.87	202.1	76.51	16212.00	206.10	2.3	210
PG3-7	Patrón (-) (+)	28	9.825	201.9	75.81	22893.00	291.40	2.1	210
PG3-8	Patrón (-) (+)	28	9.795	201.7	75.35	23548.00	299.80	2	210
PG3-9	Patrón (-) (+)	28	9.83	200.8	75.89	22734.00	289.40	2.3	210

NOTA: Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se puede observar que con la adición de 10% RCD y 10% de microsílice. La resistencia a la compresión de la muestra PG3-8 en la estructura de concreto superó con 299.80 kg/cm². Por lo que se debe al uso de Cemento Tipo I, que proporciona mayor resistencia a la compresión cuando el concreto envejece y evita que se formen micro fisuras en el concreto.

Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice

Tabla 35. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice

Código	Patrón	Edad	Diámetro Promedio (cm)	Altura de Probeta (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Velocidad de Esfuerzo (kg/f)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)
PG4-1	Patrón (+) (+)	7	9.855	202.2	76.28	7474.40	95.14	2.2	210
PG4-2	Patrón (+) (+)	7	9.87	202.3	76.51	8291.18	105.54	2.1	210
PG4-3	Patrón (+) (+)	7	9.91	201.5	77.13	7882.79	100.34	2.3	210
PG4-4	Patrón (+) (+)	14	9.815	202.2	75.66	11878.00	151.20	1.8	210
PG4-5	Patrón (+) (+)	14	9.81	200.9	75.58	12980.00	165.50	1.7	210
PG4-6	Patrón (+) (+)	14	9.855	200.7	76.28	13180.00	167.80	2.1	210
PG4-7	Patrón (+) (+)	28	9.855	202.1	76.28	14310.00	182.20	2.1	210
PG4-8	Patrón (+) (+)	28	9.83	202.2	75.89	13981.50	178.00	2.5	210
PG4-9	Patrón (+) (+)	28	9.82	202.4	75.74	13653.00	173.80	1.9	210

NOTA: Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se puede observar que con la adición de 70% RCD y 10% de microsílice. La resistencia a la compresión de la muestra PG4-7 en la estructura de concreto alcanzó o superó con 182.20 kg/cm². Por lo que se debe al uso de Cemento Tipo I, que proporciona mayor resistencia a la compresión cuando el concreto envejece y evita que se formen microfisuras en el concreto.

Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice

Tabla 36. Resistencia a la Compresión de Probetas Cilíndricas de Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice

Código	Patrón	Edad	Diámetro Promedio (cm)	Altura de Probeta (mm)	Área de la Sección Transversal (mm ²)	Carga Máxima (Kg)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)	Velocidad de Esfuerzo (kg/f)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)
PG5-1	Patron Prom.	7	9.845	202.2	76.12	15819.63	198.74	1.5	210
PG5-2	Patron Prom.	7	9.875	201.5	76.59	13781.25	172.23	1.2	210
PG5-3	Patron Prom.	7	9.815	201.3	75.66	14800.44	185.49	0.9	210
PG5-4	Patron Prom.	14	9.785	202.2	75.20	22306.00	284.00	1.5	210
PG5-5	Patron Prom.	14	9.79	201.3	75.28	24638.00	313.70	1.2	210
PG5-6	Patron Prom.	14	9.86	202.5	76.36	23472.00	298.85	2.1	210
PG5-7	Patron Prom.	28	9.86	201.8	76.36	27473.00	349.80	1.9	210
PG5-8	Patron Prom.	28	9.88	201.8	76.67	25393.00	323.30	1.5	210
PG5-9	Patron Prom.	28	9.79	201.1	75.28	25737.00	327.60	2.5	210

NOTA: Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se puede observar que con la adición de 40% RCD y 7% de microsílice.

La resistencia a la compresión de la muestra PG5-7 en la estructura de concreto alcanzó o superó con 349.80 kg/cm². Por lo que se debe al uso de Cemento Tipo I, que proporciona mayor resistencia a la compresión cuando el concreto envejece y evita que se formen microfisuras en el concreto.

En la siguiente figura nos da una comparación entre los diseños elaborados (general, (-) (-), (+) (-), (-) (+), (+) (+) y promedio) a través de la resistencia a la compresión lograda durante sus edades de 28 días.

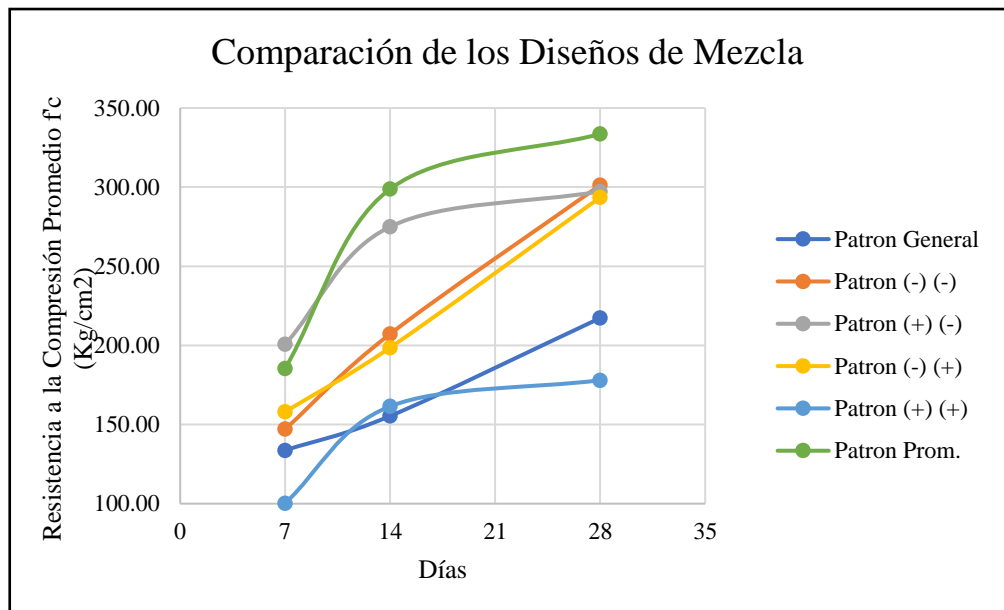


Figura 4. Comparación de los diseños generados en la resistencia a la compresión durante sus diferentes edades. Elaboración propia.

Posteriormente al obtener los resultados, se determinó que el diseño de mezcla óptima es la posición media, la cual sería el 40 % de RCD en el agregado fino y 7 % de Microsílice por cemento.

Después de elegir la mejor proporción de mezcla de RCD y Microsílice, se prepararon vigas estructurales para obtener la resistencia a la flexión, para posteriormente se compararon los resultados con el diseño con el concreto convencional.

4.2.5. Prueba Estándar para Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas

Cilíndricas de Concreto Natural y adicionando RCD y Microsilice:

Esta prueba determina la resistencia a la tracción indirecta de concreto cilíndrico y de igual manera del concreto que contiene RCD y Microsilice según MTC E 708/ASTM C 496. Por con los resultados las cuales se mostrarán en las siguientes tablas.

Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural.

Tabla 37. Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural.

Código	Patron	Edad	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Long. de Especimen (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga Máxima (N)	Resistencia de Concreto (N/mm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
PG-10	Patron General	7	98.7	201.2	7651.11	51200.0	1.64	16.74
PG-11	Patron General	7	98.1	202.2	7558.37	55300.0	1.77	18.10
PG-12	Patron General	7	97.8	202.1	7512.21	52400.0	1.69	17.21
PG-13	Patron General	14	97.6	202.2	7481.51	63500.0	2.05	20.89
PG-14	Patron General	14	98.5	202.5	7620.13	67800.0	2.16	22.07
PG-15	Patron General	14	98.5	202.9	7620.13	71200.0	2.27	23.13
PG-16	Patron General	28	98.2	201.2	7573.78	71500.0	2.3	23.49
PG-17	Patron General	28	98.5	202.5	7620.13	77500.0	2.47	25.22
PG-18	Patron General	28	97.9	200.9	7527.58	72900.0	2.36	24.06

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de probetas cilíndricas de concreto natural. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se sometieron muestras de concreto natural a ensayos de tracción indirecta y se obtuvieron resultados de más de 10 kg/cm². Su evolución se muestra en la Tabla 34, que muestra la resistencia a tracción promedio del concreto convencional a diferentes edades llegando a el valor de 25 kg/cm².

Tabla 38. Resistencia promedio a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto Natural.

Tipo	Días	Tracción Prom. (Kg/cm ²)
Natural	7	17.35
Natural	14	22.03
Natural	28	24.26

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de concreto natural.
Elaboración Propia.

Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice.

Tabla 39. Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice.

Código	Patron	Edad	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Long. de Especimen (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga Máxima (N)	Resistencia de Concreto (N/mm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
PG1-10	Patron (-) (-)	7	97.5	203.1	7466.19	45200.0	1.45	14.82
PG1-11	Patron (-) (-)	7	98.9	202.5	7682.14	39200.0	1.25	12.71
PG1-12	Patron (-) (-)	7	98.4	201.5	7604.66	47220.0	1.52	15.46
PG1-13	Patron (-) (-)	14	98.6	200.8	7635.61	55300.0	1.78	18.13
PG1-14	Patron (-) (-)	14	99.1	201.3	7713.25	59200.0	1.89	19.26
PG1-15	Patron (-) (-)	14	99.2	202.2	7728.82	64100.0	2.03	20.75
PG1-16	Patron (-) (-)	28	98.5	201.5	7620.13	78200.0	2.51	25.58
PG1-17	Patron (-) (-)	28	98.7	200.9	7651.11	79100.0	2.54	25.90
PG1-18	Patron (-) (-)	28	99.1	201.8	7713.25	85900.0	2.73	27.88

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de probetas cilíndricas de concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se observó que la mezcla de concreto que contenía 10% RCD y 4% de Microsílice se llegó a valores similares al concreto natural. La resistencia a la tracción de esta composición de la mezcla alcanzó 14.33 kg/cm² a una edad de 7 días y el de 28 días llegó a 26,45 kg/cm². Por lo que en la siguiente Tabla se muestra los cambios en la resistencia a la tracción indirecta a lo largo de sus diferentes edades.

Tabla 40. Resistencia promedio a la Tracción Indirecta de Probetas

Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice.

Tipo	Días	Tracción Prom. (Kg/cm2)
(-) (-)	7	14.33
(-) (-)	14	19.38
(-) (-)	28	26.45

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia.

Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice.

Tabla 41. Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice.

Código	Patron	Edad	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Long. de Especimen (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga Máxima (N)	Resistencia de Concreto (N/mm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
PG2-10	Patron (+) (-)	7	98.9	203.2	7682.14	59600.0	1.89	19.25
PG2-11	Patron (+) (-)	7	97.9	202.5	7527.58	42100.0	1.35	13.79
PG2-12	Patron (+) (-)	7	98.5	201.2	7620.13	48500.0	1.56	15.89
PG2-13	Patron (+) (-)	14	98.7	201.5	7651.11	75000.0	2.40	24.48
PG2-14	Patron (+) (-)	14	99.1	201.5	7713.25	73800.0	2.35	23.99
PG2-15	Patron (+) (-)	14	99.1	201.5	7713.25	77900.0	2.48	25.33
PG2-16	Patron (+) (-)	28	98.5	202.1	7620.13	89000.0	2.85	29.02
PG2-17	Patron (+) (-)	28	97.9	203.1	7527.58	79900.0	2.56	26.09
PG2-18	Patron (+) (-)	28	99.4	201.5	7760.02	84200.0	2.68	27.29

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de probetas cilíndricas de concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

Se determinaron desviaciones en porcentajes para la elaboración de la mezcla de concreto con 70 % de RCD y 4 % de Microsílice en comparación con la composición de la mezcla de concreto con 10 % de RCD y 4 % de Microsílice. Esta estructura alcanza los valores mostrados en la Tabla 38, que son similares a los del concreto natural.

Tabla 42. Resistencia promedio a la Tracción Indirecta de Probetas

Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice.

Tipo	Días	Tracción Prom. (Kg/cm ²)
(+) (-)	7	16.31
(+) (-)	14	24.60
(+) (-)	28	27.47

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de concreto con 70% de RCD y 4% de Microsilice. Elaboración Propia.

Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice.

Tabla 43. Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas

de Concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice.

Código	Patron	Edad	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Long. de Especimen (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga Máxima (N)	Resistencia de Concreto (N/mm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
PG3-10	Patron (-) (+)	7	98.5	200.2	7620.13	41200.0	1.33	13.56
PG3-11	Patron (-) (+)	7	98.5	202.2	7620.13	37700.0	1.21	12.29
PG3-12	Patron (-) (+)	7	98.2	202.3	7573.78	45200.0	1.45	14.77
PG3-13	Patron (-) (+)	14	97.5	202.1	7466.19	57700.0	1.86	19.01
PG3-14	Patron (-) (+)	14	99.2	202.6	7728.82	59400.0	1.88	19.19
PG3-15	Patron (-) (+)	14	98.1	201.7	7558.37	62500.0	2.01	20.51
PG3-16	Patron (-) (+)	28	98.2	202.1	7573.78	72300.0	2.32	23.65
PG3-17	Patron (-) (+)	28	98.7	201.9	7651.11	77400.0	2.47	25.21
PG3-18	Patron (-) (+)	28	98.9	201.7	7682.14	81200.0	2.59	26.42

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de probetas cilíndricas de concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

En la Tabla 40 se muestra que la resistencia promedio de la estructura de concreto que contenía 10% RCD y 10% Microsílice fue de 13.54 kg/cm² y con la edad posterior de 28 días la resistencia promedio alcanzó 25.10 kg/cm².

Tabla 44. Resistencia promedio a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice.

Tipo	Días	Tracción Prom. (Kg/cm ²)
(-) (+)	7	13.54
(-) (+)	14	19.57
(-) (+)	28	25.10

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice.

Tabla 45. Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice.

Código	Patron	Edad	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Long. de Especimen (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga Máxima (N)	Resistencia de Concreto (N/mm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
PG4-10	Patron (+) (+)	7	97.8	201.5	7512.21	27400.0	0.89	9.03
PG4-11	Patron (+) (+)	7	98.2	201.8	7573.78	29100.0	0.93	9.53
PG4-12	Patron (+) (+)	7	98.1	203.1	7558.37	34100.0	1.09	11.11
PG4-13	Patron (+) (+)	14	98.2	201.2	7573.78	42200.0	1.36	13.87
PG4-14	Patron (+) (+)	14	99.1	200.9	7713.25	45900.0	1.47	14.97
PG4-15	Patron (+) (+)	14	99.3	201.8	7744.41	39100.0	1.24	12.67
PG4-16	Patron (+) (+)	28	98.7	202.5	7651.11	53100.0	1.69	17.25
PG4-17	Patron (+) (+)	28	98.6	202.4	7635.61	48700.0	1.55	15.84
PG4-18	Patron (+) (+)	28	98.2	200	7573.78	56400.0	1.83	18.64

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de probetas cilíndricas de concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

El valor más bajo de resistencia a la tracción indirecta se obtuvo añadiendo a la mezcla un 70% de RCD y un 10% de Microsílice, alcanzó el 71,06% de la resistencia del concreto natural. En la siguiente Tabla 42 se dan los valores obtenidos para el diseño de una mezcla de 70% RCD y 10% de Microsílice, que no es bajo, pero sí significativamente diferente a los diseños ya mostrados.

Tabla 46. Resistencia promedio a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice.

Tipo	Días	Tracción Prom. (Kg/cm2)
(+) (+)	7	9.89
(+) (+)	14	13.83
(+) (+)	28	17.24

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia.

Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice.

Tabla 47. Resistencia a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice.

Código	Patron	Edad	Diámetro Especimen Promedio (mm)	Long. de Especimen (mm)	Área de la sección transversal (mm ²)	Carga Máxima (N)	Resistencia de Concreto (N/mm ²)	Resistencia de Concreto (kg/cm ²)
PG5-10	Patron Prom.	7	98.7	201.2	7651.11	55300.0	1.77	18.08
PG5-11	Patron Prom.	7	98.9	202	7682.14	56900.0	1.81	18.49
PG5-12	Patron Prom.	7	99.2	201.9	7728.82	54700.0	1.74	17.73
PG5-13	Patron Prom.	14	97.9	201.1	7527.58	84500.0	2.73	27.86
PG5-14	Patron Prom.	14	99.1	201.2	7713.25	81100.0	2.59	26.40
PG5-15	Patron Prom.	14	97.9	201.9	7527.58	79400.0	2.56	26.08
PG5-16	Patron Prom.	28	99.2	201.5	7728.82	95200.0	3.03	30.92
PG5-17	Patron Prom.	28	99.1	200.9	7713.25	91700.0	2.93	29.90
PG5-18	Patron Prom.	28	98.7	202.1	7651.11	88200.0	2.81	28.70

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de probetas cilíndricas de concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice. Elaboración Propia.

Análisis de resultados:

En la Tabla 47 se muestra que la resistencia promedio de la estructura de concreto que contenía 40% RCD y 7% de Microsílice fue de 18.10 kg/cm² y posteriormente después de una edad de 28 días la resistencia promedio alcanzó 29.84 kg/cm². Lo que la resistencia se convierte en un concreto superior al concreto convencional, el cual se define como el mejor diseño con resistencia a la compresión y flexión aceptable.

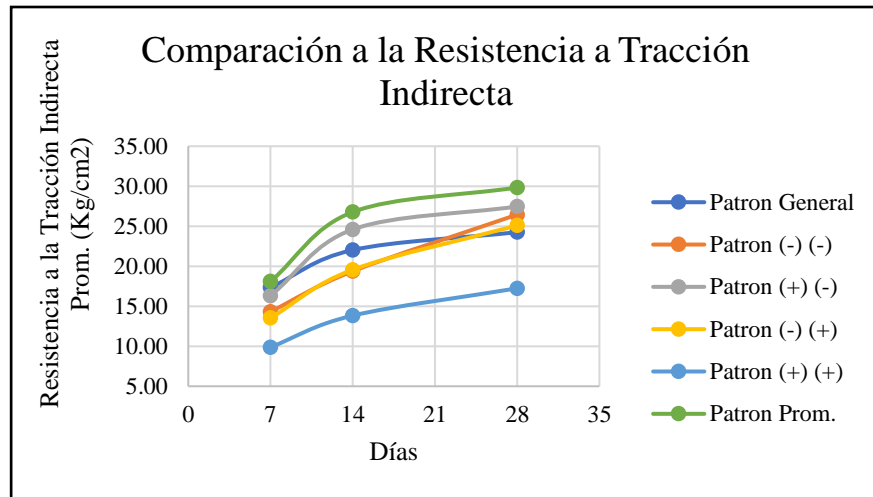
Tabla 48. Resistencia promedio a la Tracción Indirecta de Probetas Cilíndricas de Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice.

Tipo	Días	Tracción Prom. (Kg/cm ²)
Prom.	7	18.10
Prom.	14	26.78
Prom.	28	29.84

NOTA: Resistencia a la tracción indirecta de concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice. Elaboración Propia.

En la siguiente figura se muestra una comparación del concreto natural y los concretos aumentando RCD y microsílíce de la resistencia a la tracción indirecta.

Figura 5. Comparación de resistencia a la tracción indirecta de los diseños de mezcla analizados. Elaboración propia.



Se ha observado que la proporción adecuada de la mezcla de concreto es 40% RCD y 7% de agregado de Microsílíce, teniendo en cuenta que otras proporciones de mezcla de concreto que contienen RCD y Microsílíce han alcanzado óptimos valores.

4.2.6. Método de Ensayo Normalizado para la determinación de la Resistencia a la Flexión del Concreto:

Según NTP 339.079-2001, este método de ensayo se utiliza para obtener la resistencia a flexión del concreto natural y del concreto con adición de RCD y polvo de microsílíce. Obteniendo los siguientes resultados que se muestran en las siguientes tablas.

Resistencia a la Flexión del Concreto Natural

Tabla 49. Resistencia a la Flexión del Concreto Natural

Código	Patron	Edad	Longitud Especimen Promedio (mm)	Ancho de Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Carga Maxima (KG)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (Kg/cm ²)
PG-19	Patron General	7	450	150	150	2865.36	210	38.20
PG-20	Patron General	7	450	150	150	2793.98	210	37.25
PG-21	Patron General	7	450	150	150	2396.30	210	31.95
PG-22	Patron General	14	450	150	150	3181.46	210	42.42
PG-23	Patron General	14	450	150	150	3150.87	210	42.01
PG-24	Patron General	14	450	150	150	2926.54	210	39.02
PG-25	Patron General	28	450	150	150	4201.16	210	56.02
PG-26	Patron General	28	450	150	150	3966.63	210	52.89
PG-27	Patron General	28	450	150	150	4660.03	210	62.13

NOTA: Resistencia a la flexión de vigas de concreto natural.
Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Se vio que la resistencia media a flexión de vigas de concreto natural alcanzó 57.01 kg/cm² a una edad de más de 28 días. En la Tabla 46 se muestra el promedio de 35.80 kg/cm² y su comportamiento lineal de la resistencia en el tiempo sin anomalías.

Tabla 50. Resistencia a la Flexión Promedio del Concreto Natural

Tipo	Días	MRProm. (kg/cm ²)
(-) (-)	7	36.17
(-) (-)	14	50.08
(-) (-)	28	57.01

NOTA: Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto natural.
Elaboración Propia

Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 10% de RCD y 4% de Microsílice

Tabla 51. Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 10% de RCD y 4% de Microsílice

NOTA: Resistencia a la flexión de vigas de concreto aumentando 10% de

Código	Patron	Edad	Longitud Especimen Promedio (mm)	Ancho de Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Carga Maxima (KG)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (Kg/cm ²)
PG1-19	Patron (-) (-)	7	450	150	150	2396.30	210	31.95
PG1-20	Patron (-) (-)	7	450	150	150	3711.71	210	49.49
PG1-21	Patron (-) (-)	7	450	150	150	2029.20	210	27.06
PG1-22	Patron (-) (-)	14	450	150	150	3212.06	210	42.83
PG1-23	Patron (-) (-)	14	450	150	150	3966.63	210	52.89
PG1-24	Patron (-) (-)	14	450	150	150	4089.00	210	54.52
PG1-25	Patron (-) (-)	28	450	150	150	4333.73	210	57.78
PG1-26	Patron (-) (-)	28	450	150	150	4812.98	210	64.17
PG1-27	Patron (-) (-)	28	450	150	150	3681.12	210	49.08

RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Tabla 52. Resistencia a la Flexión del Concreto Promedio aumentando 10% de RCD y 4% de Microsílice

Tipo	Días	MRProm. (kg/cm ²)
Natural	7	35.80
Natural	14	41.15
Natural	28	57.01

NOTA: Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto aumentando 10% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia

Se observó que el concreto elaborado con 10% RCD y 4% de Microsílice tuvo la misma resistencia que el concreto natural. En este concreto funciona la amalgama entre RCD y Microsílice, agregados y cemento; Es poco probable que el RCD y Microsílice fallen inicialmente, por lo que el comportamiento a la flexión

no es diferente del concreto natural. Se pudo analizar que este tipo de construcción logra alcanzar un módulo de rotura en el rango medio para este tipo de concreto.

Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 70% de RCD y 4% de Microsílice

Tabla 53. Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 70% de RCD y 4% de Microsílice.

Código	Patron	Edad	Longitud Especimen Promedio (mm)	Ancho de Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Carga Maxima (KG)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (Kg/cm ²)
PG2-19	Patron (+) (-)	7	450	150	150	2161.76	210	28.82
PG2-20	Patron (+) (-)	7	450	150	150	1855.85	210	24.74
PG2-21	Patron (+) (-)	7	450	150	150	2335.11	210	31.13
PG2-22	Patron (+) (-)	14	450	150	150	2977.52	210	39.70
PG2-23	Patron (+) (-)	14	450	150	150	2324.92	210	31.00
PG2-24	Patron (+) (-)	14	450	150	150	3181.46	210	42.42
PG2-25	Patron (+) (-)	28	450	150	150	3212.06	210	42.83
PG2-26	Patron (+) (-)	28	450	150	150	3691.31	210	49.22
PG2-27	Patron (+) (-)	28	450	150	150	3783.09	210	50.44

NOTA: Resistencia a la flexión de vigas de concreto aumentando 70% de RCD y 4% de Microsílice. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

La Tabla 53 determinó que el módulo de ruptura de diseño de una mezcla de concreto con adición de 70% RCD y 4% de Microsílice era menor que el del concreto que contenía 10% RCD y 4% de Microsílice. Se comportan de manera diferente, solo un 60% de cambio en RCD y el mismo porcentaje de microsílice. El módulo de rotura posterior a los 28 días es de 47,50 kg/cm².

Tabla 54. Resistencia a la Flexión del Concreto Promedio aumentando 70% de RCD y 4% de Microsílice

Tipo	Días	MR Prom. (kg/cm ²)
(+) (-)	7	28.23
(+) (-)	14	37.71
(+) (-)	28	47.50

Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 10% de RCD y 10% de Microsílice

Tabla 55. Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 10% de RCD y 10% de Microsílice

Código	Patron	Edad	Longitud Especimen Promedio (mm)	Ancho de Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Carga Maxima (KG)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (Kg/cm ²)
PG3-19	Patron (-) (+)	7	450	150	150	4231.76	210	56.42
PG3-20	Patron (-) (+)	7	450	150	150	4914.95	210	65.53
PG3-21	Patron (-) (+)	7	450	150	150	4680.42	210	62.41
PG3-22	Patron (-) (+)	14	450	150	150	4609.04	210	61.45
PG3-23	Patron (-) (+)	14	450	150	150	5067.91	210	67.57
PG3-24	Patron (-) (+)	14	450	150	150	5271.85	210	70.29
PG3-25	Patron (-) (+)	28	450	150	150	5220.86	210	69.61
PG3-26	Patron (-) (+)	28	450	150	150	5088.30	210	67.84
PG3-27	Patron (-) (+)	28	450	150	150	5628.74	210	75.05

NOTA: Resistencia a la flexión de vigas de concreto aumentando 10% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Se puede ver que el tercer diseño de mezcla que contiene 10% RCD y 10% Microsílice se comporta de manera diferente a los diseños anteriores, lo que depende de la calidad de los agregados RCD. El módulo de rotura promedio para estos tres diseños con 10% de agregado RCD fue de 61.45 kg/cm² y el valor promedio después de 28 días fue de 70.84 kg/cm².

**Tabla 56. Resistencia a la Flexión del Concreto Promedio
aumentando 10% de RCD y 10% de Microsílice**

Tipo	Días	MR Prom. (kg/cm ²)
(-) (+)	7	61.45
(-) (+)	14	66.44
(-) (+)	28	70.84

NOTA: Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto aumentando 10% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia

Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 70% de RCD y 10% de Microsílice

**Tabla 57. Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 70% de
RCD y 10% de Microsílice.**

Código	Patron	Edad	Longitud Especimen Promedio (mm)	Ancho de Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Carga Maxima (KG)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (Kg/cm ²)
PG4-19	Patron (+) (+)	7	450	150	150	1957.82	210	26.10
PG4-20	Patron (+) (+)	7	450	150	150	1815.07	210	24.20
PG4-21	Patron (+) (+)	7	450	150	150	2049.6	210	27.33
PG4-22	Patron (+) (+)	14	450	150	150	2641.02	210	35.21
PG4-23	Patron (+) (+)	14	450	150	150	2508.46	210	33.45
PG4-24	Patron (+) (+)	14	450	150	150	2131.17	210	28.42
PG4-25	Patron (+) (+)	28	450	150	150	3008.12	210	40.11
PG4-26	Patron (+) (+)	28	450	150	150	2834.77	210	37.80
PG4-27	Patron (+) (+)	28	450	150	150	3477.18	210	46.36

NOTA: Resistencia a la flexión de vigas de concreto aumentando 70% de RCD y 10% de Microsílice. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Como se muestra en la Tabla 54, el módulo de ruptura promedio de 7 días para este concreto fue menor en comparación con las otras mezclas realizadas con RCD 70% y Microsílice 10%. Obteniendo un módulo de rotura de 25.88 kg/cm² y de 41.42 kg/cm² después de los 28 días. Analizamos que cuanto mayor sea la tasa

de reemplazo de RCD y polvo de microsilíce por agregado fino, mayor será el efecto del RCD y Microsilíce sobre la resistencia a la flexión del concreto.

**Tabla 58. Resistencia a la Flexión del Concreto Promedio
aumentando 70% de RCD y 10% de Microsilíce**

Tipo	Días	MR Prom. (kg/cm ²)
(+) (+)	7	25.88
(+) (+)	14	32.36
(+) (+)	28	41.42

NOTA: Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto aumentando 70% de RCD y 10% de Microsilíce. Elaboración Propia

**Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 40% de RCD y 7% de
Microsilíce**

**Tabla 59. Resistencia a la Flexión del Concreto aumentando 40%
de RCD y 7% de Microsilíce**

Código	Patrón	Edad	Longitud Especimen Promedio (mm)	Ancho de Especimen (mm)	Altura de Especimen (mm)	Carga Maxima (KG)	Resistencia de Diseño (kg/cm ²)	MR (Kg/cm ²)
PG5-19	Patron Prom.	7	450	150	150	3660.72	210	48.81
PG5-20	Patron Prom.	7	450	150	150	3252.84	210	43.37
PG5-21	Patron Prom.	7	450	150	150	4231.76	210	56.42
PG5-22	Patron Prom.	14	450	150	150	4333.73	210	57.78
PG5-23	Patron Prom.	14	450	150	150	4823.18	210	64.31
PG5-24	Patron Prom.	14	450	150	150	5220.86	210	69.61
PG5-25	Patron Prom.	28	450	150	150	6036.62	210	80.49
PG5-26	Patron Prom.	28	450	150	150	5842.88	210	77.91
PG5-27	Patron Prom.	28	450	150	150	6301.75	210	84.02

NOTA: Resistencia a la flexión de vigas de concreto aumentando 40% de RCD y 7% de Microsilíce. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

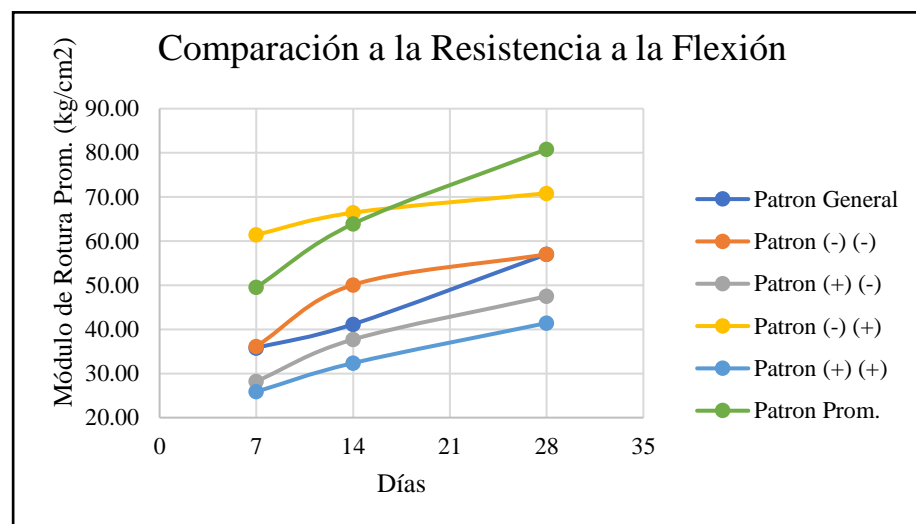
Como se muestra en la Tabla 56, el módulo de rotura promedio para este concreto es de 7 días, con la adición de RCD de 40% y Microsílice de 7% en comparación de las otras mezclas. El módulo de rotura fue de 49.53 kg/cm² después de 7 días y de esta forma 80.81 kg/cm² después de 28 días. Utilizando la tasa promedio de agregados finos con el reemplazo de RCD y Microsílice, se puede analizar que menor es el efecto del RCD y Microsílice sobre la capacidad de resistencia a la flexión de este concreto.

Tabla 60. Resistencia a la Flexión del Concreto Promedio aumentando 40% de RCD y 7% de Microsílice

Tipo	Días	MR Prom. (kg/cm ²)
Prom.	7	49.53
Prom.	14	63.90
Prom.	28	80.81

NOTA: Resistencia a la flexión promedio de vigas de concreto aumentando 40% de RCD y 7% de Microsílice. Elaboración Propia

Figura 6. Comparación de la resistencia a la flexión de todos los diseños de formulación después de 7, 14 y 28 días. Elaboración propia.



Después de muchos ensayos, se pueden analizar dos puntos principales. En primer lugar, la resistencia a la flexión de las estructuras de hormigón que utilizan RCD y microsílice aumentó un 41,75% en comparación con el concreto natural.

4.2.7. Módulo de Elasticidad del Concreto:

Luego de ver los resultados, se obtuvo que los cálculos para concreto armado según la norma E 060 indican que el módulo de elasticidad del concreto debe calcularse mediante la siguiente fórmula.

$$E_c = 4700 * \sqrt{f'_c} \text{ (MPa)}$$

Siguiendo los cálculos y se determinó el módulo de elasticidad para cada tipo y edad del concreto diseñado. El resultado se muestra a continuación.

Tabla 61. Módulo de Elasticidad del Concreto Natural a Diferentes Edades

Código	Patron	Edad	Resistencia al Concreto (kg/cm ²)	Resistencia al Concreto (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (MPa)
PG-1	Patron General	7	139.2	13.66	177102.38	17368.09
PG-2	Patron General	7	123.6	12.13	166883.74	16365.96
PG-3	Patron General	7	138.4	13.58	176592.73	17318.11
PG-4	Patron General	14	142.9	14.02	179440.68	17597.40
PG-5	Patron General	14	142.6	13.99	179252.22	17578.92
PG-6	Patron General	14	180.7	17.73	201782.67	19788.43
PG-7	Patron General	28	210.9	20.69	217993.26	21378.18
PG-8	Patron General	28	210.6	20.66	217838.16	21362.97
PG-9	Patron General	28	230.3	22.59	227798.97	22339.80

NOTA: Resultados obtenidos del módulo de elasticidad del concreto natural a diferentes edades. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Según lo analizado, el módulo de elasticidad más alto del concreto natural después de 28 días es de 22,339.80 MPa. De esta forma lo compararemos con las otras muestras de concreto ensayadas.

**Tabla 62. Módulo de Elasticidad del Concreto con 10% de RCD y 4% de
Microsílice a Diferentes Edades.**

Código	Patron	Edad	Resistencia al Concreto (kg/cm ²)	Resistencia al Concreto (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Incrementación o Reducción del Ec respecto al natural (%)
PG1-1	(-) (-)	7	162.9	15.98	191586.69	18788.53	8.18
PG1-2	(-) (-)	7	131.3	12.88	172003.44	16868.04	3.07
PG1-3	(-) (-)	7	147.1	14.43	182058.57	17854.13	3.10
PG1-4	(-) (-)	14	224.24	22.00	224780.10	22043.75	25.27
PG1-5	(-) (-)	14	190.28	18.67	207062.32	20306.20	15.51
PG1-6	(-) (-)	14	207.20	20.33	216072.58	21189.82	7.08
PG1-7	(-) (-)	28	312.8	30.69	265483.88	26035.49	21.79
PG1-8	(-) (-)	28	289.7	28.42	255493.01	25055.70	17.29
PG1-9	(-) (-)	28	301.25	29.55	260536.34	25550.29	14.37

NOTA: Resultados obtenidos del módulo de elasticidad del concreto con 10% de RCD y 4% de Microsílice a diferentes edades. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Los resultados muestran que el módulo de elasticidad más alto para el hormigón con 10% RCD y 4% de Microsílice es 26,035.49 MPa después de 28 días. La Tabla 58, por su parte, muestra el aumento porcentual del módulo de elasticidad del concreto con 10% RCD y 4% de Microsílice durante 28 días, en comparación con los resultados del concreto natural. Comparando el módulo de elasticidad del concreto natural, el módulo de elasticidad de este concreto aumenta hasta aprox. 21.79%. Se puede observar que aumentando el contenido de RCD y Microsílice en la mezcla aumenta el valor del módulo de elasticidad.

**Tabla 63. Módulo de Elasticidad del Concreto con 70% de RCD y 4% de
Microsílice a Diferentes Edades.**

Código	Patron	Edad	Resistencia al Concreto (kg/cm ²)	Resistencia al Concreto (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Incrementación o Reducción del Ec respecto al natural (%)
PG2-1	(+) (-)	7	202.52	19.87	213616.54	20948.96	20.62
PG2-2	(+) (-)	7	198.85	19.51	211671.58	20758.22	26.84
PG2-3	(+) (-)	7	200.68	19.69	212646.28	20853.81	20.42
PG2-4	(+) (-)	14	258.6	25.37	241389.87	23672.64	34.52
PG2-5	(+) (-)	14	291.4	28.59	256241.55	25129.11	42.95
PG2-6	(+) (-)	14	275	26.98	248926.50	24411.74	23.36
PG2-7	(+) (-)	28	291.4	28.59	256241.55	25129.11	17.55
PG2-8	(+) (-)	28	291.8	28.63	256417.36	25146.35	17.71
PG2-9	(+) (-)	28	308.6	30.27	263695.51	25860.11	15.76

NOTA: Resultados obtenidos del módulo de elasticidad del concreto con 70% de RCD y 4% de Microsílice a diferentes edades. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Los resultados mostraron que el módulo de elasticidad más alto para el concreto con 70% RCD y 4% de Microsílice fue de 25,860.11 MPa después de 28 días. La Tabla 59, por su parte, muestra el aumento en el módulo de elasticidad del concreto en comparación con los resultados del concreto natural que contiene 70% RCD y 4% de Microsílice durante 28 días. En comparación con el valor Ec del concreto natural, el aumento máximo es de aprox. 17.71%.

**Tabla 64. Módulo de Elasticidad del Concreto con 10% de RCD y 10%
de Microsílice a Diferentes Edades.**

Código	Patron	Edad	Resistencia al Concreto (kg/cm ²)	Resistencia al Concreto (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Incrementación o Reducción del Ec respecto al natural (%)
PG3-1	(-) (+)	7	130.01	12.75	171159.24	16785.25	-3.36
PG3-2	(-) (+)	7	186.20	18.27	204830.98	20087.38	22.74
PG3-3	(-) (+)	7	158.11	15.51	188747.47	18510.10	6.88
PG3-4	(-) (+)	14	190.8	18.72	207345.19	20333.94	15.55
PG3-5	(-) (+)	14	199.0	19.52	211753.85	20766.29	18.13
PG3-6	(-) (+)	14	206.1	20.22	215498.26	21133.50	6.80
PG3-7	(-) (+)	28	291.4	28.59	256241.55	25129.11	17.55
PG3-8	(-) (+)	28	299.8	29.41	259908.57	25488.73	19.31
PG3-9	(-) (+)	28	289.4	28.39	255360.69	25042.73	12.10

NOTA: Resultados obtenidos del módulo de elasticidad del concreto con 10% de RCD y 10% de Microsílice a diferentes edades. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Según los resultados obtenidos, el módulo de elasticidad más alto después de 28 días para el concreto que contenía 10% RCD y 10% Microsílice sustituida fue de 25,488.73 MPa. En la Tabla 60, por su parte, se muestra la reducción porcentual del módulo de elasticidad de este concreto respecto a los resultados del concreto natural. Este el valor Ec del concreto con RCD y Microsílice añadido aumentó aprox. 19.31% y disminuyó un 3.36% respecto al concreto natural.

Tabla 65. Módulo de Elasticidad del Concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice a Diferentes Edades.

Código	Patron	Edad	Resistencia al Concreto (kg/cm ²)	Resistencia al Concreto (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Incrementación o Reducción del Ec respecto al natural (%)
PG4-1	(+) (+)	7	95.14	9.33	146415.17	14358.65	-17.33
PG4-2	(+) (+)	7	105.54	10.35	154211.03	15123.18	-7.59
PG4-3	(+) (+)	7	100.34	9.84	150363.63	14745.87	-14.85
PG4-4	(+) (+)	14	151.2	14.83	184578.31	18101.24	2.86
PG4-5	(+) (+)	14	165.5	16.24	193109.56	18937.88	7.73
PG4-6	(+) (+)	14	167.8	16.46	194446.78	19069.02	-3.64
PG4-7	(+) (+)	28	182.2	17.87	202618.44	19870.40	-7.05
PG4-8	(+) (+)	28	178	17.46	200269.49	19640.04	-8.07
PG4-9	(+) (+)	28	173.8	17.05	197892.65	19406.95	-13.13

NOTA: Resultados obtenidos del módulo de elasticidad del concreto con 70% de RCD y 10% de Microsílice a diferentes edades. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

De acuerdo con los resultados obtenidos, el módulo de elasticidad más alto para el concreto con 70% RCD y 10% de Microsílice después de 28 días fue de 19,870.40 MPa. La Tabla 61, por su parte, muestra el porcentaje de reducción del módulo de elasticidad del concreto respecto a los resultados del concreto natural a los 28 días. En comparación con el valor Ec del concreto natural, el valor Ec del concreto se reduce como máximo un 13.13%. Se puede observar que el valor del módulo de elasticidad disminuye con el aumento de la proporción de RCD Microsílice en la mezcla.

Tabla 66. Módulo de Elasticidad del Concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice a Diferentes Edades.

Código	Patron	Edad	Resistencia al Concreto (kg/cm ²)	Resistencia al Concreto (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg/cm ²)	Módulo de Elasticidad (MPa)	Incrementación o Reducción del Ec respecto al natural (%)
PG5-1	Prom.	7	198.74	19.50	211617.30	20752.90	19.49
PG5-2	Prom.	7	172.23	16.90	196997.21	19319.13	18.04
PG5-3	Prom.	7	185.49	18.20	204437.99	20048.84	15.77
PG5-4	Prom.	14	284.0	27.86	252967.05	24807.99	40.98
PG5-5	Prom.	14	313.7	30.77	265865.53	26072.92	48.32
PG5-6	Prom.	14	298.85	29.32	259496.44	25448.31	28.60
PG5-7	Prom.	28	349.8	34.32	280746.72	27532.29	28.79
PG5-8	Prom.	28	323.3	31.72	269902.95	26468.86	23.90
PG5-9	Prom.	28	327.6	32.14	271691.92	26644.30	19.27

NOTA: Resultados obtenidos del módulo de elasticidad del concreto con 40% de RCD y 7% de Microsílice a diferentes edades. Elaboración Propia

Análisis de resultados:

Para estos últimos resultados, el módulo de elasticidad más alto a los 28 días para el concreto con 40 % de RCD y 7 % de Microsílice fue de 27,532.29 MPa. En la Tabla 62, por su parte, se muestra el porcentaje de reducción del módulo de elasticidad del concreto al cabo de 28 días, respecto al módulo de elasticidad del concreto natural. En comparación con el valor de Ec del concreto natural, el aumento máximo del valor de Ec del concreto es del 28.79%. Se puede observar que el valor del módulo de elasticidad aumenta con el aumento de la proporción de RCD y Microsílice en la mezcla.

A modo de comparación, la Figura 07 muestra la evolución del módulo de elasticidad promedio con la edad para muestras de concreto natural y del concreto que contienen RCD y Microsílice.

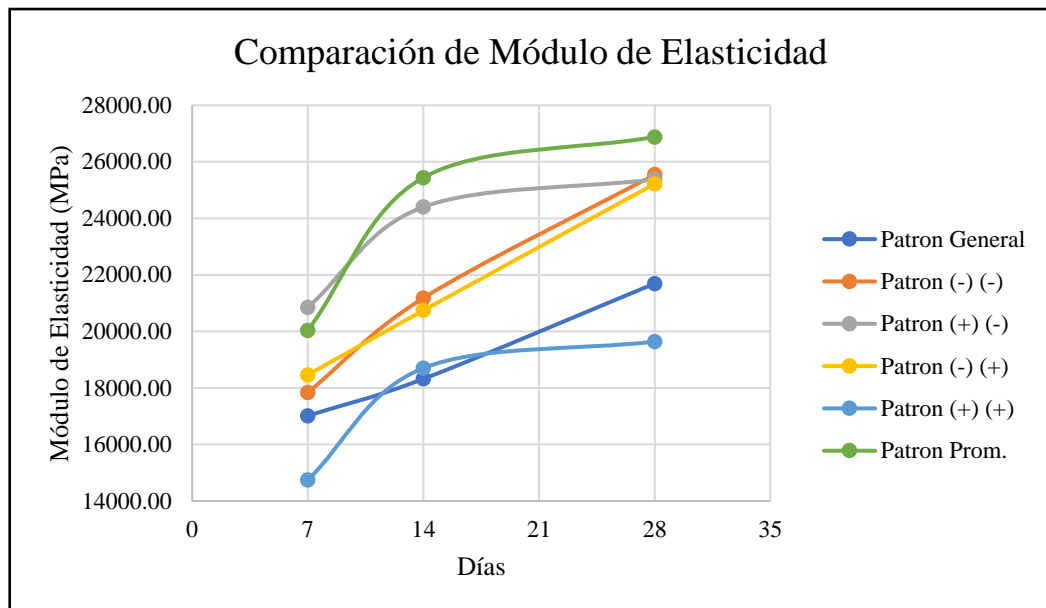


Figura 7. Comparación del módulo de elasticidad de las muestras de concreto ensayadas. Elaboración propia

Por lo que se muestra que los valores del módulo de Young se incrementan al aumentar la cantidad de RCD y Microsilice en los compuestos. Con base en los resultados obtenidos, se determinaron incrementos de porcentajes en el módulo de Young que van de 0 a 50 aproximadamente cuando se usa mezcla de concreto con hasta 40% de RCD y 7% de Microsilice. Por lo que diríamos que el material de concreto añadiendo RCD y Microsilice son más rígidos.

4.3. Prueba de Hipótesis

4.3.1. Hipótesis general

Si usamos los restos de construcción y demolición (RCD) y Microsilice, se influyera de manera significativa en el comportamiento del concreto estructural, en el distrito de Chaupimarca – Región de Pasco.

Tabla 67. Resistencia a los 28 días de cada Patrón.

Descripción	Edad	Probeta	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia a la Tracción Indirecta (kg/cm ²)	Resistencia a la Flexión (kg/cm ²)
Patron General	28	PG - 7	210.90	23.49	56.02
		PG - 8	210.60	25.22	52.89
		PG - 9	230.30	24.06	62.13
Patron (-) (-)	28	PG1 - 7	312.80	25.58	57.78
		PG1 - 8	289.70	25.90	64.17
		PG1 - 9	301.25	27.88	49.08
Patron (+) (-)	28	PG2 - 7	291.40	29.02	42.83
		PG2 - 8	291.80	26.09	49.22
		PG2 - 9	308.60	27.29	50.44
Patron (-) (+)	28	PG3 - 7	291.40	23.65	69.61
		PG3 - 8	299.80	25.21	67.84
		PG3 - 9	289.40	26.42	75.05
Patron (+) (+)	28	PG4 - 7	182.20	17.25	40.11
		PG4 - 8	178.00	15.84	37.80
		PG4 - 9	173.80	18.64	46.36
Patron Promedio	28	PG5 - 7	349.80	30.92	80.49
		PG5 - 8	323.30	29.90	77.91
		PG5 - 9	327.60	28.70	84.02

NOTA: Resultados obtenidos de las resistencias del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Se realizó un análisis comparativo de las resistencias a compresión, tracción indirecta y flexión del concreto natural y del concreto mezclado con 10%, 40%, 70% de RCD y de igual forma añadiendo 4%, 7% y 10% de Microsílice.

De tal motivo se llegó que al combinar la mezcla de diseño del concreto estructural con RCD y Microsílice la resistencia de dicho concreto estructural mejora positivamente.

4.3.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 1 del investigador:

En el comportamiento del Concreto Estructural, las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino reciclado influyen de manera considerable.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis específica 1:

Se planteo las dosificaciones del RCD con respecto al cemento la cual en nuestro caso es mayor al 10% por reemplazar al agregado fino, y porcentajes promediales de Microsílice que no deben ser mayores a 10%.

Análisis descriptivo de la prueba de hipótesis específica 1:

Tabla 68. Análisis descriptivo de las dosificaciones

Descripción	Dosificaciones a combinar	Resistencia a la Compresión Promedio (kg/cm²)	Resistencia a la Tracción Indirecta Promedio (kg/cm²)	Resistencia a la Flexión Promedio (kg/cm²)
Patron General	---	217.27	24.26	57.01
Patron (-) (-)	10% de RCD 4% de Microsílice	301.25	26.45	57.01
Patron (+) (-)	70% de RCD 4% de Microsílice	297.27	27.47	47.50
Patron (-) (+)	10% de RCD 10% de Microsílice	293.53	25.09	70.83
Patron (+) (+)	70% de RCD 10% de Microsílice	178.00	17.24	41.42
Patron Promedio	40% de RCD 7% de Microsílice	33.57	29.84	80.81

NOTA: Análisis descriptivo de las dosificaciones de las resistencias del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

De acuerdo de los resultados se pudo observar que al incrementar las dosificaciones de la RCD y Microsílice en los seis patrones (-) (-), (+) (-), (-) (+) y promedio aumenta significativamente la resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión respecto a la condición promedio, se puede decir que es la dosis óptima porque logra una mayor resistencia que otras condiciones, pero esta

condición (+) (+) no llego a la resistencia a compresión, en cambio la resistencia a tracción y flexión si alcanzan mínimamente. Ahora, al experimentar la hipótesis, determinaremos si estas diferencias al incrementar las dosificaciones de RCD y Microsílice sean representativas.

Decisión para la hipótesis específica 1:

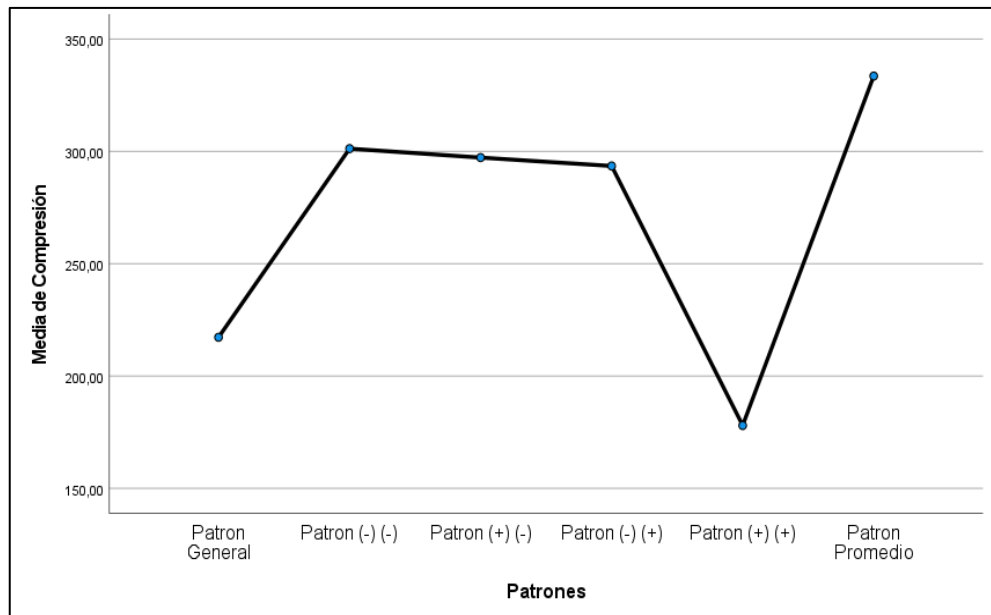


Figura 8. Variación de las medias de la resistencia a compresión de cada patrón.

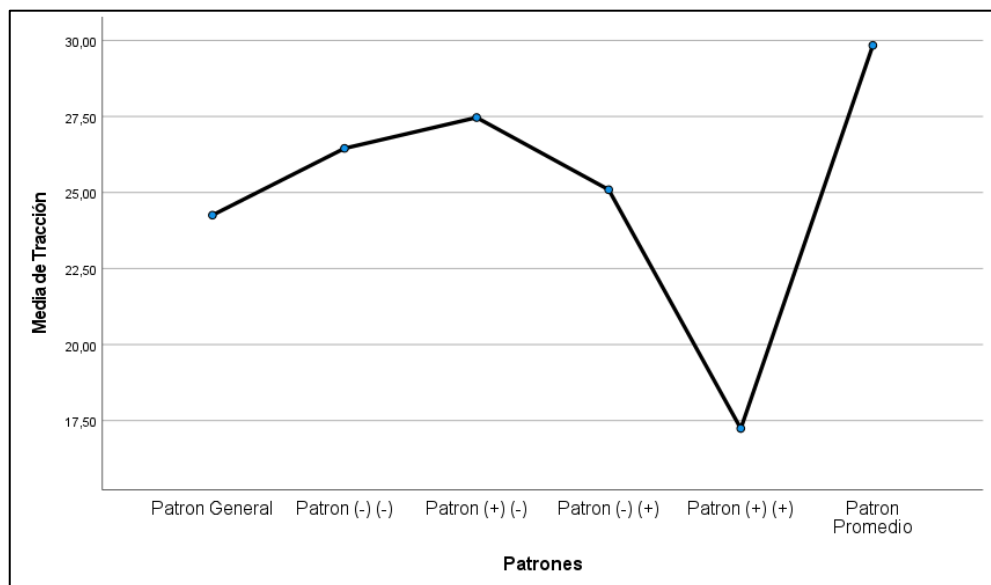


Figura 9. Variación de las medias de la resistencia a tracción de cada patrón.

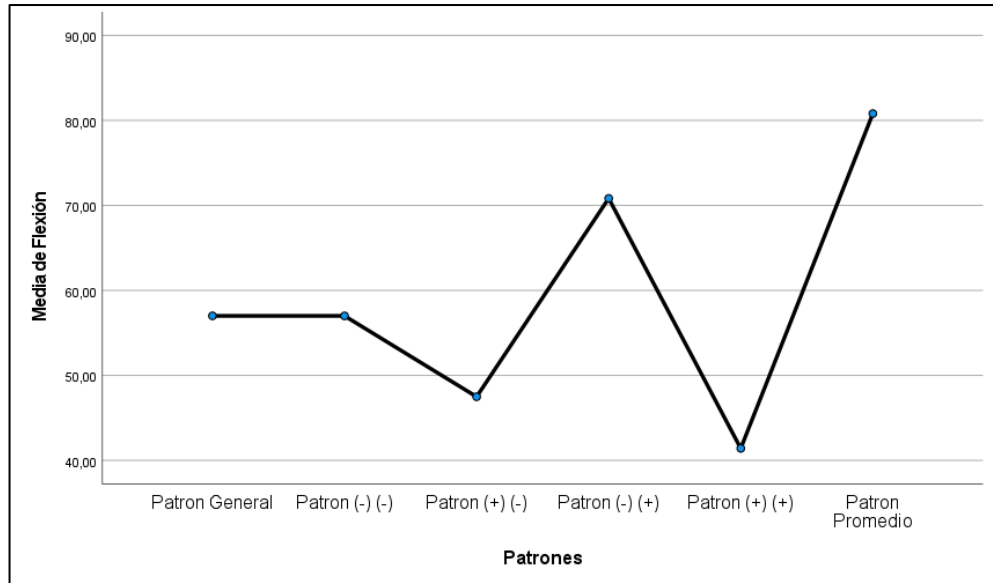


Figura 10. Variación de las medias de la resistencia a flexión de cada patrón.

Considerando el párrafo escrito anteriormente $0,001 < 0,05$, se rechazó H_0 y se aceptó la hipótesis del investigador, concluyendo que la adición de RCD y polvo de microsílíce aumentó significativamente la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción y flexión de la mezcla de concreto natural con una significación estadística del 5%. De esta manera el valor medio de resistencia según la figura muestra que la dosis óptima es 40% RCD y 7% Microsílíce.

Conclusión para la hipótesis específica 1:

Con base en el análisis, llegamos a la conclusión de que una combinación de las cantidades permitidas de 10%, 40% y 70% de RCD y 4%, 7% y 10% de Microsílíce en el diseño de la mezcla de concreto definitivamente logrará mayores resultados de resistencia a la compresión, tracción indirecto y flexión del concreto estructural.

Hipótesis específica 2 - Compresión

Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 2 del investigador:

La proporción adecuado del agregado RCD con MICROSILICE, logra mantener la resistencia a la compresión y tracción requerida en el comportamiento del concreto estructural.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis específica 2:

Hipótesis Nula (H_0): Las mediciones de resistencia a la compresión no han aumentado significativamente para el grupo de concreto experimental en comparación con el grupo de concreto natural.

Prom. de la Resistencia a la Compresión con combinación \leq Prom. de la Resistencia a la Compresión sin combinación

Hipótesis Alternativa (H_a): Las mediciones de la resistencia a la compresión del grupo de tratamiento de concreto experimental muestra un aumento significativo en comparación con el grupo de mezcla de concreto natural.

Prom. de la Resistencia a la Compresión con combinación $>$ Prom. de la Resistencia a la Compresión sin combinación

El tratamiento del diseño de mezcla consiste en la producción de seis diseños de mezclas de concreto natural y de los concretos experimentales cinco tipos adicionando RCD en porcentajes de 10%, 40% y 70%; y Microsílice en porcentajes de 4%, 7% y 10%.

Tabla 69. Valores de los ensayos de la Resistencia a la Compresión

Descripción	Edad	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Promedio
Patron General	28	210.90	217.27
		210.60	
		230.30	
Patron (-) (-)	28	312.80	301.25
		289.70	
		301.25	
Patron (+) (-)	28	291.40	297.27
		291.40	
		291.80	
Patron (-) (+)	28	308.60	293.53
		291.40	
		299.80	
Patron (+) (+)	28	182.20	178.00
		178.00	
		173.80	
Patron Promedio	28	349.80	33.57
		323.30	
		327.60	

NOTA: Valores de los ensayos de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Análisis descriptivo de la prueba de hipótesis específica 2:

Tabla 70. Análisis Descriptivo de la Resistencia a la Compresión

	Resistencia a la Tracción				
	N	Media	Máximo	Mínimo	Desviación Estándar
Patron General	3	217.27	230.30	210.60	11.29
Patron (-) (-)	3	301.25	312.80	289.70	11.55
Patron (+) (-)	3	297.27	308.60	291.40	9.82
Patron (-) (+)	3	293.53	299.80	289.40	5.52
Patron (+) (+)	3	178.00	182.20	173.80	4.20
Patron Promedio	3	333.57	349.80	323.30	14.22

NOTA: Análisis descriptivo de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Según los resultados, se ve que la resistencia a la compresión del valor promedio de los modelos (-) (-), (+) (-), (-) (+) y promedio son mayores que el

patrón general, pero el patrón (+) (+) es inferior a la condición normal. Ahora determinaremos si estas diferencias son significativas en la prueba de hipótesis.

Prueba de Normalidad para la hipótesis específica 2:

Hay dos formas de probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov - Smirnov para muestras grandes y la prueba de Chapiro - Wilk para muestras pequeñas. En nuestro caso utilizamos la prueba de Chapiro - Wilk porque la muestra es pequeña.

Planteamiento de la hipótesis específica 2:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio para determinar la prueba de normalidad para la hipótesis específica 2:

Si el valor de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si el valor de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Resultados de la prueba de normalidad para la hipótesis específica 2:

Tabla 71. Prueba de Normalidad de la hipótesis específica 2

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patron General	0.380	3	.	0.761	3	0.025
Patron (-) (-)	0.175	3	.	1.000	3	1.000
Patron (+) (-)	0.378	3	.	0.767	3	0.039
Patron (-) (+)	0.317	3	.	0.888	3	0.348
Patron (+) (+)	0.175	3	.	1.000	3	1.000
Patron Promedio	0.329	3	.	0.868	3	0.290

NOTA: Prueba de Normatividad de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Decisión para la hipótesis específica 2:

Dado que los valores son valores naturales y experimentales son mayores que > 0.05 , aceptamos la hipótesis nula.

Conclusión para la hipótesis específica 2:

En lo que se concluye que la variable resistencia a la tracción en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Prueba de Homogeneidad de las varianzas de la hipótesis específica 2:

- Probando con la prueba de Levene
- Planteamiento de la hipótesis

Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales

Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas

- Criterios para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si el valor p de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si el valor p de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Resultados de la Prueba de Homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 2:

Tabla 72. Prueba de homogeneidad de Varianzas de la hipótesis específica 2

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	1.488	5	12	0.265
Se basa en la mediana	0.237	5	12	0.939
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.237	5	7.923	0.935
Se basa en la media recortada	1.325	5	12	0.318

NOTA: Prueba de homogeneidad de varianzas de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración

Propia

El valor de p sig., usando la prueba de Levene son mayores a 0.05, lo cual se acepta H_0 y concluimos que los grupos tienen varianzas iguales.

Tabla 11. ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	52677.741	5	10535.548	104 045	< .001
Dentro de grupos	1215.112	12	101.259		
Total	53892.852	17			

NOTA: ANOVA de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Dado que $0,001 < 0,05$, rechazamos H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador y concluimos que la adición de RCD y Microsílice aumenta considerablemente la resistencia a la compresión de las mezclas de concreto natural al nivel de significancia estadística del 5%.

Hipótesis específica 2 – Tracción

Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 2 del investigador:

La proporción adecuado del agregado RCD con MICROSILICE, logra mantener la resistencia a la compresión y tracción requerida en el comportamiento del concreto estructural.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis específica 2:

Hipótesis Nula (H_0): Las mediciones de resistencia a la tracción no han aumentado significativamente para el grupo de concreto experimental en comparación con el grupo de concreto natural.

Prom. de la Resistencia a la Tracción con combinación \leq Prom. de la Resistencia a la Tracción sin combinación

Hipótesis Alterna (H_a): Las mediciones de la resistencia a la tracción del grupo de tratamiento de concreto experimental muestra un aumento significativo en comparación con el grupo de mezcla de concreto natural.

Prom. de la Resistencia a la Tracción con combinación $>$ Prom. de la Resistencia a la Tracción sin combinación

El tratamiento del diseño de mezcla consiste en la producción de seis diseños de mezclas de concreto natural y de los concretos experimentales cinco tipos adicionando RCD en porcentajes de 10%, 40% y 70%; y Microsílice en 4%, 7% y 10%.

Tabla 73. Valores de los ensayos de Resistencia a la Tracción

Descripción	Edad	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Promedio
Patron General	28	23.49	24.26
		25.22	
		24.06	
Patron (-) (-)	28	25.58	26.45
		25.90	
		27.88	
Patron (+) (-)	28	29.02	27.47
		26.09	
		27.29	
Patron (-) (+)	28	23.65	25.09
		25.21	
		26.42	
Patron (+) (+)	28	17.25	17.24
		15.84	
		18.64	
Patron Promedio	28	30.92	29.84
		29.90	
		28.70	

NOTA: Valores de los ensayos de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Análisis descriptivo de la prueba de hipótesis específica 2:

Tabla 74. Análisis Descriptivo de la Resistencia a la Tracción

	Resistencia a la Tracción				
	N	Media	Máximo	Mínimo	Desviación Estándar
Patron General	3	24.26	25.22	23.49	0.88
Patron (-) (-)	3	26.45	27.88	25.58	1.25
Patron (+) (-)	3	27.47	29.02	26.09	1.47
Patron (-) (+)	3	25.09	26.42	23.65	1.39
Patron (+) (+)	3	17.24	18.64	15.84	1.40
Patron Promedio	3	29.84	30.92	28.70	1.11

NOTA: Análisis descriptivo de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

De los resultados obtenidos, se ve que la resistencia a la tracción promedio del patrón (-) (-), (+) (-), (-) (+) y el valor promedio del patrón

es mayor que el patrón general, pero el patrón (+) (+) es más bajo que la condición normal. Ahora determinaremos si estas diferencias son significativas de la prueba de hipótesis.

Consideraciones de la prueba de hipótesis específica 2:

- Definimos un nivel de significación $\alpha = 0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuestos a aceptar al realizar nuestra prueba.
- Usamos la prueba de T – Student para muestras independientes para el análisis de hipótesis, porque el estudio y el tamaño de la muestra es pequeño y menor de 30 en cada grupo.
- Antes de realizar esta prueba, se validó los supuestos de normalidad y homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizaron utilizaron con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 27.

Prueba de Normalidad para la hipótesis específica 2:

Hay dos formas de probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov - Smirnov para muestras grandes y la prueba de Chapiro - Wilk para muestras pequeñas. En nuestro caso utilizamos la prueba de Chapiro - Wilk porque la muestra es pequeña.

Planteamiento de la hipótesis específica 2:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio para determinar la prueba de normalidad para la hipótesis específica 2:

Si valor de p de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si valor de p de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Resultados de la prueba de normalidad para la hipótesis específica 2:

Tabla 75. Prueba de Normalidad para la hipótesis específica 2

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patron General	0.255	3	.	0.963	3	0.629
Patron (-) (-)	0.338	3	.	0.852	3	0.246
Patron (+) (-)	0.214	3	.	0.989	3	0.801
Patron (-) (+)	0.200	3	.	0.995	3	0.861
Patron (+) (+)	0.175	3	.	1.000	3	0.992
Patron Promedio	0.188	3	.	0.998	3	0.911

NOTA: Prueba de la normalidad de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Decisión para la hipótesis específica 2:

Dado que los valores de p sig de los valores naturales y experimentales son mayores que > 0.05 , aceptamos la hipótesis nula.

Conclusión para la hipótesis específica 1:

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la tracción en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Prueba de Homogeneidad de las varianzas de la hipótesis específica 2:

- Probando con la prueba de Levene

- Planteamiento de la hipótesis

Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales

Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas

- Criterios para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si el valor p de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si el valor p de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

Resultados de la Prueba de Homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 2:

Tabla 76. Prueba de homogeneidad de Varianzas de la hipótesis específica 2

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0.160	5	12	0.972
Se basa en la mediana	0.105	5	12	0.989
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0.105	5	10.433	0.989
Se basa en la media recortada	0.156	5	12	0.974

NOTA: Prueba de la homogeneidad de varianzas de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

El valor de p sig., usando la prueba de Levene son mayores a 0.05, lo cual se acepta Ho y concluimos que los grupos tienen varianzas iguales.

Tabla 77. ANOVA de la hipótesis específica 2

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	276.986	5	55.397	34.543	< .001
Dentro de grupos	19.245	12	1.604		
Total	296.230	17			

NOTA: ANOVA de la resistencia a la tracción del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Dado que $0,001 < 0,05$, rechazamos H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador y concluimos que la adición de RCD y Microsílice aumenta considerablemente la resistencia a la tracción de las mezclas de hormigón natural al nivel de significancia estadística del 5%.

Hipótesis específica 3

Planteamiento de la prueba de hipótesis específica 3 del investigador:

La proporción adecuado del agregado RCD con MICROSILICE, logra mantener la resistencia a la flexión requerida en el comportamiento del concreto estructural.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis específica 3:

Hipótesis Nula (H_0): Las mediciones de resistencia a la flexión del grupo de concreto experimental no aumentaron significativamente en comparación con el grupo de hormigón natural.

Prom. de la Resistencia a la Flexión con combinación \leq Prom. de la Resistencia a la Flexión sin combinación

Hipótesis Alternativa (H_a): Entre mediciones, la resistencia a la flexión del grupo de tratamiento de concreto experimental mostró un aumento significativo en comparación con el grupo de mezcla de concreto natural.

Prom. de la Resistencia a la Flexión con combinación $>$ Prom. de la Resistencia a la Flexión sin combinación

El tratamiento del diseño de mezcla consiste en la producción de seis diseños de mezclas de concreto natural y de los concretos experimentales cinco tipos adicionando RCD en porcentajes de 10%, 40% y 70%; y Microsílice en porcentajes de 4%, 7% y 10%.

Tabla 78. Valores de los ensayos de Resistencia a la Flexión

Descripción	Edad	Resistencia a la Tracción (kg/cm ²)	Promedio
Patron General	28	56.02	57.01
		52.89	
		62.13	
Patron (-) (-)	28	57.78	57.01
		64.17	
		49.08	
Patron (+) (-)	28	42.83	47.50
		49.22	
		50.44	
Patron (-) (+)	28	69.61	70.83
		67.84	
		75.05	
Patron (+) (+)	28	40.11	41.42
		37.80	
		46.36	
Patron Promedio	28	80.49	80.81
		77.91	
		84.02	

NOTA: Valores de los ensayos de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Análisis descriptivo de la prueba de hipótesis específica 3:

Tabla 79. Análisis Descriptivo de la Resistencia a la Flexión

	Resistencia a la Flexión				
	N	Media	Máximo	Mínimo	Desviación Estándar
Patron General	3	57.01	62.13	52.89	4.70
Patron (-) (-)	3	57.01	64.17	49.08	7.57
Patron (+) (-)	3	47.50	50.44	42.83	4.09
Patron (-) (+)	3	70.83	75.05	67.84	3.76
Patron (+) (+)	3	41.42	46.36	37.80	4.43
Patron Promedio	3	80.81	84.02	77.91	3.07

NOTA: Análisis descriptivo de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

De los resultados obtenidos, se ve que la resistencia a la tracción promedio del patrón (-) (-), (+) (-), (-) (+) y el valor promedio del patrón es mayor que el patrón general, pero el patrón (+) (+) es más bajo que la condición normal. Ahora determinaremos si estas diferencias son significativas de la prueba de hipótesis.

Consideraciones de la prueba de hipótesis específica 3:

- Definimos un nivel de significación $\alpha = 0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuestos a aceptar al realizar nuestra prueba.
- Usamos la prueba de T – Student para muestras independientes para el análisis de hipótesis, porque el estudio y el tamaño de la muestra es pequeño y menor de 30 en cada grupo.
- Antes de realizar esta prueba, se validó los supuestos de normalidad y homogeneidad.
- Todas las pruebas se realizaron utilizaron con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 27.

Prueba de Normalidad para la hipótesis específica 3:

Hay dos formas de probar el supuesto de normalidad, la prueba de Kolmogorov - Smirnov para muestras grandes y la prueba de Chapiro - Wilk para muestras pequeñas. En nuestro caso utilizamos la prueba de Chapiro - Wilk porque la muestra es pequeña.

Planteamiento de la hipótesis específica 3:

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.

Criterio para determinar la prueba de normalidad para la hipótesis específica 3:

Si valor de p de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula

Ho.

Si valor de p de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0 .

Resultados de la prueba de normalidad para la hipótesis específica 3:

Tabla 80. Prueba de Normalidad para la hipótesis específica 3

Prueba de Normalidad						
	Kolmogorov - Smirnov			Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Patron General	0.250	3	.	0.966	3	0.648
Patron (-) (-)	0.207	3	.	0.992	3	0.832
Patron (+) (-)	0.330	3	.	0.867	3	0.286
Patron (-) (+)	0.294	3	.	0.921	3	0.454
Patron (+) (+)	0.283	3	.	0.934	3	0.504
Patron Promedio	0.208	3	.	0.992	3	0.829

NOTA: Prueba de la normalidad de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Decisión para la hipótesis específica 3:

Dado que los valores de p sig de los valores naturales y experimentales son mayores que > 0.05 , aceptamos la hipótesis nula.

Conclusión para la hipótesis específica 3:

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la flexión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

Prueba de Homogeneidad de las varianzas de la hipótesis específica 3:

- Probando con la prueba de Levene
- Planteamiento de la hipótesis

H_0 : Las varianzas en ambos grupos son iguales

H_a : Existe diferencia significativa entre las varianzas

- Criterios para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si el valor p de la prueba $< \alpha=0.05$ entonces se rechaza la hipótesis nula H_0 .

Si el valor p de la prueba $\geq \alpha=0.05$ entonces se acepta la hipótesis nula H_0

Resultados de la Prueba de Homogeneidad de varianzas de la hipótesis específica 3:

Tabla 81. Prueba de homogeneidad de Varianzas de la hipótesis específica 3

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Se basa en la media	0.658	5	12	0.662
Se basa en la mediana	0.327	5	12	0.887
Se basa en la mediana y con gl ajustado	0327	5	9.638	0.885
Se basa en la media recortada	0.633	5	12	0.679

NOTA: Prueba de la homogeneidad de varianzas de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

El p-valor sig., usando la prueba de Levene son mayores a 0.05, lo cual se acepta H_0 y concluimos que los grupos tienen varianzas iguales.

Tabla 82. ANOVA de la hipótesis específica 3

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3194.024	5	638.805	27.515	< .001
Dentro de grupos	278.601	12	23.217		
Total	3472.624	17			

NOTA: ANOVA de la resistencia a la flexión del concreto a los 28 días de cada patrón. Elaboración Propia

Dado que $0,001 < 0,05$, rechazamos H_0 y aceptamos la hipótesis del investigador y concluimos que la adición de RCD y Microsílice aumenta considerablemente la resistencia a la tracción de las mezclas de hormigón natural al nivel de significancia estadística del 5%.

4.4. Discusión de resultados

De acuerdo a la investigación de (Bazalar La Puerta & Cadenillas Calderón, 2019), menciona que su resultado más óptimo a los 28 días con la adición de

agregado de concreto reciclado llego a 349.96 kg/cm², en nuestro caso con la adición del 40% de restos de construcción y demolición y 7% de microsílíce llegamos al optimo con 333.57 kg/cm². Esto para una resistencia de diseño 210 kg/cm².

La investigación de (Asencio Sangay, 2014), nos dice que con la incorporación de concreto reciclado obtuvo un óptimo de la resistencia a compresión de 240.188 kg/cm², en nuestro caso el óptimo se obtuvo de 33.57 kg/cm² con la adición del 40% de restos de construcción y demolición y 7% de microsílíce, todo ello con respecto a un diseño de 210 kg/cm².

De acuerdo a la investigación de (Martínez Soto & Mendoza Escobedo, 2006), demostró que el concreto natural alcanzo una resistencia a la flexión de 52.11 kg/cm² y con el concreto reciclado de 41.58 kg/cm², en nuestro caso el diseño natural alcanzo un 57.01 kg/cm² de la resistencia de diseño y con el concreto con residuos de construcción y demolición alcanzo 80.81 kg/cm², este resultado está por encima del mínimo requerido.

Según los autores (Barrueto Briceño & Monsefu Espinal, 2021), Se encontró que la resistencia a la compresión del hormigón convencional $F'_c=210$ kg/cm² con 30 kg/m³ de fibra de acero y 0.8% de reductor de agua y curado durante 28 días fue de 6.41% superior a la del hormigón convencional. En nuestro caso la resistencia de compresión del concreto del diseño optimo alcanzo a los 28 días un porcentaje de 53.54% mayor a la del concreto natural.

Además los autores (Barrueto Briceño & Monsefu Espinal, 2021), determinaron que el módulo de elasticidad del concreto de diseño $f'_c=210$ kg/cm² con fibras de acero al 30kg/m³ más superplastificante al 0.8%, es 2.90% superior al concreto natural en los 28 días de curado, en nuestra posición reducimos que el

módulo de elasticidad alcanzado con residuos de construcción y microsílíce en proporciones de 40% y 7% respectivamente llega al 9.13% más que del concreto natural.

CONCLUSIONES

Con el fin de este es revisar los resultados en esta investigación, de los que se pueden llegar a los siguientes análisis.

- Se elaboraron seis tipos de la mezcla según el método FULLER, de las que se desarrolló para el concreto con agregados naturales, es decir, concreto natural. Por otro lado, se produjeron cinco combinaciones de mezcla con diferentes proporciones de reemplazo de agregado fino por el agregado de RCD (a 10%, 40% y 70%) y la Microsilice al reemplazo del cemento (a 4%, 7% y 10%) para tener la relación de reemplazo optima a través de pruebas de hormigones endurecidos. Finalmente se obtuvo la relación de reemplazo optima que fue una mezcla con 40% de RCD y 7% de Microsilice.
- La elaboración del concreto adecuado con 40% de RCD y 7% de Microsilice se vieron mejores resultados de resistencia a la compresión en comparación con el concreto natural, superando al concreto natural en un 53.53%. en términos de resistencia a la tracción indirecta, una mezcla del 40% de RCD y 7% de Microsilice en reemplazo al agregado fino y cemento arrojó resultados cercanos a los resultados del concreto natural, pero más altos, ya que logró un 23.02% más en comparación con el concreto natural, ya que el hormigón no es un elemento de prueba de tracción, eso funciona. Principalmente en la tensión, pero más en la presión. Por otro lado, en el ensayo de flexión de vigas se obtuvieron valores de modulo muy próximos a los del hormigón natural, pero altos, llegando al 33.31% más con respecto a este último.
- Se concluyó que el reemplazo se da hasta un 70% de agregados naturales con agregados RCD, pues exceder este porcentaje aumenta considerable la resistencia del concreto a la compresión, esfuerzos indirectos y flexión. Esta investigación

demonstró que la mezcla de concreto que contenía 70% de RCD y 7% de Microsílice controlaba bien el concreto natural y tenía una resistencia a la compresión de 53.53% mayor. Esto demuestra su viabilidad para su uso en la construcción.

- El módulo de elasticidad del concreto aumenta la proporción de RCD y Microsílice en la mezcla de concreto. En esta investigación, el aumento del módulo osciló entre 0% y 50% usando hasta 40% de RCD y 7% de Microsílice. Demuestra que los materiales del concreto añadidos con RCD y Microsílice son más rígidos.
- Con el fin de mejorar las propiedades de durabilidad del hormigón aumentando RCD, se trabajó con el Microsílice en reemplazo del cemento en proporciones óptimas, ya que dicho aditivo brinda interesantes características en las propiedades del hormigón fresco y endurecido como una mayor resistencia a la compresión a edades mayores de concreto, mayor trabajabilidad y una de las más importantes es que al reemplazar al cemento cumple la función de aislante al adherirse a la microfisuras del RCD y sellarla.

RECOMENDACIONES

A lo largo de la investigación, la atención se guio principalmente en el desarrollo de un nuevo tipo de concreto que se convirtiera en una herramienta sostenible en la construcción. De esta forma se eligió desarrollando un nuevo diseño alternativo utilizando RCD y microsílíce según el método de Fuller y validándolo estructuralmente mediante pruebas mecánicas. Para cada prueba realizada en el proceso adecuado, se recomienda desarrollar ciertos criterios basados en las siguientes recomendaciones para cada objetivo:

- En primer instante, se recomienda elegir una buena selección de materiales de construcción que te permitirán desarrollar tu tesis adecuadamente. Materiales como cemento, el árido natural, los residuos de construcción y demolición y el agua deben cumplir unos criterios mínimos de calidad y elegir la mejor opción que se ajuste a las necesidades ya la interacción de los componentes. Así, al aplicar el método FULLER en el diseño, no habrá problemas ni desviaciones, cabe señalar que los áridos naturales deben ser un material puro y sin impurezas de origen mineral.
- En segundo lugar, al hacer efecto con adjunto de evidentes residuos de construcción y demolición como en reemplazo del agregado fino se trabaja cuyo elemento tiene propiedades que varían dependiendo de que tipo de muestra se toman y de donde se produce los RCD. Ya que al ser un producto realizado por el ser humano la variabilidad es muy alta incluso al fabricar un mismo diseño. Durante el desarrollo de esta investigación, se ha comprendido que es de gran importancia de donde provienen los materiales, ya que nos permite tener mejores propiedades. Además, por ese motivo se recomienda que

los RCD se obtengan de elementos estructurales con alto $f'c$ puesto que es directamente proporcional a las propiedades mecánicas.

- Al diseñar la mezcla, se recomienda tener en cuenta el porcentaje de absorción y contenido de humedad de cada material usado y, sobre todo, resaltar el agregado, ya que la compensación de agua limita la cantidad de agua adicionada en el diseño. Si esto no está claro, la mezcla no alcanzara la vida útil.
- Por otro lado, cuando se trate de diferentes diseños de mezclas, se debe conocer la dosis requerida para el diseño, ya que de ello depende su éxito.
- Se recomienda clasificar con precisión cada material y preparar la maquinaria y equipo, como una carretilla humedecida y un trompo, para apilar adecuadamente los materiales durante la preparación de la mezcla.
- En la elaboración de probetas y vigas, se deben seguir las normas establecidas en cuanto al número de golpes y golpes requeridos para evitar el asentamiento del agregado grueso.
- Las muestras deben curarse al día siguiente de la preparación de la estructura, para que el propio calor de hidratación del concreto no afecte la cantidad de agua absorbida de la estructura y, por tanto, no afecten las propiedades esperadas.
- Se debe tener cuidado al realizar ensayos en probetas y vigas ya que son materiales pesados y pueden suponer un riesgo para el personal
- Se recomiendan herramientas estadísticas como histogramas, listas de verificación y otros resultados de pruebas de compresión, tracción indirecta y flexión al comparar concreto simple y experimental.

- Hay tres factores importantes a considerar al seleccionar el diseño óptimo: resistencia a la compresión, costo y el impacto ambiental potencial de tal diseño de construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Cabezas, R. A. (2017). Propiedades físico—Mecánicas del hormigón elaborado con áridos reciclados. *Quito - Ecuador*.
- Asencio Sangay, A. R. (2014). Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $f'c=210$ kg/cm². Cajamarca - Perú.
- Barrueto Briceño, D. J., & Monsefu Espinal, J. M. (2021). “Análisis comparativo entre concreto tradicional y concreto con fibras de acero más superplastificante, para la construcción de viviendas en Trujillo—2021”. Trujillo – Perú.
- Bazalar La Puerta, L. R., & Cadenillas Calderón, M. A. J. (2019). Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280$ kg/cm² en estructuras aporricadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. Lima - Perú.
- Carrasco Villanueva, S. I., & Ccorahua Espinoza, F. Y. (2021). Mejoramiento en la resistencia a la compresión, flexión y tracción del concreto con agregado grueso reciclado, agregado fino natural y vidrio triturado para viviendas unifamiliares en lima metropolitana. Lima - Perú.
- Cipriano Rojas, F. C. (2019). Concreto elaborado con agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) reciclados. Lima - Perú.
- Cubas Resurrección, H. A., & Cabrera Herrera, J. (2019). Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia compresión de un concreto convencional. Lima - Perú.
- Díaz Álvarez, L. G. (2018). Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) en la elaboración de concretos en Colima Villa de Alvarez. Villa de Álvarez - México.

- Gómez Meijide, B. (2015). Aplicación sostenible de residuos de construcción y demolición como árido reciclado de mezclas bituminosas en frío. España.
- Guerra Aguilar, W. V., & Niño Guevara, A. R. (2022). Diseño de concreto reciclado para construcción de muros prefabricados de viviendas modulares con el Método ACI en Villa María del Triunfo. Lima - Perú.
- Jurado Villegas, J. J., & Ortiz Díaz, P. F. (2021). Análisis de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Colombia según las propiedades y clasificación propuestas en la Guía Española de Áridos Reciclados. Bogotá D.C. - Colombia.
- Martínez Soto, I. E., & Mendoza Escobedo, C. J. (2006). Comportamiento mecánico de concreto fabricado con agregados reciclados. Ingeniería, Investigación y Tecnología.
- Seminario Roncal, J. C. (2021). Caracterización de residuos de construcción y demolición para su uso en la construcción, Cajamarca 2021. Cajamarca - Perú.
- Villoria Sáez, P. (2014). Sistema de gestión de residuos de construcción y demolición en obras de edificación residencial. Buenas prácticas en la ejecución de obra. Madrid - España. <https://doi.org/10.20868/UPM.thesis.32681>

ANEXOS:

Análisis de comportamiento del Concreto Estructural utilizando Restos de Construcción y Demolición (RCD) y Microsílice y en el Distrito de Chaupimarca- Región Pasco 2022

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGIA	
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	
¿Cómo influye el uso de restos de construcción y demolición (red) y Microsílice en el comportamiento del concreto estructural en el distrito de Chaupimarca- región de pasco?	Determinar la influencia de la incorporación de restos de construcción y demolición (RCD) y Microsílice en el comportamiento del Concreto Estructural en el Distrito de Chaupimarca de la Región de Pasco.	El uso del resto de construcción y demolición (red) y Microsílice, influye de manera significativa en el comportamiento del concreto estructural, en el distrito de Chaupimarca- región de pasco.	Restos de Construcción y Demolición (RCD). Microsílice	<ul style="list-style-type: none"> - Control de admisión, clasificación, reducción de tamaño, limpieza y cribado - Características del agregado. - Adición del agregado reciclado. - Adición de Microsílice. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis granulométrico de agregado grueso reciclado. - peso unitario, contenido de humedad. - Análisis mecánico y físico. - Diseño de mezcla para concreto $f'c$ 210 kg/cm². 	<ul style="list-style-type: none"> _El tipo de investigación al que pertenece es: APLICADA. _Diseño de estudio: Experimental _Control de la medición.- Prospectivo. _Número de mediciones.- Longitudinal _Numero de variable.- Analíticos.
Problema Especifico	Objetivo Especifico	Hipotesis Especifico	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	
<ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cómo influye las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino reciclado en el comportamiento del concreto estructural? 2. ¿Como influye la incorporación del agregado RCD y Microsílice en la resistencia a compresión y tracción del concreto estructural? 3. ¿Como influye la incorporación del agregado RCD y Microsílice en la resistencia a flexión del concreto estructural? 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Examinar las propiedades físicas y mecánicas del Agregado fino reciclado en el comportamiento del concreto estructural. 2. Examinar de qué manera influye el RCD y Microsílice con la resistencia a la compresión y tracción en el comportamiento de concreto estructural. 3. Examinar de qué manera influye el RCD y Microsílice con la resistencia a la flexión en el comportamiento de concreto estructural. 	<p>H1: En el comportamiento del Concreto Estructural, las propiedades físicas y mecánicas del agregado fino reciclado influyen de manera considerable.</p> <p>H2: La proporción adecuado del agregado RCD con MICROSILICE, logra mantener la resistencia a la compresión y tracción requerida en el comportamiento del concreto estructural.</p> <p>H3: La proporción adecuado del agregado RCD con MICROSILICE, logra mantener la resistencia a la flexión requerida en el comportamiento del concreto estructural.</p>	Concreto Estructural	Propiedades físicas y mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> _Ensayo a compresión para concreto de $f'c= 210$ Kg/cm²- _Ensayo a tracción indirecta para concreto de $f'c= 210$ Kg/cm². _Ensayo a flexión para concreto de $f'c= 210$ Kg/cm². 	<ul style="list-style-type: none"> _Población. - Concreto Estructural Muestra/ Muestreo. -Para obtener la muestra de concreto se deberá efectuar ensayos de probetas cilíndricas de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.034 y al ASTM C39, de 3 probetas de concreto para determinación de $f'c$ que sería de 30 probetas para resistencia a la compresión, así mismo para la resistencia a la tracción diametral se ensayará 30 probetas y para la resistencia

FUENTE: Elaboración Propia

PANEL FOTOGRAFICO

1. CRIBADO DE RCD



Fig. 01.- Recolección de RCD, en la zona del AA.HH. Tupac Amaru-Chaupimarca.



Fig. 02.- Seleccionamiento de Residuos de Construcción para el cribado- UNDAC.



Fig. 03.- Trituración y cribado del RCD.



Fig. 04.- Obtención del agregado RCD.

2. DOSIFICACION DE MATERIALES



Fig.05.- Control de la dosificación del agregado RCD.



Fig. 06.- Control de la dosificación del Microsilice.



Fig.07.- Control de la dosificación del agregado.



Fig. 08.- Control de la dosificación del cemento.



Fig. 09.- Control de la dosificación del agua.

3. MUESTREO DE CONCRETO



Fig. 10.- Vaciado de los materiales, para el mezclado de concreto.



Fig. 11.- Verificación de la consistencia del concreto.



Fig. 12.- Fabricación de especímenes cilíndricos.



Fig. 13.- Compactación con el método del varillado.



Fig. 14.- Nivelación de la superficie de los especímenes.



Fig. 15.- Obtención de los especímenes patrón y con RCD.



Fig. 16.- Desmolde de los especímenes.



Fig. 17.- Fabricación de especímenes (viga).



Fig. 18.- Liberación de los vacíos mediante golpe a lados exteriores.



Fig. 19.- Obtención de los especímenes (vigas).



Fig. 20.- Ponderar los especímenes cilíndricos-

4. PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO



Fig. 21.- Verificación del estado de la maquina digital.



Fig. 22.- Toma de medida de la probeta cilíndrica.



Fig. 23.- Colocación de las placas superior e inferior.



Fig. 24.- Colocación de probetas en la máquina para el ensayo de compresión.



Fig. 25.- Operación de la maquina digital mediante la gradación de esfuerzos.



Fig. 26.- Ensayo a la compresión.



Fig. 27.- Extracción del espécimen para verificación de falla.

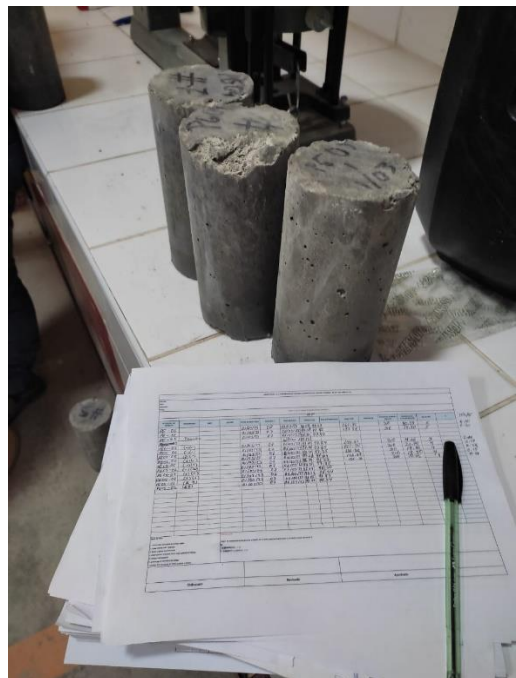


Fig. 28.- Anotación de los resultados obtenido del ensayo.

5. PRUEBA DE RESISTENCIA A LA TRACCION DEL CONCRETO



Fig. 29.- Colocación del espécimen al dispositivo de tensión.



Fig. 30.- Colocación a la maquina digital para el ensayo.



Fig. 31.- Operación de la maquina digital.



Fig. 32.- Toma de medida del espécimen.