

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS,
GEOLOGÍA Y CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**ANÁLISIS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO UTILIZANDO
AGREGADO RCD, AYACUCHO 2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

PRESENTADO POR:

BACH. EDUARDO QUISPE CONDE

ASESOR:

MSc. ING. JAIME LEONARDO BENDEZÚ PRADO

AYACUCHO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Para mi hijo Eliel, parte de mi vida y fortaleza de mis sueños.

A mi madre Eudosia, quien, con su amor, sabiduría y apoyo incondicional, trazo una luz de esperanza en mi caminar.

Agradecimientos

A Dios, por darme todos los días una oportunidad de vivir y estar siempre conmigo, guiándome el camino.

A la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, prestigiosa casa de estudios.

Al Ing. Jaime Leonardo Bendezú Prado, por inspirar su ímpetu profesional, quien estuvo guiándome académicamente con su experiencia y sabiduría.

A Zully, como ayuda idónea al estar en los momentos más difíciles de mi vida.

Índice general

Dedicatoria	i
Agradecimientos	ii
Índice general	iii
Índice de tablas	viii
Índice de figuras	xi
Acrónimos	xiii
Resumen	xiv
Abstract.....	xv
Introducción.....	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Delimitación del problema.....	4
1.3. Formulación del problema	5
1.3.1. Problema general.....	5
1.3.2. Problemas específicos	5
1.4. Justificación del problema	5
1.5. Objetivos	6
1.5.1. Objetivo general	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes	7
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Concreto	10
2.2.2. Pavimento rígido	11
2.2.3. Propiedades mecánicas del concreto para pavimentos.....	12
2.2.3.1. Resistencia a la compresión	12
2.2.3.2. Resistencia a la tracción.....	13
2.2.3.3. Resistencia a la flexión	13
2.2.3.4. Resistencia a la abrasión	13
2.2.3.5. Densidad	14
2.2.3.6. Absorción de agua.....	14
2.2.4. Norma CE. 010. Pavimentos urbanos	15
2.2.5. Residuos de construcción y demolición (RCD)	15
2.2.5.1. Caracterización de los agregados RCD.....	16
2.2.5.2. Densidad de los agregados de RCD.....	16
2.2.5.3. Absorción de agua de los agregados de RCD.....	17
2.2.5.4. Humedad de los agregados de RCD	17
2.2.6. Granulometría.....	18
2.2.7. Ensayos de elasticidad.....	19
2.2.8. Propiedades en estado fresco.....	20
2.2.8.1. Trabajabilidad	20
2.2.8.2. Segregación.....	21
2.2.8.3. Exudación	21

2.2.8.4. Contracción	21
----------------------------	----

CAPÍTULO III

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	22
3.1. Enfoque de la investigación	22
3.2. Alcance.....	22
3.3. Diseño de la investigación	22
3.4. Población y muestra	22
3.4.1. Población.....	22
3.4.2. Muestra.....	23
3.5. Hipótesis.....	23
3.5.1. Hipótesis general	23
3.5.2. Hipótesis específicas	23
3.6. Variables y operacionalización	23
3.6.1. Variables.....	23
3.6.2. Operacionalización de variables.....	24
3.7. Técnicas e instrumentos	25
3.7.1. Técnicas.....	25
3.7.2. Instrumentos	25
3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	26
3.8.1. Descriptiva e inferencial.....	26
3.8.2. Paquetes estadísticos	26
3.9. Ámbito de estudio	26
3.10. Desarrollo del trabajo de investigación.....	30

3.10.1. Análisis granulométrico	30
3.10.1.1. Granulometría de la arena gruesa y 100% de piedra chancada	31
3.10.1.2. Granulometría del agregado grueso 25% RCD y 75% piedra chancada	33
3.10.1.3. Granulometría del agregado grueso 50% RCD y 50% piedra chancada	35
3.10.1.4. Granulometría del agregado grueso 75% RCD y 25% piedra chancada	36
3.10.1.5. Granulometría del agregado grueso 100% RCD	38
3.10.2. Contenido de humedad	39
3.10.3. Peso unitario	41
3.10.4. Peso específico y absorción	44
3.11. Diseño de mezclas de concreto $f'_c=210$ Kg/cm ²	47
3.11.1. Concreto con 0% de agregados de RCD	48
3.11.2. Concreto con 25% de agregados de RCD	49
3.11.3. Concreto con 50% de agregados de RCD	50
3.11.4. Concreto con 75% de agregados de RCD	52
3.11.5. Concreto con 100% de agregados de RCD	53
3.12. Resistencia a la compresión del concreto para pavimento	54
3.12.1. Concreto con 0% de agregados de RCD	55
3.12.2. Concreto con 25% de agregados de RCD	56
3.12.3. Concreto con 50% de agregados de RCD	57
3.12.4. Concreto con 75% de agregados de RCD	59
3.12.5. Concreto con 100% de agregados de RCD	60
3.13. Resistencia a la tracción del concreto para pavimento	62
3.13.1. Concreto con 0% de agregados de RCD	63
3.13.2. Concreto con 25% de agregados de RCD	64
3.13.3. Concreto con 50% de agregados de RCD	65

3.13.4. Concreto con 75% de agregados de RCD	66
3.13.5. Concreto con 100% de agregados de RCD	67
3.14. Resistencia a la flexión del concreto para pavimento	69
3.14.1. Concreto con 0% de agregados de RCD	70
3.14.2. Concreto con 25% de agregados de RCD	71
3.14.3. Concreto con 50% de agregados de RCD	72
3.14.4. Concreto con 75% de agregados de RCD	73
3.14.5. Concreto con 100% de agregados de RCD	74

CAPÍTULO IV

RESULTADOS	77
4.1. Contrastación de hipótesis	77
4.2. Análisis e interpretación.....	80
CONCLUSIONES.....	85
RECOMENDACIONES	87

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	24
Tabla 2: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 100% piedra chancada	31
Tabla 3: Análisis granulométrico por tamizado de agregado fino arena gruesa	32
Tabla 4: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 25% RCD y 75% piedra chancada	34
Tabla 5: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 50% RCD y 50% piedra chancada	35
Tabla 6: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 75% RCD y 25% piedra chancada	37
Tabla 7: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 100% de RCD	38
Tabla 8: Contenido de humedad del agregado grueso diferentes porcentajes de RCD.....	39
Tabla 9: Contenido de humedad del agregado fino.....	40
Tabla 10: Peso unitario del agregado grueso suelto con diferentes porcentajes de RCD ...	41
Tabla 11: Peso unitario del agregado grueso compactado con diferentes porcentajes de RCD.....	42
Tabla 12: Peso unitario del agregado fino suelto y compactado	43
Tabla 13: Peso específico y absorción del agregado grueso con diferente porcentaje RCD	45
Tabla 14: Peso específico y absorción del agregado fino.....	46
Tabla 15. Características del agregado grueso con 100% piedra chancada y agregado fino	49
Tabla 16. Características del agregado grueso con 25% RCD y 75% piedra chancada y agregado fino	50

Tabla 17. Características del agregado grueso con 50% RCD y 50% piedra chancada y agregado fino	51
Tabla 18. Características del agregado grueso con 75% RCD y 25% piedra chancada y agregado fino	52
Tabla 19. Características del agregado grueso con 100% RCD y agregado fino	53
Tabla 20. Ensayo de resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 100% de piedra chancada	56
Tabla 21. Ensayo de resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 25% de RCD y 75% de piedra chancada	57
Tabla 22. Ensayo de resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 50% de RCD y 50% de piedra chancada	58
Tabla 23. Ensayo de resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 75% de RCD y 25% de piedra chancada	59
Tabla 24. Ensayo de resistencia a la compresión $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 100% de RCD	60
Tabla 25. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ con 100% de piedra chancada	63
Tabla 26. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ con 25% de RCD y 75% de piedra chancada	64
Tabla 27. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada	65
Tabla 28. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ con 75% de RCD y 25% de piedra chancada	66
Tabla 29. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'_c = 210\text{kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada	67

Tabla 30. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 100% de piedra chancada	70
Tabla 31. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 25% de RCD y 75% de piedra chancada.....	71
Tabla 32. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada.....	72
Tabla 33. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 75% de RCD y 25% de piedra chancada.....	73
Tabla 34. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada.....	74
Tabla 35. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk	77
Tabla 36. Prueba de correlación Rho de Pearson para el concreto a los 28 días.....	78

Índice de figuras

Figura 1. Prueba Slump para medir la trabajabilidad del concreto	20
Figura 2. Mapa del Perú y del departamento de Ayacucho.....	27
Figura 3. Ubicación de la Planta Procesadora de Agregados "Glorieta".....	27
Figura 4. Ubicación de botaderos RCD en la ciudad de Huamanga	28
Figura 5. Ubicación de proyectos de pavimentación con recojo de RCD, Huamanga.....	29
Figura 6. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso y agregado fino	30
Figura 7. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso 100% piedra chancada	31
Figura 8. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino arena gruesa.....	33
Figura 9. Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 25% RCD y 75% piedra chancada	34
Figura 10. Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 50% RCD y 50% piedra chancada	36
Figura 11. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso 75% RCD y 25% piedra chancada	37
Figura 12. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso 100% RCD	39
Figura 13: Peso unitario del agregado grueso suelto y compactado.....	43
Figura 14: Peso unitario del agregado fino suelto y compactado.....	44
Figura 15: Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso.....	46
Figura 16: Determinación del peso específico y absorción del agregado fino.....	47
Figura 17: Diseño de mezcla de concreto para pavimento con agregado RCD	48
Figura 18: Diseño de briquetas de concreto para pavimento con agregado RCD.....	54
Figura 19: Diseño de briquetas de concreto para pavimento con agregado RCD.....	55

Figura 20: Resistencia a la compresión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido.....	61
Figura 21: Variación porcentual de resistencia a la compresión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido.....	62
Figura 23: Resistencia a la tracción por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido.....	68
Figura 24: Variación porcentual de resistencia a la tracción por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido.....	69
Figura 26: Resistencia a la flexión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido.....	75
Figura 27: Variación porcentual de resistencia a la flexión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido.....	76
Figura 28: Influencia del agregado RCD en la resistencia a la compresión a los 28 días ...	78
Figura 29: Influencia del agregado RCD en la resistencia a la tracción a los 28 días.....	79
Figura 30: Influencia del agregado RCD en la resistencia a la flexión a los 28 días	80

Acrónimos

AGN	: Agregado grueso natural
AGR	: Agregado grueso reciclado
ASTM	: American Society for Testing and Materials
INACAL	: Instituto Nacional de Calidad
INDECOPI	: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual
NTP	: Norma Técnica Peruana
RCD	: Residuos de Construcción y Demolición

Resumen

La presente investigación se realizó con el objetivo de analizar el concreto de pavimento rígido a partir de agregados RCD, utilizando diferentes proporciones. Por lo que, se utilizó el enfoque cuantitativo, tipo descriptivo – experimental y diseño de investigación experimental. Por lo que, se elaboró testigos de concreto con 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de agregado RCD como agrega grueso con piedra chancada y arena gruesa como agregado fino. Los resultados obtenidos fueron que la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días sin RCD es 270.22 kg/cm^2 ; con el 25% de RCD fue de 251.61 kg/cm^2 ; con el 50%, 75% y 100% de RCD no alcanzan la resistencia requerida. La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días con el 100% de piedra chancada es 2.540 kg/cm^2 ; con el 25% de RCD es 2.055 kg/cm^2 ; con el 50% de RCD, 1.840 kg/cm^2 ; con el 75% de RCD, 1.635 kg/cm^2 ; con el 100% de RCD, 1.490 kg/cm^2 , respectivamente. La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días con el 100% de piedra chancada es 4.805 kg/cm^2 ; con el 25%, 50%, 75% y 100% de RCD es 4.135 kg/cm^2 , 3.645 kg/cm^2 , 3.265 kg/cm^2 y 2.805 kg/cm^2 . En conclusión, el concreto con 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino permite alcanzar valores aceptables para las propiedades mecánicas del pavimento rígido. Además, el aumento de las proporciones de 50%, 75% y 100% de RCD generan una disminución en los valores de las propiedades mecánicas que no cumplen con las normas.

Palabras clave: Agregados RCD, diseño de concreto, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción.

Abstract

The present research was carried out with the objective of analyzing rigid pavement concrete from RCD aggregates, using different proportions. Therefore, the quantitative approach, descriptive-experimental type and experimental research design were used. Therefore, concrete samples were prepared with 0%, 25%, 50%, 75% and 100% of RCD aggregate as coarse aggregate with crushed stone and coarse sand as fine aggregate. The results obtained were that the compressive strength of concrete $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days without RCD was 270.22 kg/cm^2 ; with 25% RCD it was 251.61 kg/cm^2 ; with 50%, 75% and 100% RCD it did not reach the required strength. The tensile strength of concrete $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days with 100% crushed stone is 2.540 kg/cm^2 ; with 25% RCD is 2.055 kg/cm^2 ; with 50% RCD, 1.840 kg/cm^2 ; with 75% RCD, 1.635 kg/cm^2 ; with 100% RCD, 1.490 kg/cm^2 , respectively. The flexural strength of concrete $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ at 28 days with 100% crushed stone is $4,805 \text{ kg/cm}^2$; with 25%, 50%, 75% and 100% RCD is $4,135 \text{ kg/cm}^2$, $3,645 \text{ kg/cm}^2$, $3,265 \text{ kg/cm}^2$ and $2,805 \text{ kg/cm}^2$. In conclusion, concrete with 25% RCD aggregate and 75% crushed stone as coarse aggregate and coarse sand as fine aggregate allows achieving acceptable values for the mechanical properties of rigid pavement. In addition, the increase in the proportions of 50%, 75% and 100% of RCD generate a decrease in the values of mechanical properties that do not comply with the standards.

Keywords: RCD aggregates, concrete design, compressive strength, flexural strength, tensile strength.

Introducción

En la actualidad, existe una sobreexplotación de agregados naturales para la construcción de obras que emplean diseños de concreto con diferentes resistencias, tanto para estructuras como para pavimentos rígidos, además, el deterioro de las vías y edificaciones demanda la renovación de las mismas, obteniéndose residuos de estas construcciones las cuales son arrojadas en diferentes sectores contaminando de esta manera el medio ambiente.

En consecuencia, resulta importante la adopción e implementación de estrategias que permitan minimizar el deshecho de los residuos de construcción y demolición (RCD), por lo que, incorporar estos residuos de construcción y demolición (RCD) como agregados gruesos para el diseño del concreto es una alternativa que reduce el problema de la contaminación. Sin embargo, es necesario conocer la dosificación adecuada para cumplir con las normas para las propiedades mecánicas del concreto.

Para ello, este trabajo de investigación está organizado en cuatro capítulos, estos son:

El Capítulo I se denomina Planteamiento del Problema, aquí describimos la realidad problemática, además de la formulación del problema, se justifica y se precisan los objetivos del estudio.

El Capítulo II denominado Marco Teórico, contiene diversos antecedentes y las bases teóricas científicas de las variables de investigación que sostienen el presente estudio.

En el Capítulo III denominado Método de la Investigación, se precisan el enfoque, y diseño de investigación, así como la unidad de análisis, hipótesis, variables y técnicas e instrumentos para la obtención de datos.

En el Capítulo IV denominado Resultados, se presentan los hallazgos en tablas y gráficos estadísticos, con sus respectivas interpretaciones y la prueba de hipótesis. Luego se discuten los resultados en relación con los antecedentes, así como con las bases teóricas.

En la parte final del informe se formulan las conclusiones de manera puntual, además se realizan las recomendaciones, ello para implementar acciones según los resultados deducidos. Y en los anexos se adjuntan las evidencias que dan credibilidad al estudio realizado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El incremento de residuos de construcción y demolición (RCD) generados por la necesidad de modernizar las edificaciones y vías o renovarlas porque ya cumplieron con su vida útil, han generado que estos desechos sean eliminados en zonas no adecuadas o no autorizadas para este fin, lo que compromete seriamente al medio ambiente. Por lo que, la gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD) representa un desafío para los profesionales de la construcción, como responsabilidad social (Loría Salazar, 2020).

Según ZICLA (2020) en Europa los RCD son entre 20 y 30% de los residuos generados, mientras que en algunos países representan hasta el 60 a 70%. Asimismo, los países de la Unión Europea presentan una tasa de reutilización entre 10 y 90%. Sin embargo, existe la Directiva Marco de Residuos y la Estrategia de Construcción 2020 que establece como meta que la tasa de reciclaje y reutilización de RCD alcance el 70%. De manera similar en América Latina se viene poniendo especial énfasis en la reutilización de pavimentos; por ejemplo, en los aeropuertos de Iquique y Arica en Chile, existe una estrategia que busca implementar un programa para una eficiente gestión de residuos para incorporar el ítem RCD en las licitaciones. Lo que pretende es que la tasa de reutilización de RCD alcance el 85%, evitando así que terminen en un botadero (Construye 2025, 2020).

En el Perú, el Poder Ejecutivo emitió el D.U. 022-2020 para identificar y gestionar los pasivos ambientales, incluyendo en estos a los residuos de la actividad de construcción y demolición, siendo el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA) el encargado de identificar y caracterizar las zonas degradadas por RCD (Diario Gestión, 2020).

En tal sentido, un aspecto que se viene estudiando en los últimos tiempos en la construcción y conservación de carreteras como una alternativa para reducir los RCD es el empleo de materiales reciclados en la construcción de edificaciones y vías (ITERNOVA, 2015), algunos los emplean como agregados y otros para las subbases para pavimentos, entre otras. Sin embargo, surgen cuestiones como ¿en qué medida es posible emplear los RCD para el diseño del concreto para pavimentos?

Considerando que, en la Provincia de Huamanga, de la región Ayacucho existen grandes extensiones de terreno eriazo no apto para la construcción, pero se observa que de manera ilegal vienen siendo usados para el ingreso de camiones que eliminan su “desmonte” a cambio de un costo. Lo que ha generado que muchas laderas de la ciudad colapsen de material de residuos sólidos de construcción convirtiéndola así en una zona vulnerable a los peligros de deslizamiento por la constante carga que se acumula en suelos. Además, no existiendo intervención ni control por parte de la municipalidad y no habiendo una apropiada gestión de RCD, el estudio que proponemos constituye una alternativa para la reducción de estos desechos, reutilizando un análisis de las propiedades mecánicas y los costos del concreto para pavimentos con diferentes porcentajes de agregados de RCD en la ciudad de Huamanga 2021, lo que permitió determinar la dosificación óptima para la elaboración de concreto dentro de los valores recomendados para el pavimento rígido.

1.2. Delimitación del problema

A nivel temporal el estudio comprende solo las obras de construcción de vías de pavimento rígido del periodo 2021. A nivel espacial, la investigación se efectuó en la ciudad de Huamanga de la región Ayacucho. A nivel conceptual, la formulación de pavimento rígido, las teorías, definiciones y conceptos que se desarrollaron en el presente estudio son referentes a las propiedades mecánicas de concreto para pavimentos.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cómo influye el agregado de residuos de construcción y demolición (RCD) en el concreto para pavimento rígido?

1.3.2. Problemas específicos

- ¿Cómo influye la proporción de agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) en la resistencia a la compresión?
- ¿Cómo influye el tipo de agregado de residuos de construcción y demolición (RCD) en la resistencia a la tracción y flexión?
- ¿Cuáles son las disposiciones de los agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) en el análisis de concreto para pavimento rígido?

1.4. Justificación del problema

El presente estudio a nivel teórico es importante porque nos permitió caracterizar los residuos de construcción y demolición para el diseño de concreto para pavimento rígido, así como realizar el análisis de resistencia a la compresión y costos con la finalidad de optimizar los recursos en la pavimentación de vías de la ciudad de Huamanga. Además, porque aporta al conocimiento del porcentaje de RCD que debe incluirse de tal manera que se cumpla con los estándares requeridos para la pavimentación rígida.

Tiene importancia práctica porque proporciona la dosificación óptima a utilizar dependiendo a las características del RCD para cumplir con las propiedades mecánicas del concreto para pavimento. Por lo que, el estudio tiene importancia práctica porque sirve de guía para la elaboración de concreto con RCD, constituyendo así una alternativa para la reducción de desechos, lo que favorece a la preservación del medio ambiente.

Asimismo, el presente estudio es importante a nivel metodológico porque se desarrolló mediante la experimentación y las pruebas de laboratorio, lo que ayuda a plantear una propuesta de reutilización de RCD; esto implica una metodología práctica en elaborar el concreto para pavimento con la utilización de RCD que cumple con las propiedades mecánicas requeridas. El estudio es viable y factible porque se cuenta con la autorización para intervenir en los proyectos aprobados por la Municipalidad Provincial de Huamanga, así como se tiene los recursos necesarios para tal fin.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el concreto para pavimento rígido con agregados de residuos de construcción y demolición (RCD), utilizando diferentes proporciones.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar la influencia del concreto con agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) en la resistencia a la compresión para pavimento rígido.
- Determinar la influencia del concreto con agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) en la resistencia a la tracción y flexión para pavimento rígido.
- Determinar cuáles son las disposiciones de los agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) en el análisis de concreto para pavimento rígido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Bermúdez Hernández (2021) en su investigación evalúa la resistencia a la compresión elaborado con RCD como agregado grueso. Para lo cual, trabajó con las siguientes proporciones 100% RCD, 75% RCD, 50% RCD, 25 % RCD y 0% RCD como muestra patrón. Los ensayos los realizó a los 7, 14 y 28 días. Los resultados que obtuvo muestra que los agregados RCD presentaron las siguientes características, peso unitario compacto y suelto de 1.3840 g/cm³ y 1.2085 g/cm³, peso específico 2421 kg/m³ y porcentaje de absorción de 6.805%, para el agregado grueso RCD. Respecto a los ensayos del concreto en estado endurecido, se determinó que la mayor resistencia a la compresión la tiene el diseño con 75% de RCD con un valor de 4604 psi a una edad de 28 días, respecto a la muestra patrón se redujo en 15%. También se observó que a medida que pasan los días el concreto mejora su resistencia. Concluye que, el concreto con agregados RCD puede alcanzar altas resistencias para la construcción de pavimentos y muros de contención de gravedad.

Mateus Ramírez y Gelves Peña (2020) en su investigación afirma que el porcentaje óptimo máximo de agregados finos de RCD se encuentra entre el 25% al 30%, logrando cumplir los lineamientos de normatividad y sin reducir sus propiedades mecánicas.

Alape Esguerra y Santos Piñeros (2020) llevaron a cabo una investigación sobre la comparación de las propiedades mecánicas para establecer la proporción óptima de agregado grueso de RCD con características superiores. Los resultados demostraron que la dosis con mayor resistencia en las tres muestras evaluadas a 14, 28 y 56 días frente a una carga impuesta es la del 50% RCD con valores de 22.1 Mpa, 31.3 Mpa y 41.8 Mpa respectivamente, además estos resultados son un 5,98% superiores al concreto patrón; pero

no recomiendan reemplazar en un 100% el agregado natural por los RCD, a pesar de que permite la reducción del costo. Finalmente, el comportamiento de sus deformaciones al aplicar una fuerza axial demostró que los módulos de elasticidad y la relación de Poisson se encuentran en un rango elástico y fluctúan entre los parámetros determinados.

Campos Ochoa y Saenz Zavala (2020) en su estudio determinan el diseño de mezcla con agregado reciclado y comparan las propiedades mecánicas con el concreto patrón. Para lo cual sustituyen los agregados con 0%, 20%,40%,60% ,80% y 100% de RCD. Los resultados que obtuvo son, a los 28 días al sustituir con 40% de agregado reciclado, la resistencia a la compresión aumenta en 23.98%, la resistencia a la tracción es 114.39% y la resistencia a la flexión disminuye 28.48%. de la misma forma, afirma que al aumentar la dosis de RCD a 80%, la resistencia a la compresión aumenta 10.29%, la resistencia a la tracción es 100.76% y la resistencia a la flexión disminuye 16.90%. Concluye que, si es posible el uso de agregados RCD en el diseño de concreto manteniendo las resistencias adecuadas para la construcción de viviendas.

Chávez Ruíz y Nakayo Cabada (2019) estudiaron la influencia del material RCD de veredas para reemplazar como agregado grueso. Para lo cual utilizó en las siguientes proporciones, 0%, 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60% y 75%. Los resultados demostraron que el RCD en 5% y 10%, no generan diferencias significativas con respecto a la muestra patrón. También afirma que al aumentar la cantidad de RCD, la resistencia se reduce. Por otra parte, en materia ambiental, concluye que el reciclaje de material ayuda a reducir la sobreexplotación de canteras.

Pastrana-Ayala et al. (2019) en su investigación sobre las propiedades físico-mecánicas de concreto con polvo de residuo de concreto, realizaron la caracterización química y puzalónica al usar polvo de residuo de concreto. Los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión, a la tracción y a la flexión pueden alcanzar valores

adecuados para su uso, sin embargo, resalta que la trabajabilidad y resistencia mecánica disminuyen. Concluye que, a mayor reemplazo con polvo de residuo de concreto, las resistencias mecánicas disminuyen debido a la baja o nula reactividad del residuo usado.

Erazo Gonzales (2018) en su investigación evaluó el diseño de la mezcla de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con agregados natural y reciclado para elementos no estructurales. Para el diseño de mezcla del concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ se usó un agregado combinado con 65% de agregado fino natural y 35% de reciclado, el agregado grueso fue 100% RCD. Los resultados de los agregados fino combinado y agregado grueso fueron en contenido de humedad de 2.8% y 2.3% respectivamente, asimismo, la absorción fue de 2.92% y 5.3%, con respecto al peso específico fue de 2524 y 2285 kg/m^3 , finalmente, el peso específico de los agregados son 1.449 g/cm^3 y 1.239 g/cm^3 . El concreto presentó un peso unitario de 2199.86 kg/m^3 y 3% de contenido de aire. El ensayo de resistencia a la compresión expuso que se alcanza un valor mayor al diseñado en 39%.

Guerrero Quiñones (2018) describe la influencia de los RCD de las construcciones de Trujillo, en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ usando el método ACI. En el diseño de mezcla considera dosificaciones de 0%, 5%, 10% y 15% de uso de RCD, ensayadas a los 28 días. Los resultados son que el Concreto Patrón alcanzó una resistencia de 203.28 kg/cm^2 , para el concreto con 5% de RCD fue 196.39 kg/cm^2 , con 10% de RCD, 189.82 kg/cm^2 y con 15% de RCD, 183.01 kg/cm^2 . Concluye que, usando menos del 15% de RCD, la resistencia a lo compresión disminuye, pero cumple con la resistencia diseño, por lo que, es viable la elaboración de concreto.

Castro Cruz y Paredes Vilca (2018) desarrollaron una investigación para determinar la fuerza de compresión que alcanza el concreto reciclado, para lo cual el diseño de mezcla empleó agregados reciclado y natural previa evaluación de sus propiedades físicas. A continuación, emplearon el diseño ACI para una resistencia a la compresión de 210

kg/cm², se reemplazó el agregado grueso natural (AGN) con agregado grueso reciclado (AGR), en porcentajes de AGR 0% y AGN 100%, AGR 25% y AGN 75%, AGR 50% y AGN 50%, AGR 75% y AGN 25%, AGR 100% y AGN 0%, luego elaboraron los testigos para evaluarlos a los 7, 14, 21 y 28 días. Finalmente, se concluyó que al aplicar la fuerza de compresión de 210 kg/cm² las proporciones de AGR 25% y AGN 75%, AGR 50% y AGN 50%, AGR 75% y AGN 25% alcanzaron la resistencia adecuada, pero con AGR 100% y AGN 0% no se obtuvo la resistencia deseada.

Castellanos Giraldo et al. (2017) realizaron un estudio para comparar a nivel teórico de la estructura y los costos de construcción cuando se usa concreto estructural convencional y cuando se elabora concreto estructural con RCD como agregado, para el diseño de edificaciones regulares en planta y altura de 5 pisos, en una región de microzonificación sísmica LACUSTRE-200 en Bogotá. Los resultados muestran que el empleo de RCD permite reducir los costos de los agregados estructurales en un 25%, obteniéndose un ahorro equivalente al 0,97% de ahorro. En consecuencia, los costos son aproximadamente equivalente, pero para cumplir con las certificaciones LEED para alcanzar la alta calidad de las empresas, es necesario promover la conciencia y necesidad de invertir en la reutilización de RCD por su beneficio ambiental. Por otra parte, al no tener que cumplir con requerimientos muy exigentes, los elementos no estructurales, andenes, entre otras, constituyen una alternativa más atractiva para reutilizar los RCD, para utilizar mayores proporciones que en el concreto estructural.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto

El concreto, según Mastropietro (2020), es definido como una especie de piedra artificial que resulta de la mezcla apropiada de cuatro componentes fundamentales: cemento

agregado fino, agregado grueso, agua y en algunos casos aditivos. Las propiedades del concreto obedecen generalmente a la calidad y proporciones de los componentes usados para la mezcla, además de otros factores como la humedad y temperatura que están presentes durante su fabricación y el fraguado. Con el objetivo de lograr algunas propiedades especiales, tanto en estado fresco como en estado endurecido, pueden adicionarse otros componentes químicos o pueden reemplazarse los componentes elementales por otros que le dan características especiales, estos componentes pueden ser agregados livianos, agregados pesados, cementos de fraguado lento, etc. El concreto es importante por ser un material estructural capaz de adaptarse fácilmente a diversos moldes, pudiendo tomar formas diversas, dimensiones variables, debido a la consistencia plástica cuando se encuentra en estado fresco. El concreto es un material que presenta alta resistencia a la compresión, pero sumamente frágil y débil a demandas de tracción. Generalmente el concreto se combina con barras de acero resistentes a la tracción para potenciar sus fortalezas y minimizar sus limitaciones, esto es conocido como concreto armado.

2.2.2. Pavimento rígido

El pavimento rígido generalmente está formado por una losa de concreto hidráulico, que se apoya en la sub-rasante o sobre alguna capa de material que se conoce como sub-base. Considerando que la rigidez del concreto hidráulico es alta y posee un elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de esfuerzos se realiza en una área amplia (Sánchez Rodríguez & Yépez Mostacero, 2018).

El pavimento debe cumplir determinadas funciones, por lo que, se debe verificar que reúna ciertos requisitos como (Sánchez Rodríguez & Yépez Mostacero, 2018, p. 23):

- Resistencia a la acción de cargas generadas por el tránsito.
- Resistencia frente a agentes del intemperismo.

- Adecuada textura superficial para las velocidades previstas en la circulación de medios de transporte.
- Condiciones convenientes para el drenaje.
- El ruido que se produce en el interior y exterior del vehículo por su paso debe moderarse.
- Ser durable y económico.

2.2.3. Propiedades mecánicas del concreto para pavimentos

De acuerdo a Contreras Quezada y Herrera Lázaro (2015) las propiedades mecánicas del concreto para pavimentos son:

2.2.3.1. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión simple es la propiedad mecánica más importante del concreto; se denomina así a la capacidad para resistir una carga por unidad de área. Se representa en términos de esfuerzo cuya unidad es el kg/cm², MPa y psi. Estos ensayos generalmente se emplean para comprobar que la mezcla verifique los requerimientos de la resistencia especificada ($f'c$) de acuerdo a la necesidad de la estructura determinada. (CEMEX, 2019). La evaluación de resistencia se realiza con una prueba mecánica de compresión aplicando una carga de compresión axial a cilindros moldeados de concreto, a una tasa predefinida hasta observar fallas en el testigo (Rojas Ramírez & Berrío Mutiz, 2019)

2.2.3.2.Resistencia a la tracción

Este ensayo se fundamenta en aplicar una fuerza de compresión diametral en forma longitudinal a una probeta cilíndrica de concreto a una velocidad determinada hasta la presentación de fallas. Las cargas generan esfuerzos de compresión altos en la zona circundante a la carga, esto hace que se produzcan fallas por tracción ya que estas áreas son sometidas a compresión triaxial, lo que hace que resistan mayores esfuerzos que los resultados de resistencia a la compresión uniaxial (ASTM C496-04, 2004).

2.2.3.3.Resistencia a la flexión

Es una medida que evalúa las fallas que presenta una losa de concreto sin refuerzo a causa del momento, para lo cual se aplican cargas en los tercios y en el punto medio de la viga de sección transversal y con luz de por lo menos tres veces el espesor, esta resistencia se expresa como un módulo de rotura y se determina con el ensayo ASTM C78 y ASTM C293. Está generalmente la aplican en el diseño de pavimentos, por lo que es evaluado para el análisis del diseño de mezcla en el laboratorio (NRMCA, 2017)

2.2.3.4.Resistencia a la abrasión

Es la capacidad que tiene una superficie de resistir al desgaste que producen la frotación o fricción, por acción del tránsito y los elementos de almacenamiento y conducción de líquidos. (Solís-Carcaño & Chan-Magaña, 2020)

Considerando que existen diversas acciones mecánicas que generan desgaste en la superficie del concreto, como son la fricción, el deslizamiento, la percusión, la raspadura, el arrastre de los materiales abrasivos y la cavitación, en consecuencia,

existen una variedad de métodos de pruebas para evaluar la abrasión del concreto, estos métodos se fundamentan en la fricción de esferas o discos giratorios, empleo de cepillos y el chorreo de arena (Neville, 2010), por lo que, es necesario identificar los agentes que generan el desgaste para aplicar las pruebas pertinentes.

2.2.3.5.Densidad

Se denomina así a la cantidad de peso por una unidad de volumen, medido en metros cúbicos (m³), se recomienda que varíe entre 2200 a 2400 kg/m³. Es importante agregar que el concreto puede presentar diferentes pesos a pesar de poseer el mismo volumen, ya que se relaciona de manera directa con sus componentes, agregados como arena, grava, y otros aditivos que pueden modificar su textura, forma y resistencia. La variación de esta característica física se debe a que los agregados naturales empleados tienen una diferente densidad por la porosidad que presentan dichos agregados. (Contreras Quezada & Herrera Lázaro, 2015)

2.2.3.6.Absorción de agua

La absorción de los agregados reciclados (AGR) es muy superior a la de los agregados naturales (AGN), ya que los AGR están compuestos de cemento y agregados naturales mezclados y usados en construcciones anteriores. Los agregados naturales deben presentar una absorción entre 0% y 4%, en los diferentes estudios la absorción de los AGR puede fluctuar entre 3,5% a 13%. (Contreras Quezada & Herrera Lázaro, 2015)

2.2.4. Norma CE. 010. Pavimentos urbanos

La Norma CE.010 establece los requerimientos básicos para diseñar, construir, rehabilitar, dar mantenimiento, la rotura y reposición de pavimentos de acuerdo a la Mecánica de Suelos y la Ingeniería de Pavimentos, esto con el fin de garantizar la durabilidad, aplicación racional de recursos y buen comportamiento de aceras, pistas y demás construcciones que emplean la pavimentación urbana, durante la vida útil del servicio. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2010)

2.2.5. Residuos de construcción y demolición (RCD)

Actualmente el uso excesivo e irresponsable de recursos naturales ha generado el deterioro paulatino y progresivo del medio ambiente. Por lo que, resulta importante establecer estrategias para la reutilización de materiales de construcción provenientes del concreto.

Teniendo en cuenta que reciclar y reutilizar los residuos de construcción y demolición (RCD) es una práctica cada vez más frecuente en todos los países desarrollados, las cuales se basan en argumentos de índole comercial o medioambiental, esto sumado a la creciente concientización ciudadana, referente a la necesidad de reciclar los materiales que cumplieron con su vida útil.

Por otra parte, Burgos (2010) indica que los RCD es un concepto relacionado a la industria de la construcción, ya que son aquellos materiales generados en la ejecución de las obras civiles, pudiendo variar en cantidad, volumen y proporción según el tipo de proyecto a realizar (construcción, renovación o ampliación). En consecuencia, los define como aquellos que se originan durante la ejecución de construcciones, ya sea una nueva, reparación o acondicionamiento. Por otra parte, Martel (2008) los RCD son los sobrantes

que no son usados para la estructura o que han sido eliminados durante el proceso constructivo.

2.2.5.1. Caracterización de los agregados RCD

Para realizar la caracterización de los agregados de RCD, se debe determinar las propiedades físicas y mineralógicas para evaluar la conveniencia técnica de su reutilización, por lo que, aparte de evaluar la cantidad producida, es necesario realizar pruebas para determinar la composición mineralógica y sus propiedades de densidad, absorción de agua y el tamaño de la partícula. (Chica-Osorio & Beltrán-Montoya, 2018)

De la misma forma, Chica-Osorio y Beltrán-Montoya (2018) recomiendan que los RCD's deben someterse a procesos de reducción de tamaño, además de determinarse el índice de trabajo para conocer el diseño final del beneficio, así como para evaluar el costo energético del reproceso. Por otra parte, a pesar de que la caracterización fisicoquímica y el proceso de inventariar demandan tiempo y dinero, este proceso favorece la identificación de los RCD con mayor potencial de reutilización, lo que garantizará la incorporación de varios tipos de RCD en diferentes granulometrías y otros aportes a las características finales del concreto final. En conclusión, la ventaja de caracterizar los RCD producidos, desde una perspectiva técnica permitirá la reducción de materiales destinados a los botaderos, permitiendo transformarlos y usarlos como materia prima.

2.2.5.2. Densidad de los agregados de RCD

Al evaluar los agregados de RCD para la formulación de pavimento rígido es importante evaluar la densidad que brindan estos materiales al concreto, pues

Mattey Centeno et al. (2014), afirman que la densidad de los agregados reciclados es menor con respecto a los agregados naturales; la disminución de la densidad se explica porque la fracción de mortero que se adhiere y presenta mayor porosidad respecto a la piedra natural genera que la densidad se vea reducida, en consecuencia el mortero adherido afecta la densidad, porosidad y absorción de partículas, por lo que es importante evaluar a densidad de los agregados de RCD.

2.2.5.3. Absorción de agua de los agregados de RCD

La absorción de agua es la masa del agua que recubre los espacios o poros permeables de los fragmentos del agregado, sin considerar el agua adherida a su superficie, la cual se expresa como una proporción de la masa seca del agregado luego del periodo de secado de una hora a $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$. (Rojas Ramírez & Berrío Mutiz, 2019)

Esta propiedad de los agregados de RCD es muy importante, pues estos generalmente se caracterizan por su elevada capacidad de absorción de agua, y los estudios realizados demuestran que esta propiedad presenta mayores diferencias respecto a los agregados naturales; observándose que el porcentaje de absorción de agua de los agregados de RCD son superiores a los naturales, debido también a la estructura porosa del mortero adherido que tienen los agregados. (Mattey Centeno et al., 2014)

2.2.5.4. Humedad de los agregados de RCD

Es importante evaluar la humedad en los agregados de RCD, debido a que el porcentaje de humedad en la materia prima para la construcción presenta una variabilidad en su composición lo que influye directamente en la obtención de una

mezcla de la mejor calidad, por lo que el agua es un componente de alto impacto en las propiedades requeridas. En tal sentido, al requerir hormigón, que es un compuesto de bajo costo y empleado para la elaboración del concreto, en este caso, al ser sustituido parcial o totalmente por los agregados de RCD resulta indispensable evaluar la humedad de estos para que la formulación del concreto para pavimento rígido cuente con ciertos niveles que cumplan con los requerimientos mínimos exigidos. (La Madrid Shimokawa, 2020)

Para determinar el porcentaje de humedad, existen diversos procedimientos como determinar la diferencia de pesos luego de someterse a la evaporación del agua en horno, o emplear métodos más tecnológicos a partir de su imagen hiperspectral con propiedades propias de la materia a estudiar o con su coeficiente dieléctrico. (La Madrid Shimokawa, 2020)

2.2.6. Granulometría

La granulometría es la proporción de tamaños de partículas que forma parte de la mezcla de agregados. Por lo que, se realiza el análisis granulométrico, consistente en la separación de una mezcla de agregados en partes de igual tamaño mediante el paso de diversos tamices con aberturas cuadradas. Los tamices dispuestos para este proceso consideran una aperturas por pulgada lineal para tamices menores a 1/8 de pulgada (Rojas Ramírez & Berrío Mutiz, 2019). Este proceso de caracterización granulométrica de los agregados permite establecer residuos para reutilizarlos como materia prima, lo que favorece la política ambiental como estrategia de sostenibilidad de entornos sociales, reduciendo de esa forma la contaminación por RCD. (Palacio-León et al., 2017)

La granulometría implica realizar un análisis comparativo de agregados naturales y reciclados, para determinar técnicamente las similitudes y distinciones que tienen a nivel

físico. Es decir, este análisis es un procedimiento para elegir el material reciclado, la dosis determinada según la normativa NTC 174. Sin embargo, algunos estudios previos realizados muestran que los agregados reciclados no tienen las propiedades físicas mínimas para ser totalmente usadas en obras de construcción civil. (Palacio-León et al., 2017)

De lo anterior, se reconoce la importancia de estudiar experimentalmente las mezclas de agregados de RCD, para determinar el porcentaje óptimo de reutilización de RCD y que cumpla con las propiedades físicas y mecánicas para obtener un pavimento rígido dentro de los niveles exigidos.

2.2.7. Ensayos de elasticidad

Los ensayos de elasticidad están definidos como la relación entre el esfuerzo al que se somete a un material con su respectiva deformación unitaria. Es decir, es la rigidez del material frente a la carga aplicada sobre este. Si la relación entre el esfuerzo y la deformación unitaria es lineal o constante y estos esfuerzos no adquieren los valores límites de proporcionalidad, entonces se dice que el material posee un comportamiento elástico y cumple con la Ley de Hooke. (Grupo ARGOS, 2020)

Los ensayos de elasticidad son fundamentales en la construcción, porque es el parámetro que indica el comportamiento de la deformación del concreto, diferentes estudios y modelos matemáticos han buscado determinar, estimar y predecir el módulo de elasticidad, estos estudios evaluaron el comportamiento de la zona de transición interfacial. Sin embargo, los modelos experimentales conocidos no exploraron el módulo de elasticidad de concretos modificados. (Asprilla et al., 2020)

Asimismo, la variación del módulo de elasticidad del concreto origina cambios en las deformaciones y/o desplazamientos del elemento final, por lo que es importante considerar el efecto que pueden tener los agregados en las propiedades mecánicas del

concreto. Los tipos de concreto modificado son mediante la inclusión de residuos de llanta, residuos de vidrio triturado, polietileno de tereftalato (PET) y RCD, presentando ciertos grados de incertidumbre con relación a la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad esperados. (Asprilla et al., 2020)

2.2.8. Propiedades en estado fresco

Se denomina concreto fresco a aquel que acaba de ser mezclado, teniendo por consiguiente las siguientes propiedades:

2.2.8.1. Trabajabilidad

El concreto fresco se dice que es una mezcla trabajable y esta se determina mediante la “prueba slump” usando una plancha base, un cono y una varilla de metal. Esta prueba se realiza mediante la medición de la altura de la masa de concreto después de extraerse de un cono usado como molde. Mientras mayor sea la altura mejor será la trabajabilidad. (Construyendo Seguro, s. f.)

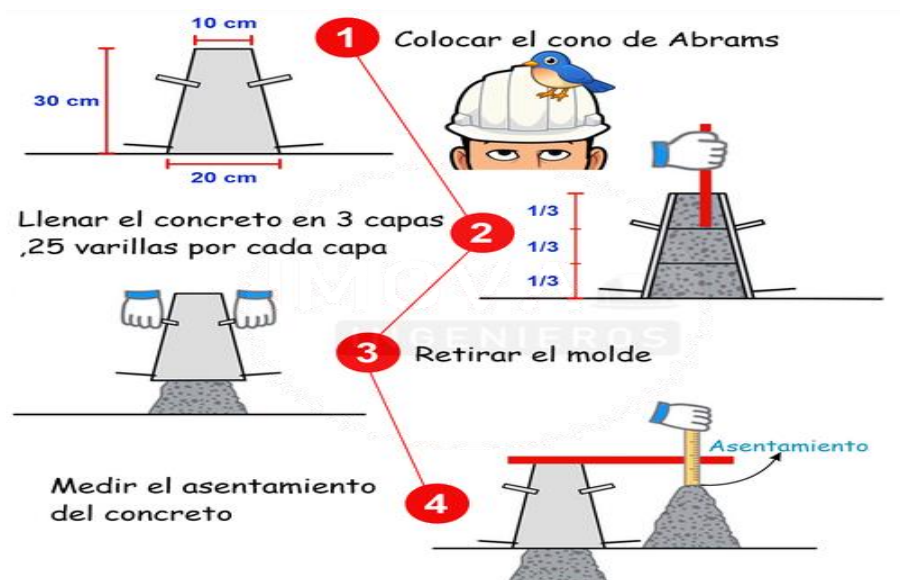


Figura 1. Prueba Slump para medir la trabajabilidad del concreto

Fuente: Construyendo Seguro (s. f.)

2.2.8.2.Segregación

Otra propiedad del concreto fresco es la segregación, esta es una característica que permite identificar la calidad del concreto, teniendo en cuenta que mientras mayor sea la segregación peor será la calidad. Por lo que se recomienda evitar el exceso de segregación evitando el traslado del concreto por caminos accidentados. (Construyendo Seguro, s. f.)

2.2.8.3.Exudación

El concreto fresco puede sufrir de exudación, que se presenta cuando parte del agua sale a la superficie del concreto. El exceso de exudación puede provocar el debilitamiento de la superficie del concreto. (Construyendo Seguro, s. f.)

2.2.8.4.Contracción

La contracción del concreto fresco genera variaciones en el volumen del concreto debido a la pérdida de agua por la evaporación. Esta es la razón por la que se debe evitar la contracción mediante el curado del concreto. (Construyendo Seguro, s. f.)

CAPÍTULO III

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Enfoque de la investigación

Por la naturaleza de la investigación corresponde al Enfoque Cuantitativo porque se analizó las variables “Porcentaje de agregados de RCD” y “Propiedades mecánicas y costos de concreto para pavimentos”, por medio de métodos estadísticos que nos permitieron obtener los resultados del trabajo de investigación (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

3.2. Alcance

La naturaleza de la investigación corresponde al Tipo Descriptivo – Experimental porque se describe la caracterización de los RCD, mientras que las variables “Porcentaje de agregados de RCD” y “Propiedades mecánicas y costos de concreto para pavimentos” fueron analizados de manera experimental con pruebas de laboratorio para obtener los resultados de la investigación (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

3.3. Diseño de la investigación

El diseño de investigación para este estudio fue Experimental el mismo que será analizado mediante pruebas de laboratorio para poder realizar el análisis comparativo entre las variables de estudio (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población para realizar este estudio se consideró a los especímenes de concreto con agregados RCD para pavimentos.

3.4.2. Muestra

La muestra para este estudio fueron 60 especímenes de concreto con agregados RCD para pavimentos, las mismas que han sido examinadas mediante pruebas de laboratorio para realizar el análisis comparativo.

3.5. Hipótesis

3.5.1. Hipótesis general

El agregado de residuos de construcción y demolición (RCD) influye en las propiedades mecánicas de concreto para pavimento rígido.

3.5.2. Hipótesis específicas

- Usando agregado de residuos de construcción y demolición (RCD), alcanza su resistencia a la compresión y permite utilizarse para pavimento rígido.
- Usando agregado de residuos de construcción y demolición (RCD), alcanza su resistencia a la tracción y flexión para utilizarse en pavimento rígido.
- La disposición de los agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de pavimento rígido, garantiza sus propiedades físicas y mecánicas.

3.6. Variables y operacionalización

3.6.1. Variables

Son características o cualidades susceptibles de sufrir cambios, en las investigaciones estas se convierten en objetos a analizar, medir, manipular o controlar (Gallardo Echenique, 2017). En nuestra investigación como variables se consideraron las siguientes:

Variable independiente

Esta variable es la que el investigador puede manipular intencionadamente y controlar de manera directa para evaluar los efectos sobre otra variable denominada dependiente (Gallardo Echenique, 2017). En esta investigación son los agregados de RCD.

Variable dependiente

Esta variable corresponde a la que evidencia los resultados de la manipulación de la variable independiente, es la variable que se quiere explicar (Gallardo Echenique, 2017). En esta investigación se considera el pavimento rígido.

3.6.2. Operacionalización de variables

La investigación consideró las variables, dimensiones, indicadores y escalas de medición que muestra la tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Agregados de RCD	Proporción de agregados RCD	Granulometría	Razón
		Contenido de humedad	%
		Peso unitario	Kg/m ³
		Peso específico	g/cm ³
		% de absorción	%
Tipo de agregado RCD	de	Tamaño del agregado ½", ¾", 1" de RCD	Razón
		Forma y dimensión	
Disposición de los agregados	de	Testigos de concreto	25%, 50%, 75%, 100%
Pavimentos rígidos	Resistencia a la compresión	NTP 339.034	Kg/cm ²
	Resistencia a la tracción	NTP 339.084	Kg/cm ²
	Resistencia a la flexión	NTP 339.079	Kg/cm ²

3.7. Técnicas e instrumentos

3.7.1. Técnicas

Observación

Esta técnica se utiliza para ahondar en el conocimiento del procedimiento de exploración. Pudiendo aplicar como instrumento la guía de observación o de campo (Tamayo Ly & Silva Siesquén, s. f.). En el estudio se utilizó una guía de observación de campo para registrar información respecto al estado de los RCD.

Observación experimental

La observación experimental permite recoger datos en circunstancias controladas por el investigador, ya que éste debe manipular las variables. El instrumento puede ser la hoja o ficha de registro de datos (Tamayo Ly & Silva Siesquén, s. f.). Se utiliza para registrar los datos de las pruebas de laboratorio de los especímenes de concreto para pavimento.

3.7.2. Instrumentos

Ficha de registro de datos

Este es un instrumento estructurado que favorece la obtención de la información de los ensayos de laboratorio a los especímenes de concreto para pavimento (Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades, 2012).

Pruebas de laboratorio

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010), los ensayos para determinar si los agregados de RCD y el concreto para pavimento cumplen con los requisitos para su uso son:

- a) Granulometría
- b) Humedad
- c) Ensayo resistencia a la compresión
- d) Peso unitario
- e) Peso específico y absorción
- f) Ensayos de resistencia a la tracción y flexión

3.8. Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

3.8.1. Descriptiva e inferencial

La estadística descriptiva se empleó para representar gráficamente y para comparar los datos obtenidos en los ensayos. Mientras que la estadística inferencial se utilizó para determinar la existencia de diferencias en los ensayos de resistencia a la compresión, tracción y flexión.

3.8.2. Paquetes estadísticos

Para la organización, representación y análisis de los resultados de los ensayos se utilizó el programa Microsoft Excel 2016 y el software SPSS v.26 para garantizar la confiabilidad del procesamiento de los datos mediante las pruebas estadísticas.

3.9. Ámbito de estudio

El estudio se realizó con los agregados proporcionados por la Planta Procesadora de Agregados "Glorieta", quienes emplean materiales de la cantera del río Huatatas, del distrito de Andrés Avelino Cáceres ubicado a 20 minutos de la ciudad de Huamanga y cuyas coordenadas son 587715.31mE, 8547054.08m.

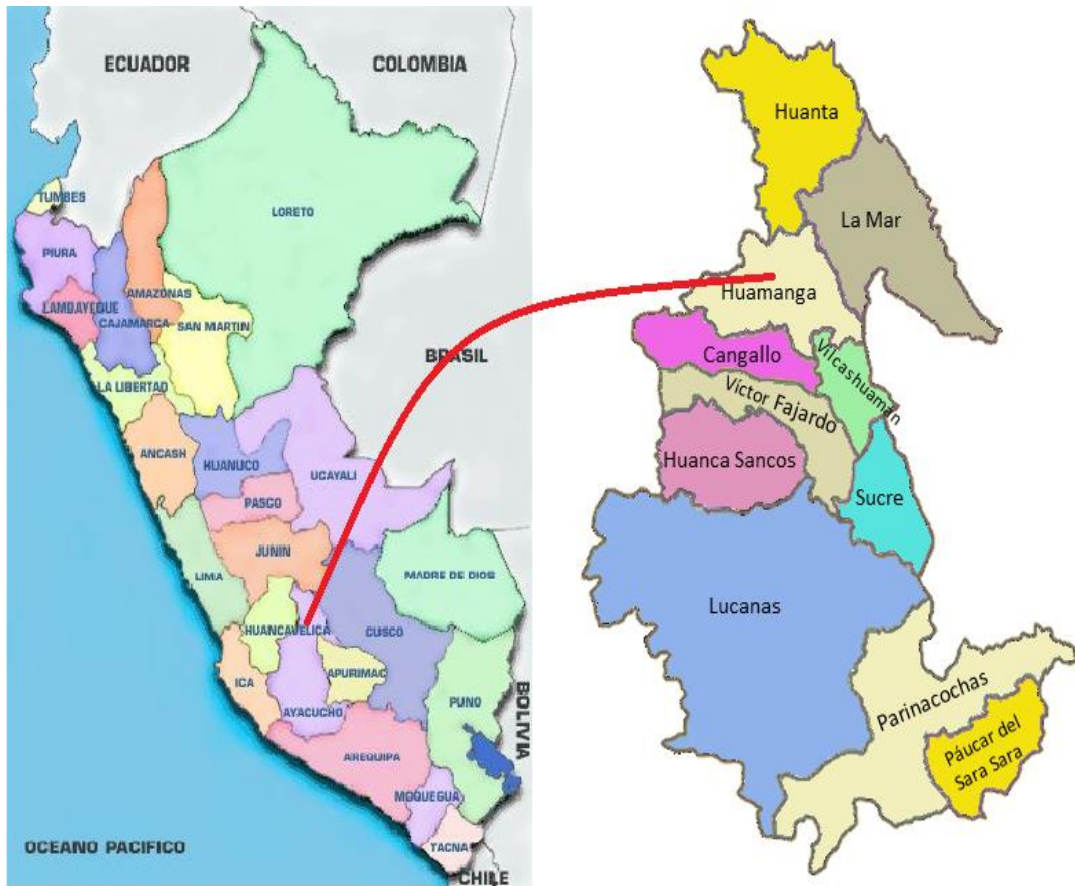


Figura 2. Mapa del Perú y del departamento de Ayacucho

Fuente: Municipalidad Provincial de Huamanga (2019)

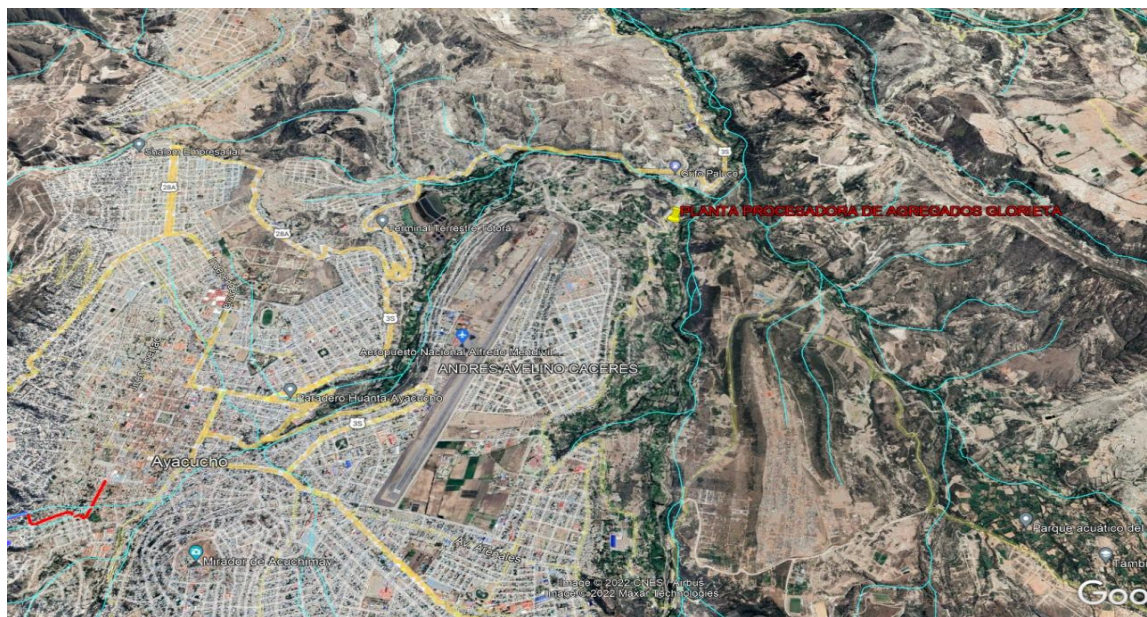


Figura 3. Ubicación de la Planta Procesadora de Agregados "Glorieta"

Fuente: Google Maps (s. f.)

Los agregados de RCD se obtuvieron de varias obras que se ejecutaron en la provincia de Huamanga de la región Ayacucho, donde se realizaron los ensayos correspondientes:



Figura 4. Ubicación de botaderos RCD en la ciudad de Huamanga

Fuente: Google Earth (2021)

La figura 4 muestra los cuatro principales botaderos de RCD, los cuales son Área RCD N° 1 sector Molepata, Área RCD N° 2 sector Totorá, Área RCD N° 3 el sector Yanama y el Área RCD N° 4 sector Huatatas.

De la misma forma que existen botaderos de RCD en el presente estudio se consideró los proyectos de pavimentación de recojo de RCD, los cuales son la alameda del sector Carmen Alto, el Jr. Faucett, la Av. Independencia, las pistas y veredas Canaan-Yanamilla y la Av. El Ejército, las cuales se muestran en la figura 5.

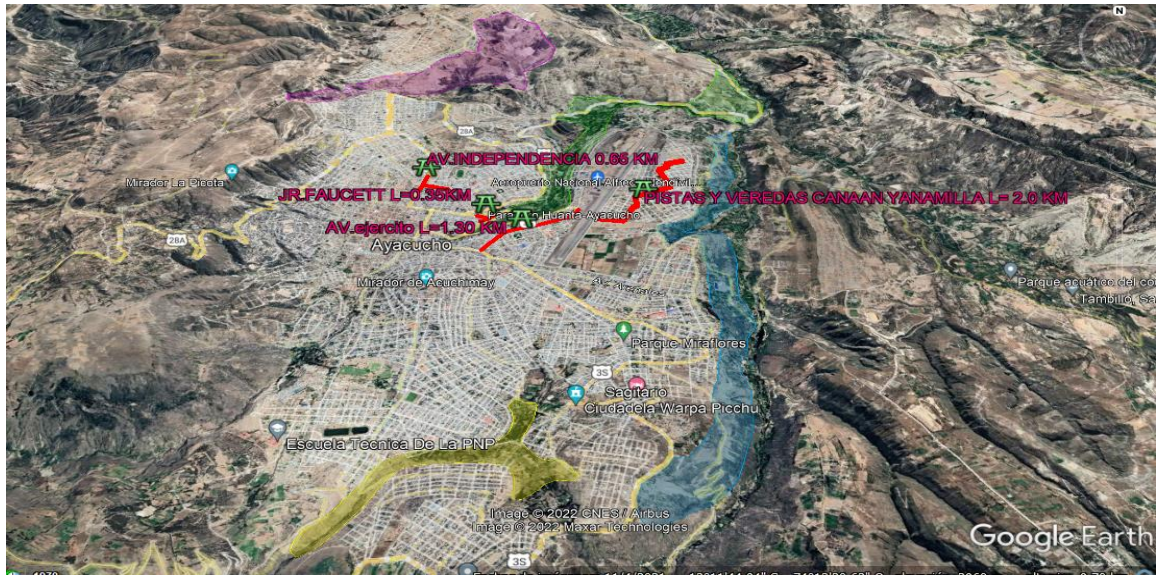


Figura 5. Ubicación de proyectos de pavimentación con recojo de RCD, Huamanga

Fuente: Google Earth (2021)

Límites de la provincia de Huamanga

- Norte : Con la provincia de Huanta
- Sur : Con la provincia de Cangallo
- Este : Con la provincia de Cangallo
- Oeste : Con la región de Huancavelica

Situación geográfica

La provincia de Huamanga tiene un área de 2981.37 Km², se ubica en las coordenadas geográficas: 13° 09' 26" LS, y 74°13'22" LO, presenta una altitud mínima y máxima de 2500 a 2800 m.s.n.m. (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2019)

Clima

Según el piso ecológico Estepa espinoso – Montano Bajo Subtropical en el que se encuentra el clima es seco y templado frío, las precipitaciones pluviales fluctúan entre los

250 mm a 500 mm en promedio anual. La temperatura media anual es de 12°C a 15°C. (Municipalidad Provincial de Huamanga, 2019)

3.10. Desarrollo del trabajo de investigación

Para el desarrollo del estudio se inició con la caracterización de los agregados de RCD, por lo que, para determinar la proporción adecuada de agregados de RCD y obtener resultados que sirvan de referencia para la utilización de estas en el diseño del concreto para pavimento rígido, es necesario realizar la caracterización de los agregados de RCD, a continuación, detallamos el análisis granulométrico de los agregados y los resultados de sus propiedades físicas.

3.10.1. Análisis granulométrico

Según la norma técnica NTP 339.128 y ASTM C-136 se emplearon varios tamices para caracterizar el tamaño del agregado grueso y fino (INDECOPI, 2014). En este estudio se hizo con arena gruesa como agregado fino y piedra chancada como agregado grueso.



Figura 6. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso y agregado fino

3.10.1.1. Granulometría de la arena gruesa y 100% de piedra chancada

La caracterización granulométrica de los agregados grueso y fino para la mezcla patrón se presentan en las tablas 2 y 3.

Tabla 2: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 100% piedra chancada

Malla		Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificaciones
Tamiz	Mm		Parcial	Acumulado		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	23.00	1.50	1.50	98.50	100 – 100
3/4"	19.050	115.00	7.50	9.00	91.00	90 – 100
1/2"	12.700	763.00	49.77	58.77	41.23	
3/8"	9.525	342.00	22.31	81.08	18.92	20 – 55
1/4"	6.350	0.00	0.00	81.08	18.92	
Nº 4	4.760	265.00	17.29	98.37	1.63	0 – 10
Nº 8	2.380	5.00	0.33	98.70	1.30	0 – 5
Base		20.00	1.30	100.00	0.00	Módulo de fineza
Total		1533.00	100.00			6.88

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

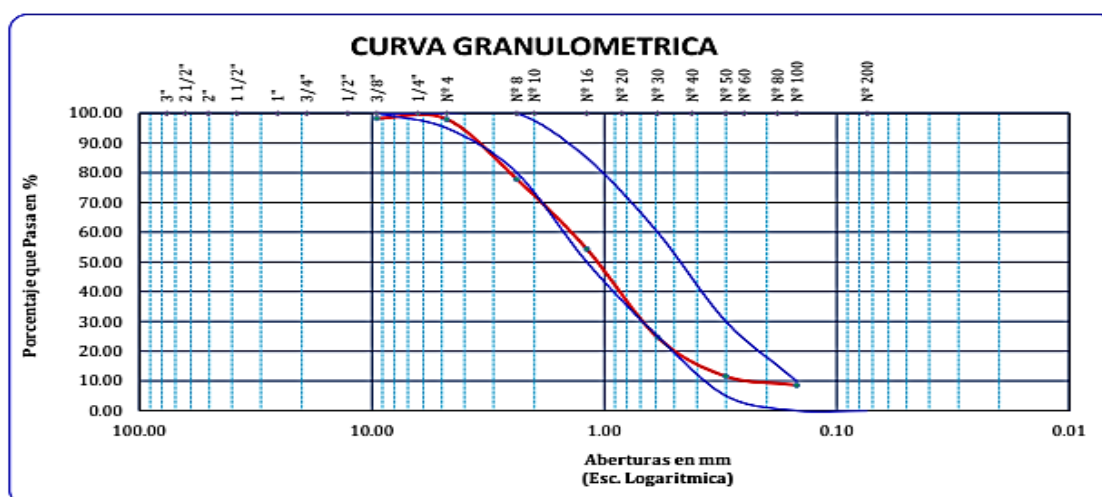


Figura 7. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso 100% piedra chancada

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

La granulometría evidencia que el agregado grueso cumple con las especificaciones granulométricas del agregado global NTP 400.037, pues de acuerdo al Huso 67 (INDECOPI, 2018), el agregado debe fluctuar entre 90 y 100% que pasa en el tamiz 3/4", entre 20% y 55% por el de 3/8" pero se observa que se encuentra 1.08% por debajo de lo normado, entre 0 y 10% por el tamiz N° 4 y entre el 0 y 5% por el tamiz N° 8. Por lo tanto, el agregado cumple con los parámetros globales, según se observa en la figura 7.

Tabla 3: Análisis granulométrico por tamizado de agregado fino arena gruesa

Malla		Peso	% Retenido	% Retenido	% que pasa	Especificaciones
Tamiz	mm	(gr)	Parcial	Acumulado		
3/8"	9.525	25.00	1.68	1.68	98.32	100 – 100
1/4"	6.350					
N° 4	4.760	127.00	8.52	10.20	89.80	95 – 100
N° 8	2.380	178.00	11.95	22.15	77.85	80 – 100
N° 10	2.000	0.00	0.00	22.15	77.85	
N° 16	1.190	350.00	23.49	45.64	54.36	50 – 85
N° 20	0.840	0.00	0.00	45.64	54.36	
N° 30	0.590	443.00	29.73	75.37	24.63	25 – 60
N° 40	0.420	0.00	0.00	75.37	24.63	
N° 50	0.300	195.00	13.09	88.46	11.54	5 – 30
N° 60	0.250	0.00	0.00	88.46	11.54	
N° 80	0.180	0.00	0.00	88.46	11.54	
N° 100	0.149	44.00	2.95	91.41	8.59	0 – 10
N° 200	0.074	14.00	0.94	92.35	7.65	
Base		114.00	7.65	100.00	0.00	Módulo de fineza
Total		1490.00	100.00			3.07

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

Tabla 4: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 25% RCD y 75% piedra chancada

Malla		Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificaciones
Tamiz	Mm		Parcial	Acumulado		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	40.00	1.84	1.84	98.16	100 – 100
3/4"	19.050	154.00	7.10	8.94	91.06	90 – 100
1/2"	12.700	1289.00	59.43	68.37	31.63	
3/8"	9.525	356.00	16.41	84.79	15.21	20 – 55
1/4"	6.350	0.00	0.00	84.79	15.21	
Nº 4	4.760	245.00	11.30	96.08	3.92	0 – 10
Nº 8	2.380	65.00	3.00	99.08	0.92	0 – 5
Base		20.00	0.92	100.00	0.00	Módulo de fineza
Total		2169.00	100.00			6.90

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

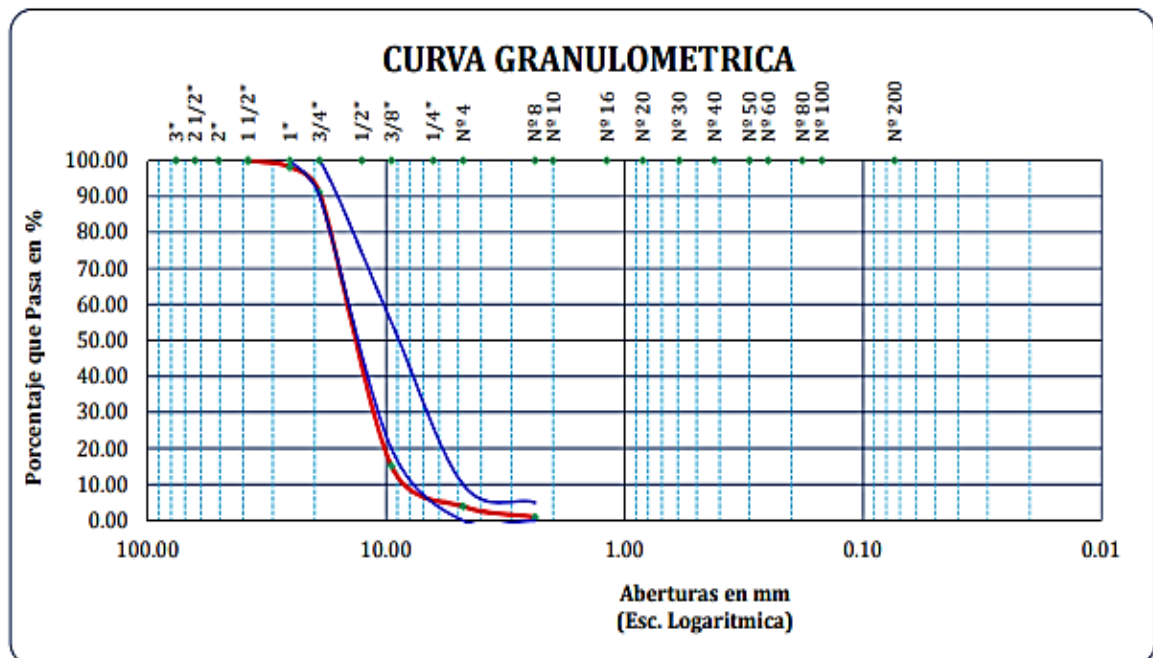


Figura 9. Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 25% RCD y 75% piedra chancada

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

La granulometría muestra que el agregado grueso con 75% piedra chancada y 25% RCD cumple con las especificaciones granulométricas del agregado según la NTP 400.037 en la mayoría de tamices, ya que en el Huso 67 (INDECOPI, 2018) los tamices 1" y 3/8" presenta valores inferiores a lo determinado en la norma, como se puede apreciar en la figura 9.

3.10.1.3. Granulometría del agregado grueso 50% RCD y 50% piedra chancada

El análisis granulométrico del agregado grueso con 50% RCD y 50% piedra chancada se muestra en la tabla 5.

Tabla 5: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 50% RCD y 50% piedra chancada

Malla		Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificaciones
Tamiz	Mm		Parcial	Acumulado		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 – 100
3/4"	19.050	98.00	10.49	10.49	89.51	90 – 100
1/2"	12.700	389.00	41.65	52.14	47.86	
3/8"	9.525	183.00	19.59	71.73	28.27	20 – 55
1/4"	6.350	0.00	0.00	71.73	28.27	
Nº 4	4.760	232.00	24.84	96.57	3.43	0 – 10
Nº 8	2.380	12.00	1.28	97.86	2.14	0 – 5
Base		20.00	2.14	100.00	0.00	Módulo de fineza
Total		934.00	100.00			6.79

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

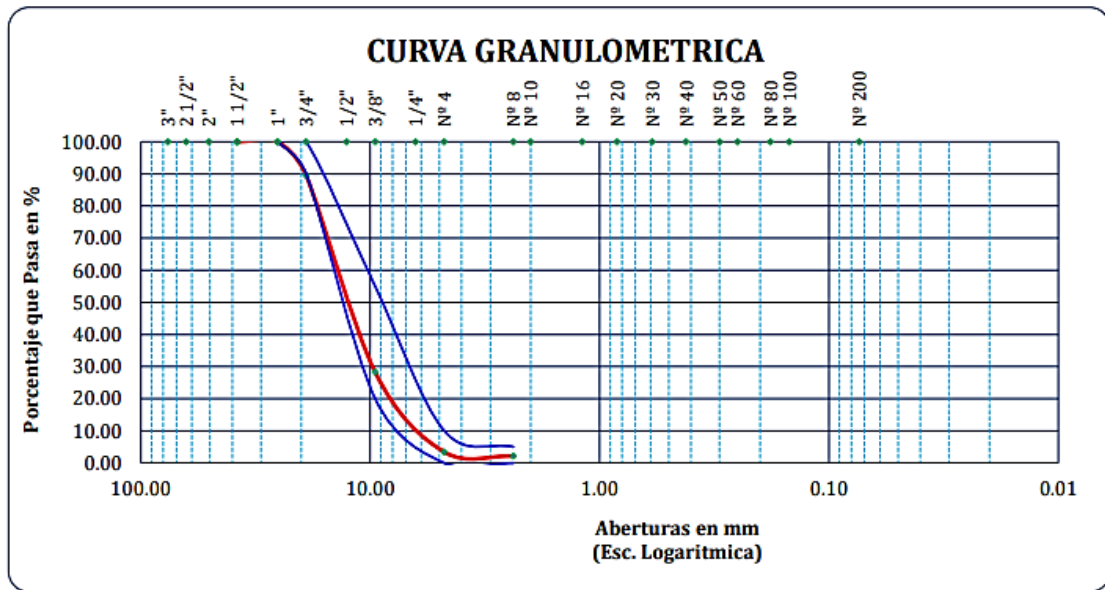


Figura 10. Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 50% RCD y 50% piedra chancada

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

La granulometría muestra que el agregado grueso con 50% piedra chancada y 50% RCD cumple con las especificaciones granulométricas del agregado según la NTP 400.037 en la mayoría de tamices, ya que en el Huso 67 (INDECOPI, 2018) el tamiz 3/4" presenta menos de medio punto porcentual inferior a lo determinado en la norma, lo que se puede apreciar en la figura 10.

3.10.1.4. Granulometría del agregado grueso 75% RCD y 25% piedra chancada

El análisis granulométrico del agregado grueso con 25% piedra chancada y 75% RCD se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 75% RCD y 25% piedra chancada

Malla		Peso	% Retenido	% Retenido	% que pasa	Especificaciones
Tamiz	Mm	(gr)	Parcial	Acumulado		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 – 100
3/4"	19.050	284.00	16.63	16.63	83.37	90 – 100
1/2"	12.700	785.00	45.96	62.59	37.41	
3/8"	9.525	253.00	14.81	77.40	22.60	20 – 55
1/4"	6.350	0.00	0.00	77.40	22.60	
Nº 4	4.760	332.00	19.44	96.84	3.16	0 – 10
Nº 8	2.380	34.00	1.99	98.83	1.17	0 – 5
Base		20.00	1.17	100.00	0.00	Módulo de fineza
Total		1708.00	100.00			6.91

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

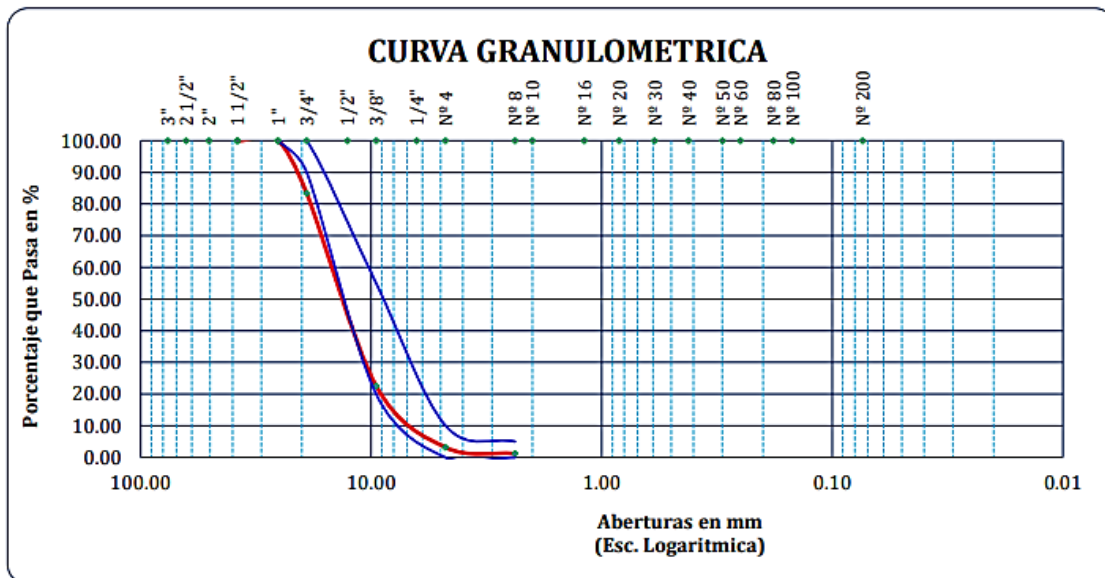


Figura 11. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso 75% RCD y 25% piedra chancada

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

La granulometría muestra que el agregado grueso con 25% piedra chancada y 75% RCD no cumple con las especificaciones granulométricas del agregado según la NTP 400.037, ya que en el Huso 67 (INDECOPI, 2018) el tamiz 3/4" presenta un porcentaje inferior a lo determinado en la norma, lo que se puede apreciar en la figura 11.

3.10.1.5. Granulometría del agregado grueso 100% RCD

El análisis granulométrico del agregado grueso 100% RCD se muestra en la tabla 7.

Tabla 7: Análisis granulométrico por tamizado de agregado grueso 100% de RCD

Malla		Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificaciones
Tamiz	Mm		Parcial	Acumulado		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100 – 100
3/4"	19.050	126.00	13.02	13.02	86.98	90 – 100
1/2"	12.700	449.00	46.38	59.40	40.60	
3/8"	9.525	236.00	24.38	83.78	16.22	20 – 55
1/4"	6.350	0.00	0.00	83.78	16.22	
Nº 4	4.760	132.00	13.64	97.42	2.58	0 – 10
Nº 8	2.380	5.00	0.52	97.93	2.07	0 – 5
Base		20.00	2.07	100.00	0.00	Módulo de fineza
Total		968.00	100.00			6.94

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

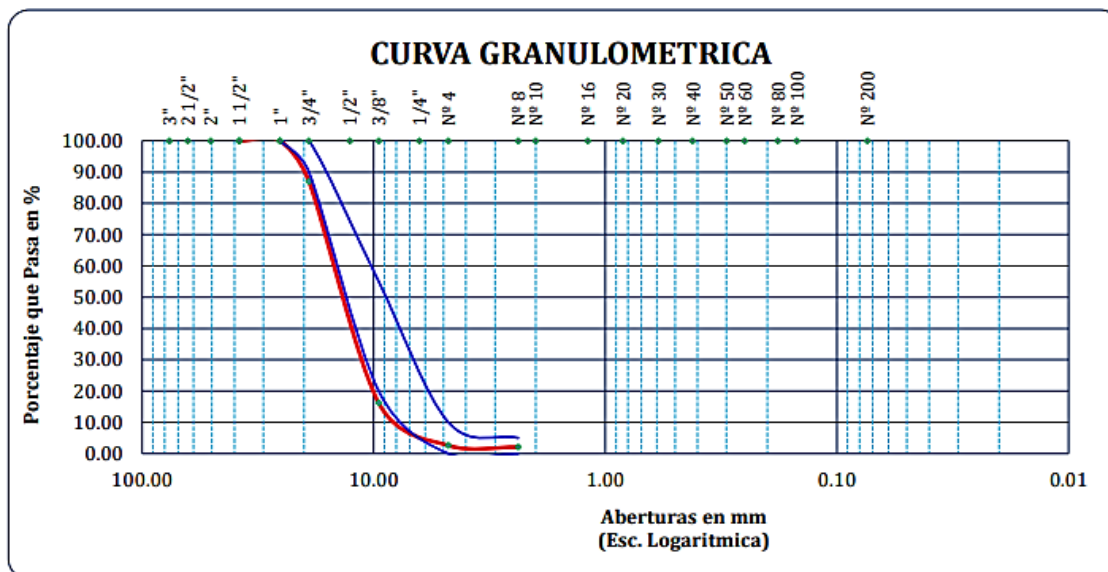


Figura 12. Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso 100% RCD

Fuente: JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto (2022)

La granulometría muestra que el agregado grueso 100% RCD se encuentra ligeramente por debajo de lo determinado en las especificaciones granulométricas del agregado según la NTP 400.037, ya que en el Huso 67 (INDECOPI, 2018) los tamices 3/4" y 3/8" tienen porcentajes inferiores a lo determinado en la norma, lo que se puede apreciar en la figura 12.

3.10.2. Contenido de humedad

Para realizar el diseño de mezcla considerando las características particulares del agregado sin RCD, así como con las diferentes variaciones porcentuales

Tabla 8: Contenido de humedad del agregado grueso diferentes porcentajes de RCD

Datos	100% piedra chancada	25% RCD + 75% piedra chancada	50% RCD + 50% piedra chancada	75% RCD + 25% piedra chancada	100% RCD
Peso de tara	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso tara + M. húmedo	550.00	465.00	670.00	567.00	575.00

Peso tara + M. seco	525.00	450.00	652.00	559.00	570.00
Peso de agua	25.00	15.00	18.00	8.00	5.00
Peso muestra seca gr.	525.00	450.00	652.00	559.00	570.00
Contenido Humedad %	4.76	3.33	2.76	1.43	0.88
Promedio cont. Humedad %	4.76	3.33	2.76	1.43	0.88

Fuente: Elaboración propia

Para determinar la humedad de los agregados con diferentes porcentajes de RCD, según la NTP 339.185 se aplicó el procedimiento establecido en la ASTM C-566, evidenciando que el porcentaje de contenido de humedad para agregados gruesos debe oscilar entre 1% a 6% (Garavito Isaza, 2020), en consecuencia, se aprecia que el agregado grueso con 100% de RCD se encuentra por debajo de dichos valores, lo que debe tenerse en cuenta al momento de diseñar la mezcla de concreto. Además, la muestra con mayor humedad es la que no contiene RCD, seguida por la que tiene 25% de RCD.

Tabla 9: Contenido de humedad del agregado fino

Datos	Agregado fino
Peso de tara	0.00
Peso tara + M. húmedo	563.00
Peso tara + M. seco	540.00
Peso de agua	23.00
Peso muestra seca gr.	540.00
Contenido Humedad %	4.26
Promedio cont. Humedad %	4.26

Fuente: Elaboración propia

De la misma forma, al analizar los resultados del ensayo para determinar la humedad del agregado fino, según la NTP 339.185 se evidencia que al aplicar el procedimiento establecido en la ASTM C-566, el porcentaje de contenido de humedad

debe estar entre 3% a 8% (Garavito Isaza, 2020), por consiguiente, el agregado fino cumple con dicha normativa, pues tiene 4.26% de humedad.

3.10.3. Peso unitario

Para determinar el porcentaje óptimo de agregado RCD para el diseño de mezcla es necesario conocer el peso unitario, para que se realicen los reajustes correspondientes en la proporción para la mezcla, por lo que, se realizó este ensayo con las diferentes variaciones porcentuales de agregado RCD.

Tabla 10: Peso unitario del agregado grueso suelto con diferentes porcentajes de RCD

Datos	100% piedra chancada	25% RCD + 75% piedra chancada	50% RCD + 50% piedra chancada	75% RCD + 25% piedra chancada	100% RCD
Peso del Molde (gr.)	6440.00	6440.00	6440.00	6440.00	6440.00
Peso Molde + Muestra (gr.)	9321.33	9250.33	9216.67	9145.00	9116.00
Volumen de Muestra (gr.)	2881.33	2810.33	2776.67	2705.00	2676.67
Volumen de Molde (cm3.)	2073.00	2073.00	2073.00	2073.00	2073.00
Peso Unitario (Kg/m3)	1389.94	1355.68	1339.45	1304.87	1291.21
Peso Unitario Húmedo (Kg/m3)	1390.00	1356.00	1339.00	1305.00	1291.00
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1327.00	1312.00	1303.00	1286.00	1280.00

Fuente: Elaboración propia

Según la NTP 400.017 el peso unitario volumétrico del agregado se clasifica en pesados para valores mayores que 1900 Kg/m3, normales entre 1120 y 1900 Kg/m3 y

livianos para valores menores a 1120 Kg/m³ (Huaroc Palacios, 2017), observándose que todos los agregados gruesos en estado suelto sin y con diferentes porcentajes de RCD tienen un peso unitario normal. Sin embargo, el peso unitario de la muestra con 100% de piedra chancada como agregado grueso es mayor a las muestras con diferentes porcentajes de RCD, siendo el más aproximado la que contiene 25% de RCD.

Tabla 11: Peso unitario del agregado grueso compactado con diferentes porcentajes de RCD

Datos	100% piedra chancada	100% RCD	75% RCD + 25% piedra chancada	50% RCD + 50% piedra chancada	25% RCD + 75% piedra chancada
Peso del Molde (gr.)	6440.00	6440.00	6440.00	6440.00	6440.00
Peso Molde + Muestra (gr.)	9786.33	9547.67	9576.33	9614.33	9682.00
Volumen de Muestra (gr.)	3346.33	3107.67	3136.33	3174.33	3242.00
Volumen de Molde (cm ³ .)	2073.00	2073.00	2073.00	2073.00	2073.00
Peso Unitario (Kg/m ³)	1614.25	1499.11	1512.94	1531.27	1563.92
Peso Unitario Húmedo (Kg/m ³)	1614.00	1499.00	1513.00	1531.00	1564.00
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1541.00	1486.00	1492.00	1490.00	1513.00

Fuente: Elaboración propia



Figura 13: *Peso unitario del agregado grueso suelto y compactado*

De manera similar, según la NTP 400.017 el peso unitario volumétrico de todos los agregados gruesos compactados sin y con diferentes porcentajes de RCD se encuentran dentro del peso unitario normal. Pero el mayor valor lo tiene la muestra sin RCD.

Tabla 12: *Peso unitario del agregado fino suelto y compactado*

Datos	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
Peso del Molde (gr.)	6440.00	6440.00
Peso Molde + Muestra (gr.)	9185.67	9837.33
Volumen de Muestra (gr.)	2745.67	3397.33
Volumen de Molde (cm3.)	2073.00	2073.00
Peso Unitario (Kg/m3)	1324.49	1638.85
Peso Unitario Húmedo (Kg/m3)	1324.00	1639.00
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1270.00	1572.00

Fuente: Elaboración propia



Figura 14: *Peso unitario del agregado fino suelto y compactado*

Los resultados obtenidos en el peso unitario del agregado fino en estado suelto y compactado, según la NTP 400.017 el peso unitario volumétrico se encuentra dentro del peso unitario normal. Ya que se tiene 1270 y 1570 Kg/m³ en estado suelto y compacto.

3.10.4. Peso específico y absorción

Para establecer el porcentaje óptimo de agregado RCD en el diseño de mezcla también se calculó el peso específico y absorción de los agregados, tanto finos como gruesos sin y con RCD, lo que permitió realizar reajustes en la proporción para la mezcla, siendo los resultados los siguientes.

Tabla 13: Peso específico y absorción del agregado grueso con diferente porcentaje RCD

Datos		100% piedra chancada	100% RCD	75% RCD + 25% piedra chancada	50% RCD + 50% piedra chancada	25% RCD + 75% piedra chancada
1	Peso de la Muestra Secada al Horno (gr)	1993	1978	1965	1988	1975
2	Peso de la muestra saturada superficialmente Seco (gr)	2004	2012	2010	2008	2000
3	Peso de la Muestra Sumergida (gr)	1211	1219	1215	1205	1210
4	Peso Especifico de Masa: P.E.M. $1/(2-3)$ -(gr/cm ³)	2.51	2.49	2.47	2.48	2.50
5	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca P.E.M.S.S.S.($2/(2-3)$)	2.53	2.54	2.53	2.50	2.53
6	Peso Especifico Aparente P.E.A.: $1/(1-3)$	2.55	2.61	2.62	2.54	2.58
7	Porcentaje de Absorción: $\%ABS((2-1)/1)*100$	0.10	0.31	0.41	0.18	0.23

Fuente: Elaboración propia



Figura 15: Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso

El peso específico de los agregados con diferentes porcentajes de RCD son muy similares, varían entre 2.47 y 2.50gr/cm³, resultando menores al del agregado natural, 2.51gr/cm³. Mientras que la absorción es menor de los agregados con RCD varía entre 0.18 y 0.41, siendo muy superiores al porcentaje de absorción del agregado natural, 0.10.

Tabla 14: Peso específico y absorción del agregado fino

Datos		Arena gruesa
1	Peso de la Muestra Secada al Horno (gr)	387
2	Peso del frasco (picnometro)+agua (gr)	670
3	Peso del frasco+Agua+Muestra hasta la marca de calibración (gr)	915
4	Peso de arena sss. (gr)	400
5	Peso Especifico de Masa: P.E.M. (gr/cm ³)	2.50
6	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca P.E.M.S.S.S.	2.82
7	Peso Específico Aparente P.E.A.	2.73
8	Porcentaje de Absorción: %ABS	1.07

Fuente: Elaboración propia



Figura 16: *Determinación del peso específico y absorción del agregado fino*

El peso específico de la arena gruesa que se empleó como agregado fino es de 2.50gr/cm³, mientras que su porcentaje de absorción es de 1.07. Estos valores son importantes porque nos permiten realizar los reajustes para el diseño de mezcla de concreto para pavimento rígido.

3.11. Diseño de mezclas de concreto $f'c=210$ Kg/cm²

El diseño de mezcla de concreto $f'c=210$ Kg/cm² para pavimento se realizó teniendo en cuenta los diferentes porcentajes de agregado RCD desde 0% hasta 100%, con variaciones de 25%, para determinar el porcentaje óptimo que permite lograr la resistencia del concreto que cumpla con la normativa vigente, considerando los resultados las propiedades físicas de los agregados, de tal manera que se pueda realizar las correcciones en el diseño de la mezcla, empleando Cemento Portland Tipo I para una condición climática moderada.



Figura 17: *Diseño de mezcla de concreto para pavimento con agregado RCD*

Los resultados los detallamos a continuación:

3.11.1. Concreto con 0% de agregados de RCD

Para diseñar la mezcla de concreto para el pavimento patrón, es decir, sin porcentaje de RCD como agregado grueso, se empleó piedra chancada como agregado grueso, arena gruesa como agregado fino, cemento Portland Tipo I y agua potable libre de acidez y elementos perjudiciales para el concreto, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 15. Características del agregado grueso con 100% piedra chancada y agregado fino

Tipo de ensayo	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
Peso específico gr/cm ³	2.51	2.50	3.15
Peso unitario suelto Kg/m ³	1327	1270	
Peso unitario compactado Kg/m ³	1541	1572	
Módulo de fineza	6.88	3.07	
% Humedad natural	4.76	4.26	
% Absorción	0.10	1.07	

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, teniendo en cuenta las características de los agregados se hizo como se describe en seguida:

La proporción por kg de cemento fue de:

Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua de diseño (lt)
1.00	1.99	2.40	14.25

La proporción en volumen de la mezcla por bolsa de cemento fue de:

Cemento (bolsa)	Agregado fino (pie ³)	Agregado grueso (pie ³)	Agua de diseño (lt)
1.00	2.35	2.72	14.25

3.11.2. Concreto con 25% de agregados de RCD

Para diseñar la mezcla del concreto para pavimento rígido con 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso, arena gruesa como agregado fino, cemento Portland Tipo I y agua potable libre de acidez y elementos perjudiciales para el concreto, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 16. Características del agregado grueso con 25% RCD y 75% piedra chancada y agregado fino

Tipo de ensayo	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
Peso específico gr/cm ³	2.50	2.50	3.15
Peso unitario suelto Kg/m ³	1312	1270	
Peso unitario compactado Kg/m ³	1513	1572	
Módulo de fineza	6.90	3.07	
% Humedad natural	3.33	4.26	
% Absorción	0.23	1.07	

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, teniendo en cuenta las características de los agregados se hizo como se describe en seguida:

La proporción en peso de la mezcla por kg de cemento fue de:

Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua de diseño (lt)
1.00	2.01	2.35	15.78

La proporción en volumen de la mezcla por bolsa de cemento fue de:

Cemento (bolsa)	Agregado fino (pie ³)	Agregado grueso (pie ³)	Agua de diseño (lt)
1.00	2.37	2.68	15.78

3.11.3. Concreto con 50% de agregados de RCD

Para diseñar la mezcla del concreto para pavimento rígido con 50% de agregado RCD y 50% de piedra chancada como agregado grueso, arena gruesa como agregado fino,

cemento Portland Tipo I y agua potable libre de acidez y elementos perjudiciales para el concreto, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 17. Características del agregado grueso con 50% RCD y 50% piedra chancada y agregado fino

Tipo de ensayo	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
Peso específico gr/cm ³	2.48	2.50	3.15
Peso unitario suelto Kg/m ³	1303	1270	
Peso unitario compactado Kg/m ³	1490	1572	
Módulo de fineza	6.79	3.07	
% Humedad natural	2.76	4.26	
% Absorción	0.18	1.07	

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, teniendo en cuenta las características de los agregados se hizo como se describe en seguida:

La proporción en peso de la mezcla por kg de cemento fue de:

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso (kg)	Agua de diseño
(kg)	(kg)		(lt)
1.00	1.93	2.38	16.32

La proporción en volumen de la mezcla por bolsa de cemento fue de:

Cemento	Agregado fino	Agregado grueso	Agua de diseño
(bolsa)	(pie ³)	(pie ³)	(lt)
1.00	2.29	2.75	16.32

3.11.4. Concreto con 75% de agregados de RCD

Para diseñar la mezcla del concreto para pavimento rígido con 75% de agregado RCD y 25% de piedra chancada como agregado grueso, arena gruesa como agregado fino, cemento Portland Tipo I y agua potable libre de acidez y elementos perjudiciales para el concreto, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 18. Características del agregado grueso con 75% RCD y 25% piedra chancada y agregado fino

Tipo de ensayo	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
Peso específico gr/cm ³	2.47	2.50	3.15
Peso unitario suelto Kg/m ³	1286	1270	
Peso unitario compactado Kg/m ³	1492	1572	
Módulo de fineza	6.91	3.07	
% Humedad natural	1.43	4.26	
% Absorción	0.41	1.07	

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimento rígido, teniendo en cuenta las características de los agregados se hizo como se describe en seguida:

La proporción en peso de la mezcla por kg de cemento fue de:

Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua de diseño (lt)
1.00	2.01	2.27	17.80

La proporción en volumen de la mezcla por bolsa de cemento fue de:

Cemento (bolsa)	Agregado fino (pie3)	Agregado grueso (pie3)	Agua de diseño (lt)
1.00	2.38	2.65	17.80

3.11.5. Concreto con 100% de agregados de RCD

Para diseñar la mezcla del concreto para pavimento rígido con 100% de agregado RCD como agregado grueso, arena gruesa como agregado fino, cemento Portland Tipo I y agua potable libre de acidez y elementos perjudiciales para el concreto, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 19. Características del agregado grueso con 100% RCD y agregado fino

Tipo de ensayo	Agregado grueso	Agregado fino	Cemento
Peso específico gr/cm ³	2.49	2.50	3.15
Peso unitario suelto Kg/m ³	1280	1270	
Peso unitario compactado Kg/m ³	1486	1572	
Módulo de fineza	6.94	3.07	
% Humedad natural	0.88	4.26	
% Absorción	0.31	1.07	

Fuente: Elaboración propia

El diseño de mezcla de concreto $f'c = 210$ kg/cm² para pavimento rígido, teniendo en cuenta las características de los agregados se hizo como se describe en seguida:

La proporción en peso de la mezcla por kg de cemento fue de:

Cemento (kg)	Agregado fino (kg)	Agregado grueso (kg)	Agua de diseño (lt)
1.00	2.03	2.26	18.20

La proporción en volumen de la mezcla por bolsa de cemento fue de:

Cemento (bolsa)	Agregado fino (pie3)	Agregado grueso (pie3)	Agua de diseño (lt)
1.00	2.40	2.64	18.20



Figura 18: *Diseño de briquetas de concreto para pavimento con agregado RCD*

3.12. Resistencia a la compresión del concreto para pavimento

Para realizar los ensayos de resistencia a la compresión se procedió a realizar las briquetas de concreto para pavimento rígido para lograr una resistencia de 210 kg/cm², para lo cual se emplearon las proporciones determinadas para cada una de las mezclas con los correspondientes porcentajes de RCD.

Luego de realizar los ensayos de resistencia a la compresión de acuerdo al RNE Norma E-060 para concreto armado y la NTP 339.034. El ensayo de resistencia se

consideró al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas que fueron diseñadas con el mismo concreto y ensayadas a los 7, 14 y 28 días para determinar la $f'c$ que para el pavimento rígido debe ser de 210 kg/cm².



Figura 19: *Diseño de briquetas de concreto para pavimento con agregado RCD*

3.12.1. Concreto con 0% de agregados de RCD

Los resultados de la resistencia a la compresión con rotura axial para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se exhiben en la tabla 20.

Tabla 20. Ensayo de resistencia a la compresión $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 100% de piedra chancada

Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (Kg-f)	Resistencia		Promedio
												Kg/cm ²	%	
01	17/02/2022	24/02/2022	7 días	12253	15.15	30.00	180.27	5408.00	2.27	257.40	26247.1	145.60	69.33%	140.29
02	17/02/2022	24/02/2022		12250	15.20	29.90	181.46	5425.61	2.26	240.20	24493.2	134.98	64.28%	
03	17/02/2022	03/02/2022	14 días	12256	15.40	30.00	186.27	5587.95	2.19	338.20	34486.3	185.15	88.16%	188.56
04	17/02/2022	03/02/2022		12248	15.30	30.10	183.85	5534.00	2.21	346.10	35291.8	191.96	91.41%	
05	17/02/2022	17/03/2022	28 días	12573	15.18	30.10	180.98	5447.53	2.31	489.70	49934.7	275.91	131.39%	270.22
06	17/02/2022	17/03/2022		12609	15.28	30.00	183.37	5501.21	2.29	475.70	48507.1	264.53	125.96%	

La resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el tipo de rotura axial a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 140.29, 188.56 y 270.22 kg/cm^2 con el 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que a una edad de 28 días el concreto presenta una resistencia a la compresión superior a la prevista.

3.12.2. Concreto con 25% de agregados de RCD

La resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detallan en la tabla 21.

Tabla 21. Ensayo de resistencia a la compresión $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 25% de RCD y 75% de piedra chancada

Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (Kg-f)	Resistencia		Promedio
												Kg/cm ²	%	
01	01/03/2022	08/03/2022	7 días	12235	15.20	30.00	181.46	5443.75	2.25	285.20	29081.8	160.27	76.32%	154.19
02	01/03/2022	08/03/2022		12220	15.03	30.00	177.42	5375.89	2.27	257.70	26277.7	148.11	70.53%	
03	01/03/2022	15/03/2022	14 días	11896	15.09	30.20	178.84	5401.01	2.20	321.30	32763.0	183.20	87.24%	184.87
04	01/03/2022	15/03/2022		12122	15.13	30.50	179.79	5483.62	2.21	328.90	33537.9	186.54	88.83%	
05	01/03/2022	29/03/2022	28 días	12337	15.17	30.30	180.74	5476.51	2.25	451.10	45998.7	254.50	121.19%	251.61
06	01/03/2022	29/03/2022		12341	15.19	30.20	181.22	5472.84	2.25	442.00	45070.7	248.71	118.43%	

La resistencia a la compresión $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ con el tipo de rotura axial a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 154.19, 184.87 y 251.61 kg/cm^2 con el 25% de RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que a una edad de 28 días el concreto presenta una resistencia a la compresión superior a la resistencia de $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$.

3.12.3. Concreto con 50% de agregados de RCD

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 50% de agregado RCD y 50% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detallan en la tabla 22.

Tabla 22. Ensayo de resistencia a la compresión $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 50% de RCD y 50% de piedra chancada

Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (Kg-f)	Resistencia		Promedio
												Kg/cm ²	%	
01	02/03/2022	09/03/2022	7 días	12169	15.12	30.10	179.55	5404.56	2.25	222.02	22639.4	126.09	60.04%	127.22
02	02/03/2022	09/03/2022		12156	15.08	30.10	178.60	5376.00	2.26	224.80	22922.9	128.34	61.12%	
03	02/03/2022	16/03/2022	14 días	12329	15.09	30.20	178.84	5401.01	2.28	314.50	32069.6	179.32	85.39%	177.85
04	02/03/2022	16/03/2022		12554	15.04	30.30	177.66	5386.05	2.33	307.30	31335.4	176.38	83.99%	
05	02/03/2022	30/03/2022	28 días	12514	14.97	30.10	176.01	5297.26	2.36	348.00	35485.6	201.61	96.01%	200.25
06	02/03/2022	30/03/2022		12341	15.27	30.40	183.13	5567.26	2.22	357.20	36423.7	198.89	94.71%	

La resistencia a la compresión $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ con el tipo de rotura axial a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 127.22, 177.85 y 200.25 kg/cm^2 con 50% de RCD y 50% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a una mayor edad del concreto, mayor resistencia a la compresión, sin embargo, se observa que la resistencia obtenida con esta mezcla no cumple con la resistencia prevista de $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$.

3.12.4. Concreto con 75% de agregados de RCD

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 75% de agregado RCD y 25% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detallan en la tabla 23.

Tabla 23. Ensayo de resistencia a la compresión $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 75% de RCD y 25% de piedra chancada

Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (Kg-f)	Resistencia		Promedio
												Kg/cm ²	%	
01	01/03/2022	08/03/2022	7 días	11880	15.26	30.00	182.89	5486.81	2.17	202.02	20600.0	112.63	53.64%	111.92
02	01/03/2022	08/03/2022		12212	15.12	30.20	179.55	5422.51	2.25	195.80	19965.7	111.20	52.95%	
03	01/03/2022	15/03/2022	14 días	11906	15.10	30.10	179.08	5390.27	2.21	290.50	29622.3	165.42	78.77%	164.73
04	01/03/2022	15/03/2022		12112	15.08	30.20	178.60	5393.86	2.25	287.30	29296.0	164.03	78.11%	
05	01/03/2022	29/03/2022	28 días	12158	14.72	30.20	170.18	5139.40	2.37	301.00	30693.0	180.36	85.88%	181.10
06	01/03/2022	29/03/2022		12167	14.81	30.10	172.27	5185.21	2.35	307.20	31325.2	181.84	86.59%	

La resistencia a la compresión $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ con el tipo de rotura axial a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 111.92, 164.73 y 181.10 kg/cm^2 con 75% de RCD y 25% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que,

a una mayor edad del concreto, mayor resistencia a la compresión, sin embargo, se observa que la resistencia obtenida con esta mezcla no cumple con la resistencia prevista de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

3.12.5. Concreto con 100% de agregados de RCD

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 100% de agregado RCD como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detallan en la tabla 26.

Tabla 24. Ensayo de resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ de testigos de concreto con 100% de RCD

Muestra	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad (días)	Peso (gr)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área (cm ²)	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (Kg-f)	Resistencia		Promedio
												Kg/cm ²	%	
01	03/03/2022	10/03/2022	7 días	12189	15.17	30.00	180.74	5422.28	2.25	83.80	8545.1	47.28	22.51%	54.35
02	03/03/2022	10/03/2022		12328	15.09	30.40	178.84	5436.78	2.27	107.70	10982.2	61.41	29.24%	
03	03/03/2022	17/03/2022	14 días	12328	15.40	30.30	186.27	5643.83	2.18	199.30	20322.6	109.11	51.96%	110.43
04	03/03/2022	17/03/2022		12209	15.04	30.00	177.66	5329.75	2.29	194.70	19853.6	111.75	53.21%	
05	03/03/2022	31/03/2022	28 días	12416	14.98	30.30	176.24	5340.18	2.33	254.70	25971.8	147.36	70.17%	142.28
06	03/03/2022	31/03/2022		12314	15.07	30.20	178.37	5386.71	2.29	240.00	24472.8	137.20	65.34%	

La resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el tipo de rotura axial a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 54.35, 110.43 y 142.28 kg/cm^2 con 100% de RCD como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a una mayor edad del concreto, la resistencia a la compresión aumenta, sin embargo, se observa que la resistencia obtenida con esta mezcla no cumple con la resistencia prevista de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

A continuación, realizamos una comparación y análisis del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al aumentar la dosificación de agregado RCD como agregado grueso, dicha información se muestra en la figura 20.

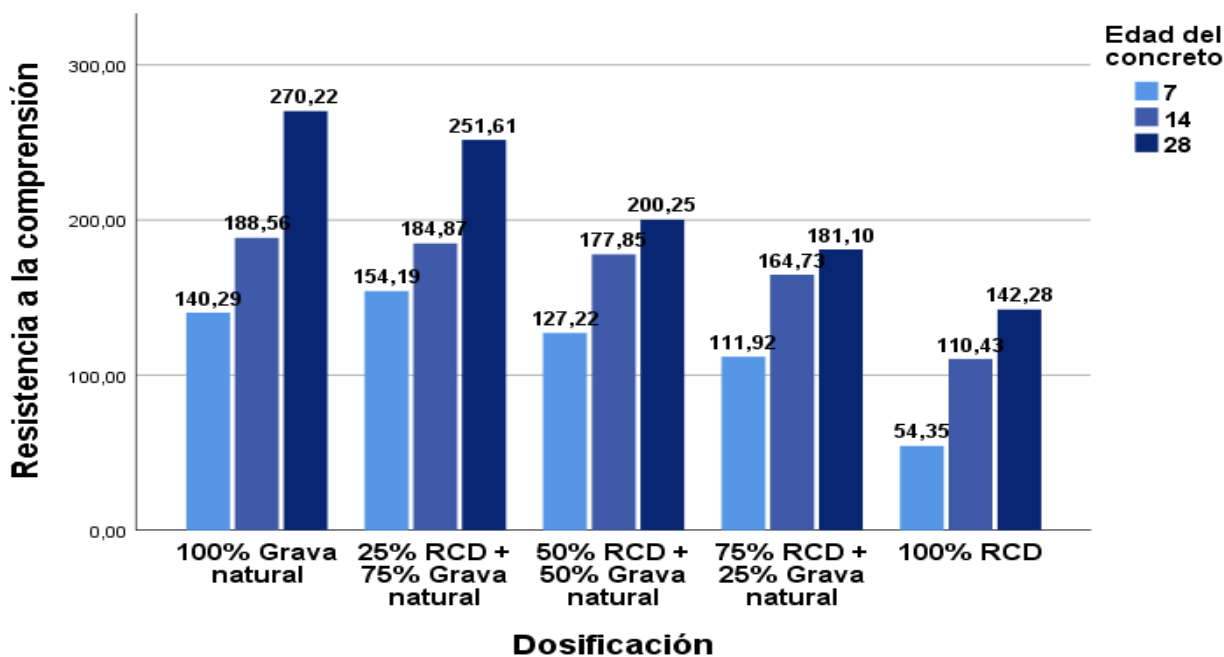


Figura 20: Resistencia a la compresión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido

De la figura 20, se observa que a mayor edad del concreto la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se incrementa para las diferentes dosificaciones de agregado RCD. Sin embargo, se observa que a medida que la dosis de RCD se incrementa en 25%, 50%, 75% y 100% la resistencia a la compresión se reduce desde $f'c =$

270.22 kg/cm² para el concreto patrón hasta f'c = 142.28 kg/cm² para el concreto con 100% de agregado RCD. Observándose que el concreto con 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada alcanza una resistencia adecuada f'c = 251.61 kg/cm².

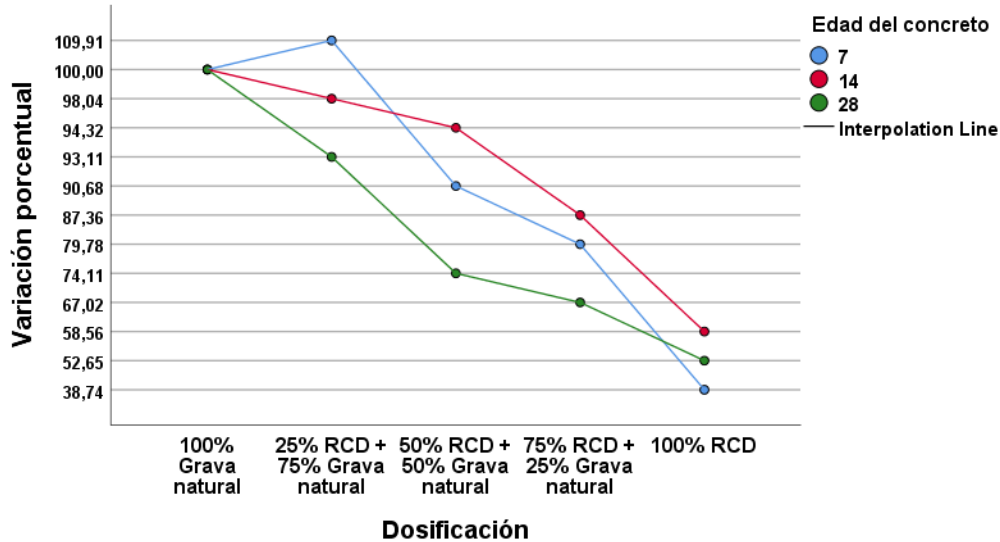


Figura 21: Variación porcentual de resistencia a la compresión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido

De la figura 21, se observa que la resistencia a la compresión del concreto f'c = 210 kg/cm² a los 7 días presenta un incremento en la resistencia con 25% de RCD mientras que a mayor dosis la resistencia se reduce hasta el 38.74% de resistencia respecto al concreto patrón. A diferencia de ello, a los 14 y 28 días la resistencia con dosis de 25%, 50%, 75% y 100% de RCD, la variación porcentual de la resistencia a la compresión disminuye a 58.56% y 52.65% respecto al concreto sin agregado RCD.

3.13. Resistencia a la tracción del concreto para pavimento

Para realizar los ensayos de resistencia a la tracción de acuerdo al NTP 339.084 se procedió a realizar los testigos de concreto f'c = 210 kg/cm² para pavimento rígido, considerando las proporciones determinadas en el diseño de mezcla con los porcentajes de RCD. El resultado del ensayo se consideró al promedio de las resistencias de dos testigos que fueron diseñadas con el mismo concreto y a los 7, 14 y 28 días.

3.13.1. Concreto con 0% de agregados de RCD

A continuación, se detalla la resistencia a la tracción para el concreto $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Los resultados se observan en la tabla 25.

Tabla 25. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ con 100% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Área cm ²	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm ²	Promedio kg/cm ²
01	17/02/2022	24/02/2022	07	12125	149.00	301.00	174.37	5248.42	2.31	90.70	90700	1.29	1.285
02	17/02/2022	24/02/2022	07	12445	151.40	304.00	180.03	5472.87	2.27	92.90	92900	1.28	
03	17/02/2022	3/03/2022	14	12305	150.10	302.00	176.95	5343.90	2.30	124.50	124500	1.75	1.775
04	17/02/2022	3/03/2022	14	12116	149.60	304.00	175.77	5343.51	2.27	128.60	128600	1.80	
05	17/02/2022	17/03/2022	28	12388	151.40	304.00	180.03	5472.87	2.26	185.20	185200	2.56	2.540
06	17/02/2022	17/03/2022	28	12253	153.00	299.00	183.85	5497.23	2.23	181.20	181200	2.52	

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 1.285, 1.775 y 2.540 kg/cm^2 con el 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor resistencia a la tracción.

3.13.2. Concreto con 25% de agregados de RCD

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detallan en la tabla 26.

Tabla 26. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 25% de RCD y 75% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Área cm ²	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm ²	Promedio kg/cm ²
01	02/03/2022	9/03/2022	07	12393	149.50	298.00	175.54	5231.05	2.37	82.60	82600	1.18	1.175
02	02/03/2022	9/03/2022	07	12468	150.90	305.00	178.84	5454.67	2.29	84.60	84600	1.17	
03	02/03/2022	16/03/2022	14	12624	152.30	303.00	182.18	5519.91	2.29	108.20	108200	1.49	1.485
04	02/03/2022	16/03/2022	14	12452	150.60	303.00	178.13	5397.37	2.31	105.90	105900	1.48	
05	02/03/2022	30/03/2022	28	12586	149.40	305.00	175.30	5346.76	2.35	148.10	148100	2.07	2.055
06	02/03/2022	30/03/2022	28	12504	151.00	301.00	179.08	5390.27	2.32	145.60	145600	2.04	

La tabla 26 muestra la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 1.175, 1.485 y 2.055 kg/cm^2 con el 25% de RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor resistencia a la tracción.

3.13.3. Concreto con 50% de agregados de RCD

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 50% de agregado RCD y 50% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, es como se detalla en la tabla 27.

Tabla 27. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Área cm ²	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm ²	Promedio kg/cm ²
01	01/03/2022	8/03/2022	07	12492	151.70	303.00	180.74	5476.51	2.28	79.30	79300	1.10	1.095
02	01/03/2022	8/03/2022	07	12415	151.90	304.00	181.22	5509.08	2.25	78.80	78800	1.09	
03	01/03/2022	15/03/2022	14	12427	151.20	304.00	179.55	5458.42	2.28	93.60	93600	1.30	1.305
04	01/03/2022	15/03/2022	14	12300	149.80	305.00	176.24	5375.43	2.29	93.90	93900	1.31	
05	01/03/2022	29/03/2022	28	12222	149.40	302.00	175.30	5294.17	2.31	131.50	131500	1.86	1.840
06	01/03/2022	29/03/2022	28	12378	150.00	303.00	176.71	5354.45	2.31	130.20	130200	1.82	

La tabla 27 muestra la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 1.095, 1.305 y 1.840 kg/cm^2 con el 50% de RCD y 50% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor resistencia a la tracción.

3.13.4. Concreto con 75% de agregados de RCD

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 75% de agregado RCD y 25% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, es como se detalla en la tabla 28.

Tabla 28. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 75% de RCD y 25% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Área cm ²	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm ²	Promedio kg/cm ²
01	03/03/2022	10/03/2022	07	12240	151.00	301.00	179.08	5390.27	2.27	68.90	68900	0.97	0.965
02	03/03/2022	10/03/2022	07	12249	150.00	301.00	176.71	5319.11	2.30	67.80	67800	0.96	
03	03/03/2022	17/03/2022	14	12214	150.00	302.00	176.71	5336.78	2.29	82.30	82300	1.16	1.165
04	03/03/2022	17/03/2022	14	12171	149.00	302.00	174.37	5265.86	2.31	82.40	82400	1.17	
05	03/03/2022	31/03/2022	28	12094	148.00	301.00	172.03	5178.21	2.34	115.20	115200	1.65	1.635
06	03/03/2022	31/03/2022	28	12587	153.00	300.00	183.85	5515.62	2.28	116.80	116800	1.62	

La tabla 28 muestra la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 0.965, 1.165 y 1.635 kg/cm^2 con el 75% de RCD y 25% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor resistencia a la tracción.

3.13.5. Concreto con 100% de agregados de RCD

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 100% de agregado RCD como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detalla en la tabla 29.

Tabla 29. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Diámetro (mm)	Altura (mm)	Área cm ²	Volumen (cm ³)	Peso volumen (g/cm ³)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm ²	Promedio kg/cm ²
01	01/03/2022	8/03/2022	07	12148	152.00	298.00	181.46	5407.46	2.25	59.60	59600	0.84	0.825
02	01/03/2022	8/03/2022	07	12282	151.00	303.00	179.08	5426.08	2.26	58.10	58100	0.81	
03	01/03/2022	15/03/2022	14	12235	149.00	300.00	174.37	5230.99	2.34	74.20	74200	1.06	1.050
04	01/03/2022	15/03/2022	14	12100	148.00	301.00	172.03	5178.21	2.34	73.00	73000	1.04	
05	01/03/2022	29/03/2022	28	12283	151.00	300.00	179.08	5372.36	2.29	106.80	106800	1.50	1.490
06	01/03/2022	29/03/2022	28	12102	150.00	299.00	176.71	5283.77	2.29	104.50	104500	1.48	

La tabla 28 muestra la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 0.825, 1.050 y 1.490 kg/cm^2 con el 100% de RCD como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor resistencia a la tracción.

A continuación, realizamos una comparación y análisis del comportamiento de la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al aumentar la dosificación de agregado RCD como agregado grueso, dicha información se muestra en la figura 23.

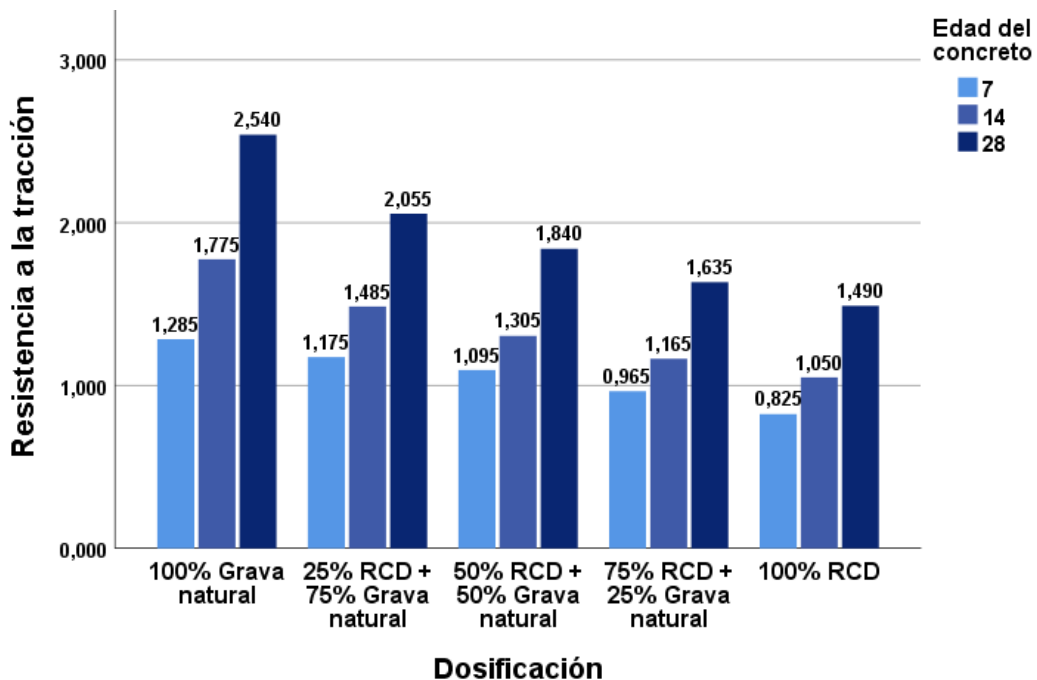


Figura 22: Resistencia a la tracción por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido

De la figura 23, se observa que a mayor edad del concreto la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se incrementa para las diferentes dosificaciones de agregado RCD. Sin embargo, se observa que a medida que la dosis de RCD se incrementa en 25%, 50%, 75% y 100% la resistencia a la tracción se reduce desde 2.540 kg/cm^2 para el concreto patrón hasta 1.490 kg/cm^2 para el concreto con 100% de agregado RCD.

Observándose que el concreto con 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada alcanza una resistencia por encima de 2 kg/cm².

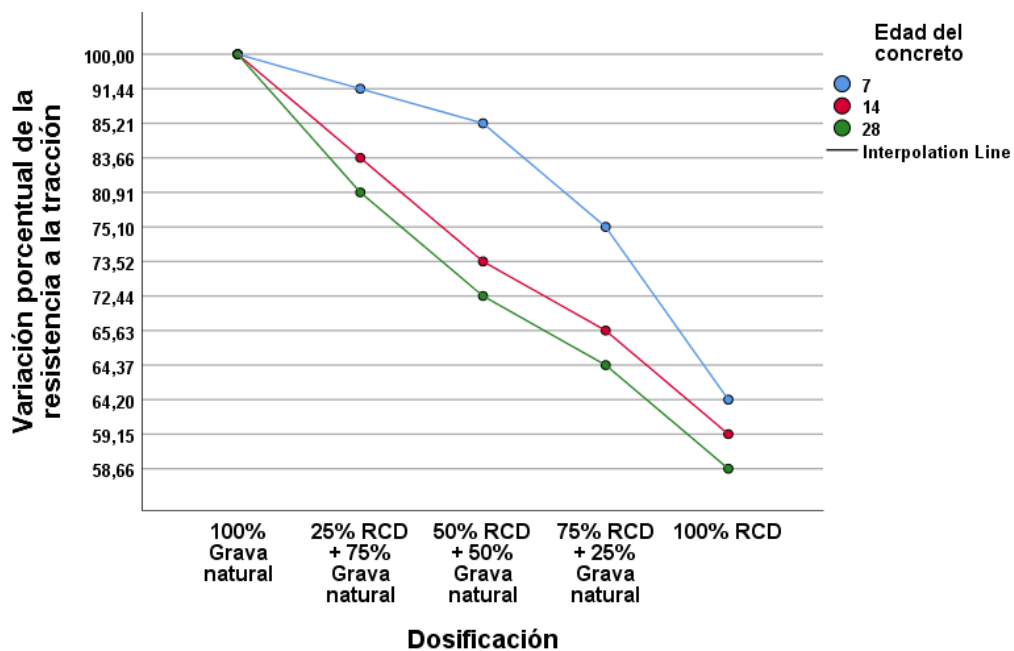


Figura 23: Variación porcentual de resistencia a la tracción por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido

De la figura 24, se observa que la resistencia a la tracción del concreto $f^c = 210$ kg/cm² a los 7, 14 y 28 días con dosis de 25%, 50%, 75% y 100% de RCD, la variación porcentual de la resistencia disminuye a 64.20%, 59.15% y 58.66% respecto al concreto sin agregado RCD. Observándose que a medida que se emplea mayores dosis de agregado RCD, el concreto presenta una menor resistencia a la tracción.

3.14. Resistencia a la flexión del concreto para pavimento

Para realizar los ensayos de resistencia a la flexión de acuerdo al NTP 339.078 se procedió a realizar los testigos de concreto $f^c = 210$ kg/cm² para pavimento rígido, considerando las proporciones determinadas en el diseño de mezcla con los porcentajes de RCD. El resultado del ensayo se consideró al promedio de las resistencias de dos testigos que fueron diseñadas con el mismo concreto y a los 7, 14 y 28 días.

3.14.1. Concreto con 0% de agregados de RCD

A continuación, se detalla la resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Los resultados se observan en la tabla 30.

Tabla 30. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 100% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo cm2	Volumen (cm3)	Peso volumen (g/cm3)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm2	Promedio kg/cm2
01	17/02/2022	24/02/2022	07	26624	150.10	150.10	501.00	11287.535	2.36	20.30	20300	3.01	3.045
02	17/02/2022	24/02/2022	07	26749	153.00	152.00	499.00	11604.744	2.31	21.80	21800	3.08	
03	17/02/2022	3/03/2022	14	26486	153.00	152.00	498.00	11581.488	2.29	26.90	26900	3.79	3.810
04	17/02/2022	3/03/2022	14	27361	153.00	153.00	501.00	11727.909	2.33	27.40	27400	3.83	
05	17/02/2022	17/03/2022	28	27126	153.00	151.00	498.00	11505.294	2.36	33.80	33800	4.83	4.805
06	17/02/2022	17/03/2022	28	26899	152.00	150.00	498.00	11354.400	2.37	32.80	32800	4.78	

La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 3.045, 3.810 y 4.805 kg/cm^2 con el 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor es la resistencia a la flexión.

3.14.2. Concreto con 25% de agregados de RCD

La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detallan en la tabla 31.

Tabla 31. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 25% de RCD y 75% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo cm2	Volumen (cm3)	Peso volumen (g/cm3)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm2	Promedio kg/cm2
01	02/03/2022	9/03/2022	07	26795	153.00	150.00	498.00	11429.100	2.34	19.40	19400	2.81	2.830
02	02/03/2022	9/03/2022	07	26990	150.00	151.00	500.00	11325.000	2.38	19.50	19500	2.85	
03	02/03/2022	16/03/2022	14	26478	150.00	149.00	499.00	11152.650	2.37	22.40	22400	3.36	3.375
04	02/03/2022	16/03/2022	14	27360	151.00	152.00	499.00	11453.048	2.39	23.70	23700	3.39	
05	02/03/2022	30/03/2022	28	26643	152.00	151.00	498.00	11430.096	2.33	28.90	28900	4.15	4.135
06	02/03/2022	30/03/2022	28	26565	151.00	153.00	501.00	11574.603	2.30	29.10	29100	4.12	

La tabla 31 muestra la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 2.830, 3.375 y 4.135 kg/cm^2 con el 25% de RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor es la resistencia a la flexión.

3.14.3. Concreto con 50% de agregados de RCD

La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 50% de agregado RCD y 50% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, es como se detalla en la tabla 32.

Tabla 32. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo cm2	Volumen (cm3)	Peso volumen (g/cm3)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm2	Promedio kg/cm2
01	01/03/2022	8/03/2022	07	27486	153.00	153.00	498.00	11657.682	2.36	17.80	17800	2.47	2.460
02	01/03/2022	8/03/2022	07	27126	153.00	151.00	500.00	11551.500	2.35	17.10	17100	2.45	
03	01/03/2022	15/03/2022	14	27012	150.00	148.00	500.00	11100.000	2.43	20.80	20800	3.17	3.185
04	01/03/2022	15/03/2022	14	27357	152.00	148.00	500.00	11248.000	2.43	21.30	21300	3.20	
05	01/03/2022	29/03/2022	28	27418	153.00	149.00	499.00	11375.703	2.41	24.70	24700	3.63	3.645
06	01/03/2022	29/03/2022	28	26985	152.00	150.00	501.00	11422.800	2.36	25.00	25000	3.66	

La tabla 32 muestra la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 2.460, 3.185 y 3.645 kg/cm^2 con el 50% de RCD y 50% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor es la resistencia a la flexión.

3.14.4. Concreto con 75% de agregados de RCD

La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 75% de agregado RCD y 25% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, es como se detalla en la tabla 33.

Tabla 33. Ensayo de resistencia a la flexión para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 75% de RCD y 25% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo cm2	Volumen (cm3)	Peso volumen (g/cm3)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm2	Promedio kg/cm2
01	03/03/2022	10/03/2022	07	26664	151.00	150.00	499.00	11302.350	2.36	15.80	15800	2.32	2.260
02	03/03/2022	10/03/2022	07	26650	151.00	152.00	496.00	11384.192	2.34	15.50	15500	2.20	
03	03/03/2022	17/03/2022	14	26365	152.00	151.00	498.00	11430.096	2.31	19.40	19400	2.79	2.795
04	03/03/2022	17/03/2022	14	26676	150.00	150.00	498.00	11205.000	2.38	19.00	19000	2.80	
05	03/03/2022	31/03/2022	28	26730	152.00	150.00	498.00	11354.400	2.35	22.40	22400	3.26	3.265
06	03/03/2022	31/03/2022	28	26520	149.00	150.00	499.00	11152.650	2.38	21.95	21950	3.27	

La tabla 28 muestra la resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 2.260, 2.795 y 3.265 kg/cm^2 con el 75% de RCD y 25% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor es la resistencia a la flexión.

3.14.5. Concreto con 100% de agregados de RCD

La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ elaborado conforme a las proporciones establecidas en el diseño de mezcla para 100% de agregado RCD como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, se detalla en la tabla 34.

Tabla 34. Ensayo de resistencia a la tracción para el concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ con 50% de RCD y 50% de piedra chancada

N°	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Edad Días	Peso (gr)	Ancho (mm)	Altura (mm)	Largo cm2	Volumen (cm3)	Peso volumen (g/cm3)	Lectura (KN)	Lectura (N)	Resistencia kg/cm2	Promedio kg/cm2
01	01/03/2022	8/03/2022	07	26682	154.00	152.00	499.00	11680.592	2.28	13.90	13900	1.95	2.015
02	01/03/2022	8/03/2022	07	26789	150.00	150.00	497.00	11182.500	2.40	14.10	14100	2.08	
03	01/03/2022	15/03/2022	14	26462	153.00	151.00	496.00	11459.088	2.31	17.20	17200	2.45	2.465
04	01/03/2022	15/03/2022	14	26561	152.00	151.00	497.00	11407.144	2.33	17.30	17300	2.48	
05	01/03/2022	29/03/2022	28	27196	150.00	152.00	497.00	11331.600	2.40	19.80	19800	2.84	2.805
06	01/03/2022	29/03/2022	28	26689	149.00	149.00	498.00	11056.098	2.41	18.40	18400	2.77	

La tabla 34 muestra la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210\text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días que en promedio es de 2.015, 2.465 y 2.805 kg/cm^2 con el 100% de RCD como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino. Dichos resultados muestran que, a mayor edad del concreto, mayor es la resistencia a la flexión.

A continuación, realizamos una comparación y análisis del comportamiento de la resistencia a la flexión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ al aumentar la dosificación de agregado RCD como agregado grueso, dicha información se muestra en la figura 26.

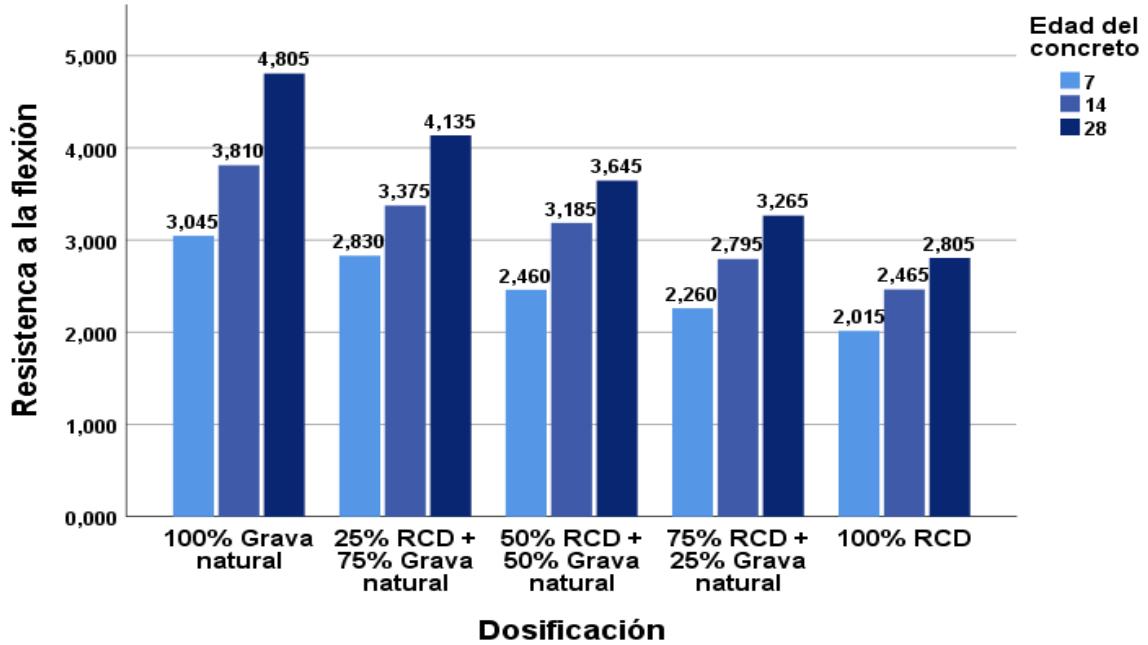


Figura 24: Resistencia a la flexión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido

De la figura 26, se observa que a mayor edad del concreto la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se incrementa para las diferentes dosificaciones de agregado RCD. Sin embargo, se observa que a medida que la dosis de RCD se incrementa en 25%, 50%, 75% y 100% la resistencia a la compresión se reduce desde 4.805 kg/cm^2 para el concreto sin RCD hasta 2.805 kg/cm^2 para el concreto con 100% de agregado RCD. Observándose que el concreto con 25% de agregado RCD y 75% de piedra chancada alcanza una resistencia de 4.135 kg/cm^2 , la cual no muestra mayor reducción a comparación de las demás dosificaciones.

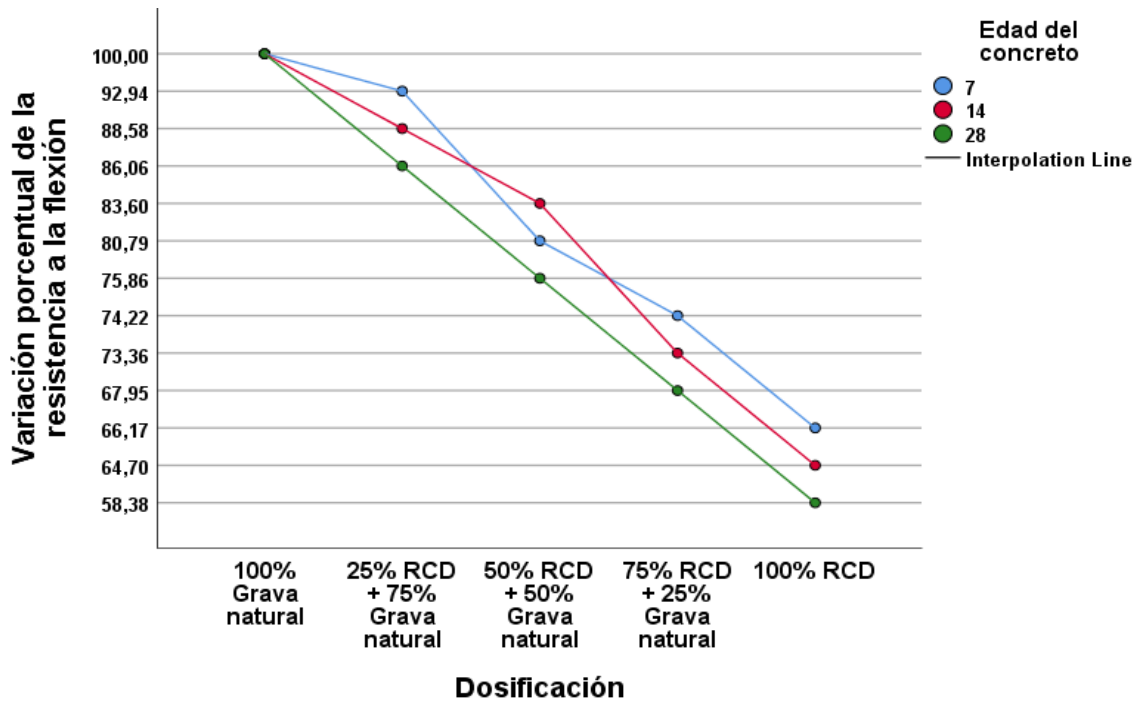


Figura 25: Variación porcentual de resistencia a la flexión por edad del concreto y dosificación con agregado RCD para pavimento rígido

De la figura 27, se observa que la resistencia a la flexión del concreto $f'_c = 210$ kg/cm² a los 7, 14 y 28 días la resistencia con dosis de 25%, 50%, 75% y 100% de RCD, la variación porcentual de la resistencia a la compresión disminuye a 66.17%, 64.70% y 58.38% respecto al concreto sin agregado RCD.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Contrastación de hipótesis

Para realizar la contrastación de hipótesis, en primer lugar, realizamos la prueba de normalidad utilizando la prueba de Shapiro-Wilk debido a que la muestra es menor a 50. Además, estos resultados nos permitirán decidir sobre la prueba de correlación a emplear, así como para calcular el coeficiente de determinación, para conocer en qué medida la inclusión de agregados RCD, se relaciona con las propiedades mecánicas del concreto.

Los resultados de la prueba de normalidad se muestran en la tabla 35.

Tabla 35. Prueba de normalidad Shapiro-Wilk

Propiedades mecánicas del concreto	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	0.973	15	0.902
Resistencia a la tracción	0.939	15	0.366
Resistencia a la flexión	0.965	15	0.786

La tabla 35 muestra que el nivel de significancia para los resultados de las propiedades del concreto es mayor que 0.05, se puede afirmar que los datos siguen una distribución normal, por consiguiente, para la determinación del coeficiente de correlación y de determinación, se empleará la prueba Rho de Pearson.

Para la resistencia a la compresión, tracción y flexión se tiene que la relación Rho de Pearson es como muestra la tabla 36

Tabla 36. Prueba de correlación Rho de Pearson para el concreto a los 28 días

		Resistencia a la compresión	Resistencia a la tracción	Resistencia a la flexión
Dosificación RCD	Correlación de Pearson	-0.990*	-0.970*	-0.994*
	Sig. (bilateral)	0.001	0.006	0.001
	N	5	5	5

*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Considerando que el nivel de significancia de las propiedades mecánicas del concreto a los 28 días para las diferentes dosificaciones de agregado RCD es menor a 0.05, se puede aceptar la correlación entre dichas variables, observándose que la correlación es inversa y casi perfecta, con valores de -0.990, -0.970 y -0.994. lo que significa que a medida que se incrementa la dosis de agregado RCD las propiedades mecánicas del concreto disminuyen el valor de su resistencia, convirtiéndose de ese modo en concreto no apto para el uso en el pavimento rígido $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

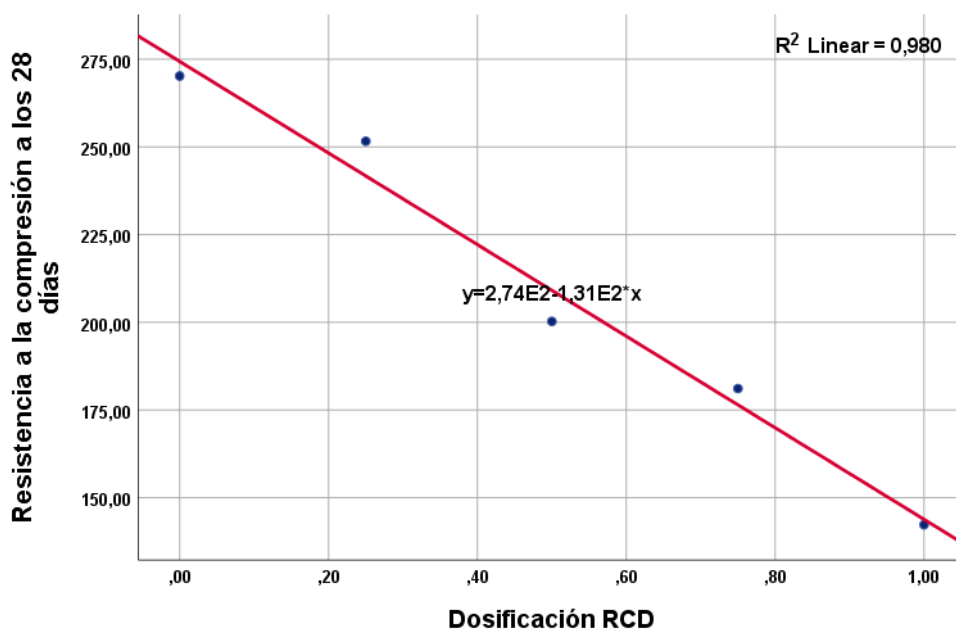


Figura 26: Influencia del agregado RCD en la resistencia a la compresión a los 28 días

La figura 28 muestra que la influencia del agregado RCD, en las propiedades mecánicas del concreto explican el 98% de lo que ocurre con el concreto, demostrándose que a mayor cantidad de agregado RCD, menor será la resistencia a la compresión, por lo que, es importante utilizar en una proporción de 25% como máximo para no perder el valor de la resistencia de acuerdo a la NTP 339.034.

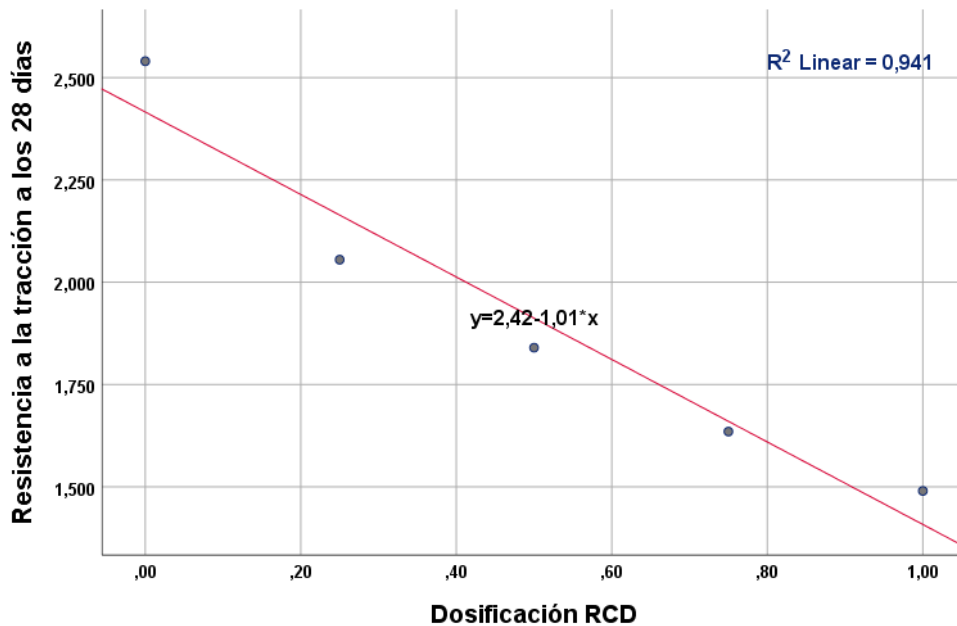


Figura 27: Influencia del agregado RCD en la resistencia a la tracción a los 28 días

La figura 29 muestra que la influencia del agregado RCD, en las propiedades mecánicas del concreto explican el 94.1% de lo que ocurre con el concreto, demostrándose que a mayor cantidad de agregado RCD, menor será la resistencia a la tracción, por lo que, la proporción de 25% de agregado RCD no reduce considerablemente el valor de la resistencia de acuerdo a la NTP 339.084.

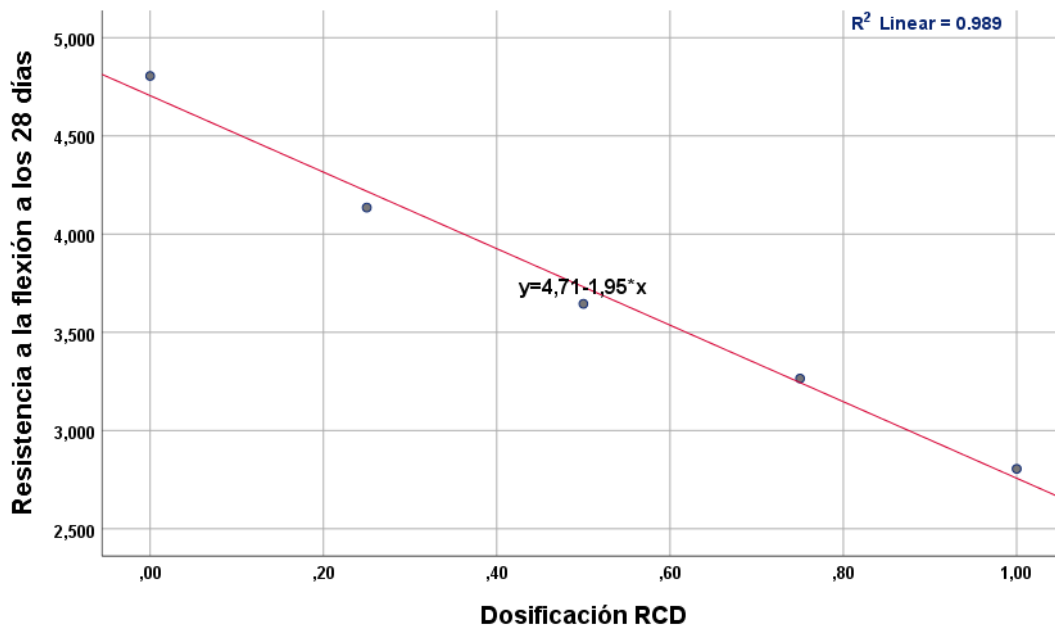


Figura 28: Influencia del agregado RCD en la resistencia a la flexión a los 28 días

La figura 30 muestra que la influencia del agregado RCD, en las propiedades mecánicas del concreto explican el 98.9% de lo que ocurre con el concreto, demostrándose que a mayor cantidad de agregado RCD, menor será la resistencia a la flexión, por lo que, se observa que la proporción de 25% permite que el valor de la resistencia no se reduzca demasiado de acuerdo a la NTP 339.078.

4.2. Análisis e interpretación

Nuestros resultados de granulometría muestran que el agregado grueso cumple con el Huso 67 de la NTP 400.037 (INDECOPI, 2018), con lo que el tamaño máximo del agregado grueso considerado para el diseño de mezcla fue de 3/4". Con respecto al contenido de humedad de los agregados gruesos, según la NTP 339.185 y el procedimiento de la ASTM C-566, debe oscilar entre 1% a 6% y para el agregado fino, entre 3% a 8% (Garavito Isaza, 2020), observándose que el agregado con 100% de RCD está por debajo de dichos valores; mientras que, para el agregado fino se tiene 4.26% de humedad. De manera similar, Erazo Gonzales (2018) en su diseño de mezcla del concreto $f'c =$

175kg/cm² con agregado combinado 65% de agregado fino natural y 35% de reciclado, el agregado grueso fue 100% RCD, obtuvo que el contenido de humedad fue de 2.8% y 2.3% respectivamente.

Según la NTP 400.017 el peso unitario volumétrico del agregado es normal cuando se encuentran entre 1120 y 1900 Kg/m³ (Huaroc Palacios, 2017), observándose los agregados gruesos en estado suelto y compacto con diferentes porcentajes de RCD se encuentran dentro de lo normal, lo mismo ocurre con el agregado fino. Bermúdez Hernández (2021) obtuvo resultados similares como el peso unitario compacto y suelto de los agregados con RCD son 1.3840 g/cm³ y 1.2085 g/cm³. Erazo Gonzales (2018) también en su diseño de mezcla del concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ con agregado combinado 65% de agregado fino natural y 35% de reciclado, el agregado grueso fue 100% RCD, obtuvo que el peso específico de los agregados son 1.449 g/cm³ y 1.239 g/cm³.

Nuestros resultados muestran que el peso específico de los agregados con diferentes porcentajes de RCD varían entre 2.47 y 2.50gr/cm³, siendo menores al del agregado natural, 2.51gr/cm³; el agregado fino presenta un peso específico de 2.50gr/cm³. La absorción obtenida es mayor en los agregados con RCD varía entre 0.18 y 0.41, siendo muy superiores al porcentaje de absorción del agregado natural, 0.10. Mientras que, para el agregado fino es de 1.07. Bermúdez Hernández (2021) también obtuvo resultados similares para el agregado grueso con RCD, como el peso específico 2421 kg/m³ y porcentaje de absorción de 6.805%. Erazo Gonzales (2018) también en su diseño de mezcla del concreto $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ con agregado combinado 65% de agregado fino natural y 35% de reciclado, el agregado grueso fue 100% RCD, obtuvo que la absorción fue de 2.92% y 5.3%, con respecto al peso específico fue de 2524 kg/m³ y 2285 kg/m³.

De acuerdo a nuestros resultados, la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el tipo de rotura axial a los 7, 14 y 28 días en promedio es de 140.29, 188.56 y 270.22 kg/cm^2 con el 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino; con el 25% de RCD fue de 154.19, 184.87 y 251.61 kg/cm^2 ; con el 50% de RCD, 127.22, 177.85 y 200.25 kg/cm^2 ; con el 75% de RCD, 111.92, 164.73 y 181.10 kg/cm^2 ; con el 100% de RCD, 54.35, 110.43 y 142.28 kg/cm^2 , respectivamente. Considerando que el diseño de concreto correspondía al $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se observa que con el 25% de RCD y 75% de piedra chancada, se alcanza una resistencia de 251.61 kg/cm^2 a los 28 días, lo cual cumple con la NTP 339.034. Asimismo, Mateus Ramírez y Gelves Peña (2020) afirman que el porcentaje óptimo máximo de agregados de RCD varía entre el 25% al 30%, lo que refuerza en cierta medida lo afirmado por Chávez Ruíz y Nakayo Cabada (2019) quienes refieren que el RCD en 5% y 10%, no generan diferencias significativas con respecto a la muestra patrón y que a mayor cantidad de RCD la resistencia disminuye. Guerrero Quiñones (2018) afirma que, usando menos del 15% de RCD, la resistencia a la compresión disminuye, pero cumple con la resistencia diseño, por lo que, es viable la elaboración de concreto. Pastrana-Ayala et al. (2019) afirman que las propiedades del concreto en estado endurecido, como la resistencia a la compresión puede alcanzar valores adecuados para su uso. A diferencia de nuestros resultados, Bermúdez Hernández (2021) afirma que la mayor resistencia a la compresión la tiene el diseño con 75% de RCD con 4604 psi a los 28 días. Alape Esguerra y Santos Piñeros (2020) también obtuvieron que el porcentaje óptimo de agregado grueso de RCD es la del 50% RCD, pues a los 14, 28 y 56 días se alcanzó las resistencias de 22.1 Mpa, 31.3 Mpa y 41.8 Mpa respectivamente; pero no recomiendan emplear 100% de agregado RCD, a pesar de que reduzca los costos. Así también, Campos Ochoa y Saenz Zavala (2020) afirman que a los 28 días al sustituir con 40% de agregado reciclado, la resistencia a la compresión aumenta

en 23.98%, con una dosis de RCD a 80%, la resistencia a la compresión aumenta 10.29%. Al igual que ellos, Erazo Gonzales (2018) en el diseño de la mezcla de concreto con 65% de agregado fino natural y 35% de reciclado, el agregado grueso de 100% RCD, logró una resistencia a la compresión mayor al de diseño en 39%. Castro Cruz y Paredes Vilca (2018) concluyó que al aplicar la fuerza de compresión de 210 kg/cm² las proporciones de 25% RCD, 50% RCD, 75% RCD cumplieron con la resistencia requerida, pero al realizar AGR 100% y AGN 0% no alcanzó la resistencia deseada. Las diferencias entre los valores obtenidos para las resistencias, podría explicarse por la diferencia entre las características de los agregados utilizados en cada investigación.

La resistencia a la tracción del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días es de 1.285, 1.775 y 2.540 kg/cm² con el 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino; con el 25% de RCD fue de 1.175, 1.485 y 2.055 kg/cm²; con el 50% de RCD, 1.095, 1.305 y 1.840 kg/cm²; con el 75% de RCD, 0.965, 1.165 y 1.635 kg/cm²; con el 100% de RCD, 0.825, 1.050 y 1.490 kg/cm², respectivamente. Considerando que el diseño de concreto correspondía al $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se observa que con el 25% de RCD y 75% de piedra chancada, se alcanza una resistencia de 2.055 kg/cm² a los 28 días, según lo establecido en la NTP 339.084. Pastrana-Ayala et al. (2019) afirman que las propiedades del concreto en estado endurecido, como la resistencia a la tracción puede alcanzar valores adecuados para su uso. Por su parte, Campos Ochoa y Saenz Zavala (2020) obtuvo resultados contrarios al nuestro, pues afirman que con 40% de agregado reciclado la resistencia a la tracción es 114.39% y con la dosis de 80% RCD, la resistencia a la tracción es 100.76%.

La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días con el 100% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, en promedio, fue de 3.045, 3.810 y 4.805 kg/cm^2 ; con el 25% de RCD fue de 2.830, 3.375 y 4.135 kg/cm^2 ; con el 50% de RCD, 2.460, 3.185 y 3.645 kg/cm^2 ; con el 75% de RCD, 2.260, 2.795 y 3.265 kg/cm^2 ; con el 100% de RCD, 2.015, 2.465 y 2.805 kg/cm^2 . Considerando que el diseño de concreto correspondía al $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se observa que con el 25% de RCD y 75% de piedra chancada, se alcanza una resistencia a la flexión de 4.135 kg/cm^2 a los 28 días, según lo establecido en la NTP 339.078. Alape Esguerra y Santos Piñeros (2020) afirma que el comportamiento del concreto con agregados RCD al aplicar una fuerza axial demostró que el módulo de elasticidad se mantiene en un rango dentro de los parámetros establecidos. Campos Ochoa y Saenz Zavala (2020) obtuvieron que con 40% de agregado reciclado la resistencia a la flexión disminuye 28.48% y al aumentar la dosis de RCD a 80% disminuye 16.90%.

CONCLUSIONES

El concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con 25% de agregado RCD con 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino permite alcanzar valores aceptables para las propiedades mecánicas del pavimento rígido. Además, el aumento de las proporciones de 50%, 75% y 100% de RCD generan una disminución en los valores de las propiedades mecánicas que no cumplen con las normas.

La resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días en promedio con el 100% de piedra chancada es 270.22 kg/cm^2 ; con el 25% de RCD y 75% de piedra chancada fue de 251.61 kg/cm^2 ; con el 50%, 75% y 100% de RCD no alcanzan la resistencia requerida según la NTP 339.034. Además, la incorporación de agregados RCD influye de manera inversa en la resistencia a la compresión y explica dicha disminución en un 98%. Es decir, a mayor dosificación de agregado RCD, menor resistencia a la compresión.

La resistencia a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días en promedio, con el 100% de piedra chancada es 2.540 kg/cm^2 ; con el 25% de RCD es 2.055 kg/cm^2 ; con el 50% de RCD, 1.840 kg/cm^2 ; con el 75% de RCD, 1.635 kg/cm^2 ; con el 100% de RCD, 1.490 kg/cm^2 , respectivamente. La resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días en promedio, con el 100% de piedra chancada es 4.805 kg/cm^2 ; con el 25% de RCD es 4.135 kg/cm^2 ; con el 50% de RCD, 3.645 kg/cm^2 ; con el 75% de RCD, 3.265 kg/cm^2 ; con el 100% de RCD, 2.805 kg/cm^2 . La dosificación de agregado 25% de RCD y 75% de piedra chancada, reduce la resistencia a la tracción en 20 % y la resistencia a la flexión en 14% según lo establecido en la NTP 339.084 y la NTP 339.078. Además, la incorporación de agregados RCD influye de manera inversa en la resistencia a la tracción y

flexión y explica dicha disminución en un 94.1% y 98.9%. Es decir, a mayor dosificación de agregado RCD, menor resistencia a la tracción y flexión.

La dosificación óptima de agregados RCD en el diseño de concreto para pavimento rígido es del 25% RCD y 75% de piedra chancada como agregado grueso y arena gruesa como agregado fino, considerando la granulometría con tamaño máximo de 3/4", contenido de humedad entre 1% a 6% para el agregado grueso y para el agregado fino entre 3% a 8%, peso unitario entre 1120 y 1900 Kg/m³, peso específico del agregado grueso RCD entre 2.47 y 2.50gr/cm³ y 2.50gr/cm³ para el agregado fino, absorción en agregados con RCD entre 0.18 y 0.41 y para el agregado fino de 1.07. La proporción para lograr que las propiedades mecánicas del concreto cumplan con la normatividad son, proporción en peso de la mezcla por kg de cemento fue de 1kg de cemento, 2.01 kg de agregado fino, 2.35 kg de agregado grueso y 15.78 lt de agua. La proporción en volumen es 1 bolsa de cemento, 2.37 pie³ de agregado fino, 2.68 pie³ de agregado grueso y 15.78 lt de agua.

RECOMENDACIONES

A las autoridades nacionales, regionales y locales, se recomienda incorporar agregados RCD en una proporción adecuada en la elaboración de pavimento rígido para sus obras, lo que permitirá reducir la contaminación ambiental de los botaderos de residuos de construcción y demolición.

A las autoridades regionales y locales, tener en cuenta que el concreto con agregados RCD disminuye la resistencia a la compresión para pavimento rígido, por lo que deberá emplear dosificaciones adecuadas para que el concreto diseñado alcance la resistencia aceptada por norma.

A las autoridades regionales y locales, tener en cuenta que el concreto con agregados RCD en mayores dosificaciones disminuye en la resistencia a la tracción y la resistencia a la flexión para pavimento rígido, por lo que deberá emplear dosificaciones adecuadas para que el concreto diseñado alcance las resistencias correctas según el tipo de diseño.

A las autoridades regionales y locales, se recomienda que en caso de emplear agregados RCD con características similares a las descritas en esta investigación utilizar las proporciones indicadas para que el tipo de diseño cumpla con las propiedades mecánicas del concreto para pavimento rígido.

Referencias bibliográficas

- Alape Esguerra, C. M., & Santos Piñeros, A. (2020). *Estudio comparativo entre un concreto convencional de 3000 PSI y un concreto con agregado grueso a partir de 50%, 75% y 100% de RCD* [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31319/2020cristianalape.pdf?sequence=6>
- Asprilla, E., García, D., Mosquera, Y., & Gil, D. (2020). Estimación del módulo de elasticidad de concretos modificados con PET, RCD, residuos de vidrio y residuos de llantas: Una revisión sistemática de literatura. *Universidad Cooperativa De Colombia*, 1-14.
- ASTM C496-04. (2004). *Método de Ensayo Normalizado para determinar la tracción por hendimiento de las probetas cilíndricas de hormigón*. ASTM International.
- Bermúdez Hernández, R. D. (2021). *Evaluación de la resistencia a la compresión de un concreto con la sustitución de residuos de construcción y demolición como agregado grueso* [Trabajo de Pregrado, Universidad de la Costa CUC]. <https://hdl.handle.net/11323/8174>
- Burgos, D. (2010). *Guía para la gestión y tratamiento de residuos y desperdicios de proyectos de construcción y demolición*. Universidad Austral de Chile.
- Campos Ochoa, E. N., & Saenz Zavala, J. E. (2020). *Hormigón estructural con agregados reciclados para la construcción de viviendas* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Ricardo Palma]. https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/3716/CIV-T030_48038623_T%20%20%20SAENZ%20ZAVALA%20JOSE%20ELTON.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Castellanos Giraldo, J. V., Rivera Martínez, F. D., & Roa Morales, M. (2017). *Comparación estructural y estimación de costos de la utilización de concreto con agregados naturales y concreto con residuos de construcción y demolición (R.C.D.) como agregado* [Tesis de Especialización, Universidad Católica de Colombia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/15275/1/Tesis%20especializacio%CC%81n%20RCD.pdf>
- Castro Cruz, A. M., & Paredes Vilca, C. S. (2018). *Diseño de concreto estructural de resistencia mayores a 210 kg cm² / con materiales reciclados de concreto, San Juan de Lurigancho, 2018* [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo].
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36871>
- CEMEX. (2019, abril 5). ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? *Artículos de Construcción*. <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->
- Chávez Ruíz, E. A., & Nakayo Cabada, L. A. (2019). *Influencia de los residuos de construcción y demolición RCD en la resistencia a la compresión y succión del ladrillo de concreto artesanal – Trujillo 2018* [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <http://hdl.handle.net/11537/21195>
- Chica-Osorio, L. M., & Beltrán-Montoya, J. M. (2018). Caracterización de residuos de demolición y construcción para la identificación de su potencial de reúso. *DYNA*, 85(206), 338-347. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n206.68824>
- Construye 2025. (2020, julio 30). Economía circular: Reutilización de pavimentos en los aeropuertos. *RCD Estrategia Sustentable*.
<http://construye2025.cl/rcd/2020/07/30/economia-circular-reutilizacion-de-pavimentos-en-los-aeropuertos/>

- Construyendo Seguro. (s. f.). ¿Cuáles son las propiedades del concreto? *Consejos para el constructor*. <https://www.construyendoseguro.com/cuales-son-las-propiedades-del-concreto/>
- Contreras Quezada, K. B., & Herrera Lázaro, V. A. (2015). *Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en Nuevo Chimbote-Santa-Ancash* [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Santa]. <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2708/42970.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Diario Gestión. (2020, enero 24). Residuos sólidos de construcción y demolición ahora se considerarán pasivos ambientales. *Gestión. Economía*. <https://gestion.pe/economia/residuos-solidos-de-construccion-y-demolicion-ahora-se-consideraran-pasivos-ambientales-noticia/>
- Erazo Gonzales, N. E. (2018). *Evaluación del diseño de concreto $f'c=175$ kg/cm² utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Federico Villarreal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/UNFV/2554/ERAZO%20GONZALE%20NILO%20ELIO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Escuela Nacional Colegio de Ciencias y Humanidades. (2012, enero). Fichas de registro. *Portal Académico CCH*. <https://portalacademico.cch.unam.mx/alumno/tlriid4/unidad3/procesamiento/fichasRegistro>
- Gallardo Echenique, E. E. (2017). *Metodología de la Investigación: Manual autoformativo interactivo* (1ra ed.). Universidad Continental.

- Garavito Isaza, E. (2020). *Humedad de agregados y control de inventarios*. 360enconcreto. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/humedad-en-agregados-y-control-de-inventarios-1#:~:text=Los%20valores%20t%C3%ADpicos%20promedio%20de,%25%20y%203%2C0%20%25.>
- Google Earth. (2021). *Ubicación de botaderos y proyectos de pavimentación con recojo de RCD*.
- Google Maps. (s. f.). *Ubicación de la Planta Procesadora de Agregados «Glorieta»*. <https://www.google.com/maps/place/Huamanga/@-13.144337,-74.1983721,3053m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x911262e3df1b54fb:0x85a2b75683baea0!8m2!3d-13.163919!4d-74.2236123>
- Grupo ARGOS. (2020). *¿Qué es el módulo de elasticidad en el concreto? 360 en concreto*. <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/elasticidad-del-concreto>
- Guerrero Quiñones, J. S. (2018). *Influencia del uso de residuos de construcción y demolición en diferentes porcentajes sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo 2018* [Tesis de Licenciatura, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14269>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES S.A. de C.V.
- Huaroc Palacios, A. H. (2017). *Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Universidad Privada del Norte].

- <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/12532/Huaroc%20Palacios%20c%20Anita.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- INDECOPI. (2014). *NTP 339.128. SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico* (1ra ed.).
- INDECOPI. (2018). *NTP 400.037. AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos* (4ta ed.).
- ITERNOVA. (2015, abril 30). Fomentando el uso de materiales reciclados en la construcción de carreteras. *Tecnocarreteras*.
<https://www.tecnocarreteras.es/2015/04/30/fomentando-el-uso-de-materiales-reciclados-en-la-construccion-de-carreteras/>
- JKEMSCA Estudio de mecánica de suelos, concreto y asfalto. (2022). *Informe técnico diseño de mezcla de concreto 210 Kg/cm²*.
- La Madrid Shimokawa, L. A. (2020). *Medición del grado de humedad en agregados de concreto por medio de frecuencias de microondas* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico Eléctrico, Universidad de Piura].
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4492/IME_2002.pdf?sequence=
- Loría Salazar, L. G. (2020, agosto 24). Uso de materiales reciclados en proyectos viales: Un aporte a la sostenibilidad del planeta. *Construir América Central y El Caribe*.
<https://revistaconstruir.com/uso-de-materiales-reciclados-en-proyectos-viales-un-aporte-a-la-sostenibilidad-del-planeta/>
- Martel, G. (2008). *Caracterización de residuos de la construcción y demolición de edificaciones y su aprovechamiento*. UNAM.
- Mastroprieto, M. (2020). *El hormigón para arquitectos*. Ediciones de la U.
- Mateus Ramírez, C. A., & Gelves Peña, D. A. (2020). *Mecánica a compresión en morteros. Evaluación de resistencia en morteros de cemento con agregado RCD*

- [Trabajo de Grado, Universidad Católica de Colombia].
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24801/1/DOC%20FINAL%20PROYECTO%20DE%20GRADO%20%23%2014.pdf>
- Mattey Centeno, P. E., Robayo Salazar, R. A., Silva Urrego, Y. F., Álvarez Jaramillo, N. A., & Delvasto Arjona, S. (2014). Physical and mechanical characteristics of recycled aggregate obtained from construction and demolition waste. *Informador Técnico*, 78(2), 121. <https://doi.org/10.23850/22565035.95>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). *Decreto Supremo N° 001—2010—Vivienda. Aprueba la Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones – RNE.*
- Municipalidad Provincial de Huamanga. (2019). *Plan provincial 2019.* https://www.munihuamanga.gob.pe/Documentos_mph/Munitransparencia/Participacion_ciudadana/Serenazgo/PlanProvincial2019.pdf
- National Ready Mixed Concrete Association. (2017). Hormigón. El concreto en la práctica ¿qué, por qué y cómo? *Información Técnica NRMCA*, 16. <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>
- Neville, A. (2010). *Concrete technology* (2da ed.). Prentice-Hall.
- Palacio-León, Ó., Chávez-Porras, Á., & Velásquez-Castiblanco, Y. L. (2017). Evaluación y comparación del análisis granulométrico obtenido de agregados naturales y reciclados. *Revista Tecnura*, 21(53), 96-106. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2017.3.a06>
- Pastrana-Ayala, J., Silva-Urrego, Y., Adrada-Molano, J., & Delvasto-Arjona, S. (2019). Propiedades físico-mecánicas de concretos autocompactantes producidos con polvo de residuo de concreto. *Informador Técnico*. <https://doi.org/10.23850/22565035.2170>

- Rojas Ramírez, J. L., & Berrío Mutiz, J. E. (2019). *Elaboración de concreto a partir de material de escombros de concreto* [Trabajo para optar por el título de Tecnólogo en obras civiles, Universidad del Quindío]. <https://bdigital.uniquindio.edu.co/bitstream/handle/001/4934/CONCRETO%20RECICLADO-RCD.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez Rodríguez, S. J., & Yépez Mostacero, S. I. (2018). *Calidad de pavimento rígido sobre las propiedades físicas químicas y mecánicas en la Av. 10 de julio, Huamachuco—La Libertad, 2017* [Tesis de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/13379>
- Solís-Carcaño, R. G., & Chan-Magaña, G. E. (2020). Desgaste por abrasión del concreto con agregado calizo de alta absorción. *Revista Ciencia UANL*, 23(103). <https://doi.org/10.29105/cienciauanl23.103-3>
- Tamayo Ly, C., & Silva Siesquén, I. (s. f.). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos*. Departamento Académico de Metodología de la Investigación. <http://www.postgradoune.edu.pe/pdf/documentos-academicos/ciencias-de-la-educacion/23.pdf>
- ZICLA. (2020, febrero 21). CONDEREFF, un proyecto para impulsar el reciclaje de los residuos de construcción y demolición. *Economía circular*. <https://www.zicla.com/blog/condereff-un-proyecto-para-impulsar-el-reciclaje-de-los-residuos-de-construccion-y-demolicion/>

Anexos

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título de investigación						
Análisis del concreto para pavimento rígido utilizando agregado RCD, Ayacucho 2021						
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
General ¿Cómo influye el agregado de residuos de construcción y demolición (RCD) en el concreto para pavimento rígido?	General Evaluar el concreto para pavimento rígido con agregados de residuos de construcción y demolición (RCD), utilizando diferentes proporciones.	General El agregado de residuos de construcción y demolición (RCD) influye en las propiedades mecánicas de concreto para pavimento rígido.	Independiente. Agregados RCD	Proporción de agregados.	Granulometría Contenido de humedad Peso unitario Peso específico % de absorción	Enfoque: Cuantitativo Tipo: Descriptivo – experimental
Específicos ¿Cómo la proporción de agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) influye en la resistencia a la compresión?	Específicos Determinar, de qué manera el concreto con agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) influye en la resistencia a la compresión para pavimento rígido.	Específicas Usando agregado de residuos de construcción y demolición (RCD), alcanza su resistencia a la compresión y permite utilizarse para pavimento rígido.		Tipo, agregado RCD	Tamaño del agregado ½”, ¾”, 1” de RCD Forma Dimensión	Diseño: Experimental Población y Muestra: Pavimentos de Ayacucho. La muestra será 40 testigos de cada tipo.
¿Cómo el tipo de agregado de residuos de	Determinar, de qué manera el concreto con agregados de	Usando agregado de residuos de construcción y		Disposición de los agregados.	Testigos de concreto	

<p>construcción y demolición (RCD) influye en la resistencia a la tracción y flexión?</p> <p>¿Cuáles son las disposiciones de los agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) en el análisis de concreto para pavimento rígido?</p>	<p>residuos de construcción y demolición (RCD) influye en la resistencia a la tracción y flexión para pavimento rígido.</p> <p>Determinar cuáles son las disposiciones de los agregados RCD en el análisis de concreto para pavimento rígido.</p>	<p>demolición (RCD), alcanza su resistencia a la tracción y flexión para utilizarse para pavimento rígido.</p> <p>La disposición de los agregados de residuos de construcción y demolición (RCD) provenientes de pavimento rígido, garantiza sus propiedades físicas y mecánicas.</p>	<p>Dependiente.</p> <p>Pavimento rígido</p>	<p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la tracción</p> <p>Resistencia a la flexión</p>	<p>NTP 339.034</p> <p>NTP 339.084</p> <p>NTP 339.079</p>	<p>Análisis estadístico:</p> <p>Pruebas estadísticas ANOVA</p> <p>Regresión múltiple</p>
--	---	---	---	---	--	---

ANEXO 2: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

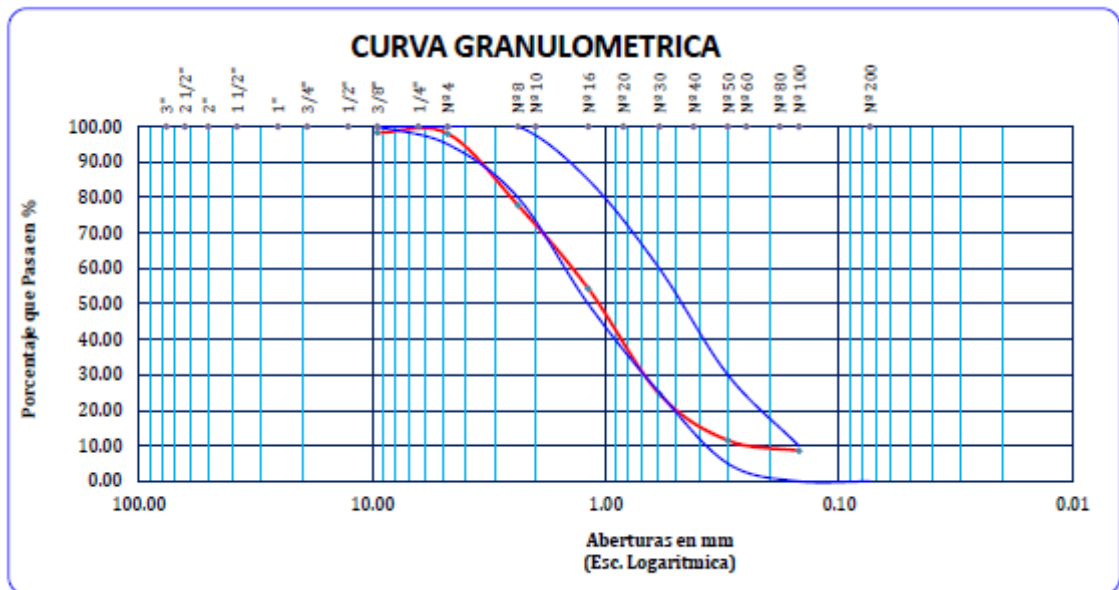
TÍTULO : Análisis del concreto para pavimento rígido utilizando agregado RCD, Ayacucho 2021

Elaborado : Eduardo Quispe Conde

Ubicación : Planta Procesadora de Agregados "Glorieta", cantera del río Huatatas, distrito de Andrés Avelino Cáceres, Huamanga

Fecha : _____

Malla		Peso (gr)	% Retenido		% que pasa	Especificaciones
Tamiz	Mm		Parcial	Acumulado		
1 1/2"	76.200					100 – 100
1"	25.400					95 – 100
3/4"	19.050					
1/2"	12.700					25 – 60
3/8"	9.525					
Nº 4	4.760					0 – 10
Nº 8	2.360					0 – 5
< Nº 8	Fondo					
Total						



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO – NTP 400.022

TÍTULO : Análisis del concreto para pavimento rígido utilizando agregado RCD, Ayacucho 2021

Elaborado : Eduardo Quispe Conde

Ubicación : Planta Procesadora de Agregados "Glorieta", cantera del río Huatatas, distrito de Andrés Avelino Cáceres, Huamanga

Fecha : _____

Ensayo		1	2	Promedio
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)			
B	Peso frasco + agua (gr)			
C	Peso frasco + agua + A (gr)			
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)			
E	Volumen de masa + volumen de vacío = C-D (cm3)			
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)			
G	Volumen de masa = E – (A – F) (cm3)			
	Pe bulk (Base seca) = F/E			
	Pe bulk (Base saturada) = A/E			
	Pe aparente (Base seca) = F/G			
	% de absorción = ((A – F)/F)*100			

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO – NTP 400.021

TÍTULO : Análisis del concreto para pavimento rígido utilizando agregado RCD,
Ayacucho 2021

Elaborado : Eduardo Quispe Conde

Ubicación : Planta Procesadora de Agregados "Glorieta", cantera del río Huatatas,
distrito de Andrés Avelino Cáceres, Huamanga

Fecha : _____

Ensayo		1	2	Promedio
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)			
B	Peso material saturado superficialmente seco (en Agua) (gr)			
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)			
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)			
E	Volumen de masa = C – (A – D) (cm ³)			
	Pe bulk (Base seca) = D/C			
	Pe bulk (Base saturada) = A/C			
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E			
	% de absorción = ((A – D) / D * 100)			

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS – NTP 400.017

TÍTULO : Análisis del concreto para pavimento rígido utilizando agregado RCD, Ayacucho 2021

Elaborado : Eduardo Quispe Conde

Ubicación : Planta Procesadora de Agregados "Glorieta", cantera del río Huatatas, distrito de Andrés Avelino Cáceres, Huamanga

Agregado grueso

Agregado	Peso unitario suelto			Peso unitario compactado		
	Nº de ensayo	1	2	3	1	2
Peso material + molde (gr.)						
Peso de molde (gr.)						
Peso neto de material(gr.)						
Volumen del molde (cm ³)						
Peso unitario suelto (gr/cm ³)						
Promedio de peso unitario (gr/cm ³)						
Desviación estándar del peso unitario						

Ensayo Nº	Agregado
Nro. de tara	
Peso tara + suelo húmedo gr.	
Peso tara + suelo seco gr.	
Peso de la tara gr.	
Peso del agua gr.	
Peso suelo seco gr.	
Humedad %	
Humedad natural promedio %	

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS – NTP 400.017

TÍTULO : Análisis del concreto para pavimento rígido utilizando agregado RCD, Ayacucho 2021

Elaborado : Eduardo Quispe Conde

Ubicación : Planta Procesadora de Agregados "Glorieta", cantera del río Huatatas, distrito de Andrés Avelino Cáceres, Huamanga

Agregado fino

Agregado	Peso unitario suelto			Peso unitario compactado		
	1	2	3	1	2	3
Nº de ensayo						
Peso material + molde (gr.)						
Peso de molde (gr.)						
Peso neto de material(gr.)						
Volumen del molde (cm ³)						
Peso unitario suelto (gr/cm ³)						
Promedio de peso unitario (gr/cm ³)						
Desviación estándar del peso unitario						

Ensayo N°	Agregado
Nro. de tara	
Peso tara + suelo húmedo gr.	
Peso tara + suelo seco gr.	
Peso de la tara gr.	
Peso del agua gr.	
Peso suelo seco gr.	
Humedad %	
Humedad natural promedio %	

ANEXO 3: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



Metrotest
LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CFM-174-2022
Pág. 1 de 3

OBJETO DE PRUEBA:	MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS			
Rangos	100 000	kgf		
Dirección de carga	Ascendente			
FABRICANTE	METROTEST			
Modelo	MC-160			
Serie	233			
Indicador de Fuerza (Modelo/Serie)	MCIL-1 / C-1016			
Transductor de Presión	160429031			
Ubicación	Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.			
Código Identificación	NO INDICA			
Norma utilizada	ASTM E4; ISO 7500-1			
Intervalo calibrado	Escala (s)	100 000	kgf	
	De 10 000 a 100 000 kgf		1% A 50%	
Temperatura de prueba °C	Inicial	19,8	Final	20,1
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento			
Solicitante	JKEMSCA S.A.C.			
Dirección	MZA. N°1 LOTE. 02 ASOC. MIRAFLORES ALTA - AYACUCHO - HUAMANGA - SAN JUAN BAUTISTA			
Ciudad	AYACUCHO			
PATRON(ES) UTILIZADO(S)	Tipo / Modelo	BOTELLA		
	Código	MF-02		
	Certif. de calibr.	INF-LE-381-21B PUCP		
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)			
FECHA DE CALIBRACION	2022/03/11			
FECHA DE EMISION	2022/03/11			
FIRMAS AUTORIZADAS	<p style="text-align: right;">Jefe de Metrología Luisgg Aserjo G.</p> 			



Av. Aristides Salazar 464 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos www.metrotest.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotest.com
 Tel.: 528-7856 Telefax: 528-3324 Email: 007 045 543 / #962 880 961
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-174-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 961 kN Resolución: 0,06 kN Dirección de la carga: Ascendente
100 000 kgf 0,005 kgf Factor de conversión: 0,005 kN/kgf

Indicación de la máquina			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
(F)			0°	120°	No aplica	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN	kN
10	100,00	10 197	99,71	99,60	No aplica	99,71	No aplica
20	200,00	20 394	200,26	200,40	No aplica	200,01	No aplica
30	300,00	30 591	300,50	300,19	No aplica	300,10	No aplica
40	400,00	40 789	400,97	400,94	No aplica	400,80	No aplica
50	500,00	50 986	500,09	500,24	No aplica	500,14	No aplica
60	600,00	61 183	600,37	601,39	No aplica	601,38	No aplica
70	700,00	71 380	700,70	699,64	No aplica	699,64	No aplica
80	800,00	81 577	800,42	799,50	No aplica	800,52	No aplica
Indicación después de carga:			0,00	0,00	0,00	0,00	No aplica

ESCALA: 960,67 kN Incertidumbre del patrón: ± 0,066 %

Indicación de la máquina			Cálculo de errores relativos				Resolución
(F)			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
%	kN	kgf	a (%)	b (%)	c (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100,00	10 197	0,33	0,11	No aplica	No aplica	0,05
20	200,00	20 394	-0,11	0,19	No aplica	No aplica	0,02
30	300,00	30 591	-0,09	0,13	No aplica	No aplica	0,02
40	400,00	40 789	-0,22	0,04	No aplica	No aplica	0,01
50	500,00	50 986	-0,03	0,03	No aplica	No aplica	0,01
60	600,00	61 183	-0,17	0,17	No aplica	No aplica	0,01
70	700,00	71 380	-0,02	0,12	No aplica	No aplica	0,01
80	800,00	81 577	-0,02	0,13	No aplica	No aplica	0,01
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 0,00

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Luigi Asenjo G.






Metrotest EIRL

LABORATORIO DE METROLOGÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CFM-174-2022

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

Errores relativos máximos absolutos hallados

ESCALA	100 000	kgf			
Error de exactitud		0,33 %	Error de cero		0
Error de repetibilidad		0,19 %	Error por accesorio		0 %
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución		0,02 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayo se clasifica:

ESCALA 100 000 kgf Ascendente

TRAZABILIDAD

METROTEST EIRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú y la SNM INDECOPI.

OBSERVACIONES:

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez.
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios que pueden derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología
Layggi Aseño G.



ANEXO 4: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO



CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		563.00	
Peso de Tara + M. Seco		540.00	
Peso de Agua		23.00	
Peso Muestra Seca		540.00	
Contenido de Humedad W%		4.26	
Promedio Cont. Humedad W%		4.26	

PIEDRA CHANCADA (AGREGADO GRUESO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		550.00	
Peso de Tara + M. Seco		525.00	
Peso de Agua		25.00	
Peso Muestra Seca		525.00	
Contenido de humedad W%		4.76	
Promedio cont. Humedad W%		4.76	

PESO UNITARIO DE AGREGADOS
ASTM C- 29

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
 SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
 FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,176.0	9,185.0	9,196.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,736.00	2,745.00	2,756.00
Volumen del Molde (m ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,319.83	1,324.17	1,329.47
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,324		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1,270		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,833.0	9,845.0	9,834.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,393.00	3,405.00	3,394.00
Volumen del Molde (cm ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,636.76	1,642.55	1,637.24
Peso Unitario Humedo (kg/m ³)	1,639		
Peso Unitario Seco (kg/m ³)	1,572		

PIEDRA CHANCADA (AGREGADO GRUESO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE N°.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,324.0	9,326.0	9,314.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,884.00	2,886.00	2,874.00
Volumen del Molde (cm ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,391.22	1,392.19	1,386.40
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,390		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1,327		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,786.0	9,798.0	9,775.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,346.00	3,358.00	3,335.00
Volumen del Molde (cm ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,614.09	1,619.87	1,608.78
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,614		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1,541		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO FINO

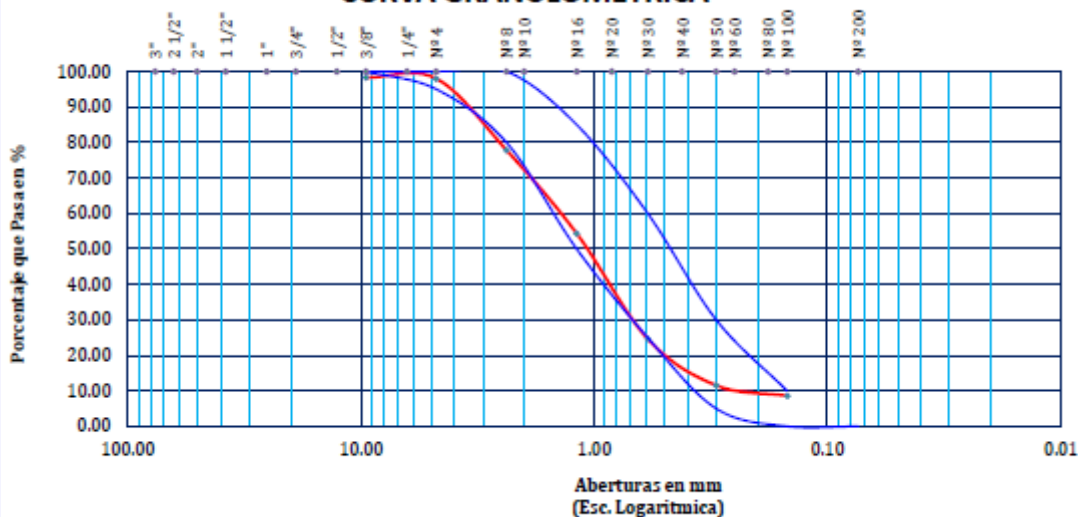
ASTM C-136

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE
FECHA : ABRIL DEL 2022
MUESTRA : AGREGADOS

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. ASTM	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.600						P.L. 2690.00 P.S. 1490.00
1 1/2"	38.100						Cont. de Humedad : 4.26
1"	25.400						Peso unitario suelto : 1324 kg/m ³
3/4"	19.050						peso unit. Compactado: 1639 kg/m ³
1/2"	12.700						
3/8"	9.525	25.00	1.68	1.68	98.32	100 100	
1/4"	6.350						
No4	4.760	127.00	8.52	10.20	89.80	95 100	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380	178.00	11.95	22.15	77.85	80 100	D10= 0.221 Cu= 6.675
No10	2.000	0.00	0.00	22.15	77.85		D30= 0.698 Cc= 1.495
No16	1.190	350.00	23.49	45.64	54.36	50 85	D60= 1.476
No20	0.840	0.00	0.00	45.64	54.36		
No30	0.590	443.00	29.73	75.37	24.63	25 60	MODULO DE FINEZA : 3.07
No40	0.420	0.00	0.00	75.37	24.63		
No50	0.300	195.00	13.09	88.46	11.54	5 30	
No60	0.250	0.00	0.00	88.46	11.54		
No80	0.180	0.00	0.00	88.46	11.54		
No100	0.149	44.00	2.95	91.41	8.59	0 10	OBSERVACIONES:
No200	0.074	14.00	0.94	92.35	7.65		El modulo de fineza debe de estar dentro de los limites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse el limite en mas o menos 0.2 .. Max 3.35
BASE		114.00	7.85	100.00	0.00		
TOTAL		1490.00	100.00				
% PERDIDA							

CURVA GRANULOMETRICA

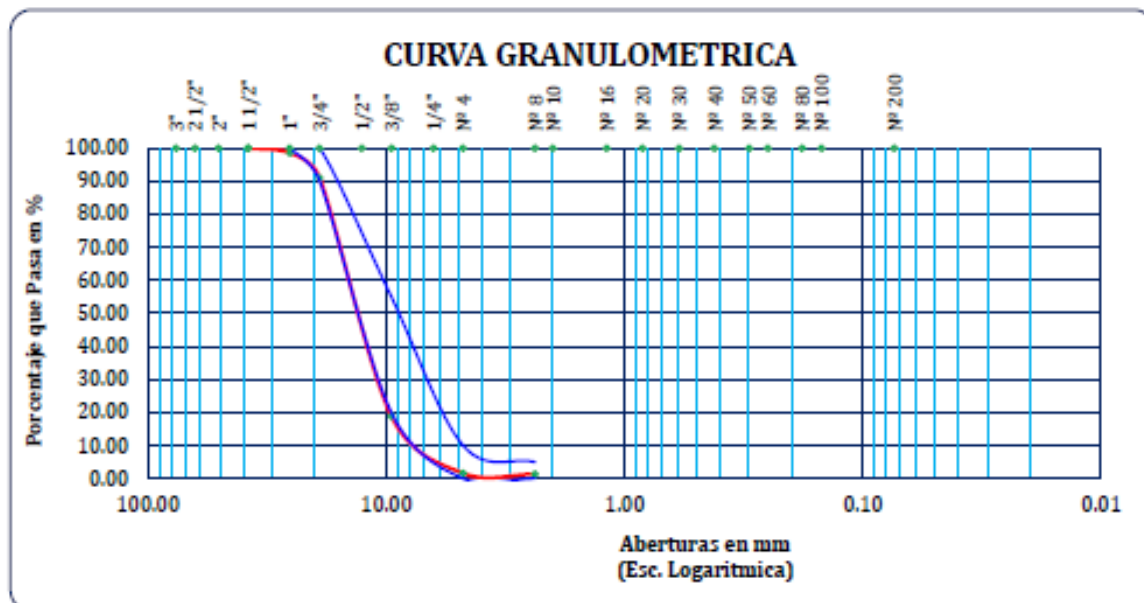


ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO
ASTM C-136

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

PIEDRA CHANCADA (AGREGADO GRUESO)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 3/4" ASTM C-33-54	TAMANO MAXIMO: 3/4"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			P.M 1533
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	23.00	1.50	1.50	98.50	100	100	Contenido de Humedad : 4.76
3/4"	19.050	115.00	7.50	9.00	91.00	90	100	Peso unitario suelto : 1390 kg/m3
1/2"	12.700	763.00	49.77	58.77	41.23			peso unit. Compactado: 1614 kg/m3
3/8"	9.525	342.00	22.31	81.08	18.92	20	55	
1/4"	6.350	0.00	0.00	81.08	18.92			
No4	4.760	265.00	17.29	98.37	1.63	0	10	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380	5.00	0.33	98.70	1.30	0	5	D10= 7.07 Cu= 2.12
No10	2.000							D30= 10.99 Cc= 1.14
No16	1.190							D60= 14.95
No20	0.840							
No30	0.590							
No40	0.420							MODULO DE FINEZA : 6.88
No50	0.300							
No60	0.250							OBSERVACIONES:
No80	0.180							
No100	0.149							
No200	0.074							
BASE		20.00	1.30	100.00	0.00			
TOTAL		1533.00	100.00					
% PERDIDA								MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO PORTLAND TIPO I	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
CANTERA PROCEDENCIA :				
TAMAÑO MAXIMO	Pulg			3/4"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	3.15	2.50	2.51
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m3		1270	1327
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m3		1572	1541
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		4.26	4.76
ABSORCION	%		1.07	0.10
MODULO DE FINEZA			3.07	6.88

DOSIFICACION

CONCRETO: Sin aire incorporado

TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m3)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m3)	Factor cem. FC (bol/m3)	mf Comb. De Agreg.	f _c PROM. f _{cr} (Kg/m2)
3/4"	3" - 4"	200	2.0	0.56	357.14	8.40	5.142	294

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	45.62
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.667

a/c Resistencia = 0.56 , $f_{cr}=294 \text{ Kg/cm}^2$
a/c Durabilidad = 0.50 , Exposición Moderada
a Soluciones de Sulfato
Slump = 3-4" Consistencia Plastica

DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.113	397.497		397.50	1.00
AGREGADO FINO	0.304	760.000	24.2	792.38	1.99
AGREGADO GRUESO	0.363	911.130	42.5	954.50	2.40
AGUA	0.200	200.000	66.7	133.30	14.25
AIRE	0.020				

Rel A/C Efectiva	0.34
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN Pie3	PROPORCION
CEMENTO	9.353	1.00
AGREGADO FINO	22.024	2.35
AGREGADO GRUESO	25.403	2.72
AGUA	14.252	14.25

LA NORMA ITINTEC 400.037 RECOMIENDA QUE EL AGREGADO FINO DEBE DE ESTAR LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE PIZARRAS, HACIENDO LIMITADO SU USO.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		563.00	
Peso de Tara + M. Seco		540.00	
Peso de Agua		23.00	
Peso Muestra Seca		540.00	
Contenido de Humedad W%		4.26	
Promedio Cont. Humedad W%		4.26	

100 % RCD (AGREGADO GRUESO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		575.00	
Peso de Tara + M. Seco		570.00	
Peso de Agua		5.00	
Peso Muestra Seca		570.00	
Contenido de humedad W%		0.88	
Promedio cont. Humedad W%		0.88	

PESO UNITARIO DE AGREGADOS

ASTM C- 29

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,176.0	9,185.0	9,196.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,736.00	2,745.00	2,756.00
Volumen del Molde (m ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,319.83	1,324.17	1,329.47
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,324		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1,270		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,833.0	9,845.0	9,834.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,393.00	3,405.00	3,394.00
Volumen del Molde (cm ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,636.76	1,642.55	1,637.24
Peso Unitario Humedo (kg/m ³)	1,639		
Peso Unitario Seco (kg/m ³)	1,572		

100 % RCD (AGREGADO GRUESO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE N°.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,114.0	9,122.0	9,114.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,674.00	2,682.00	2,674.00
Volumen del Molde (cm ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,289.92	1,293.78	1,289.92
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,291		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1,280		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,545.0	9,564.0	9,534.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,105.00	3,124.00	3,094.00
Volumen del Molde (cm ³)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m ³)	1,497.83	1,506.99	1,492.52
Peso Unitario Humedo (Kg/m ³)	1,499		
Peso Unitario Seco (Kg/m ³)	1,486		

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE
FECHA : ABRIL DEL 2022
MUESTRA : AGREGADOS

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE ARENA GRUESA		
I.- DATOS		
1	Peso de la muestra secada al horno (gr)	387.00
2	Peso del frasco (picnometro)+agua (gr)	670.00
3	Peso del frasco+Agua+Muestra hasta la marca de calibración (gr)	915.00
4	Peso de arena sss. (gr)	400.00
II.- RESULTADOS		
1	Peso Especifico de Masa: P.E.M. (gr/cm ³)	2.50
2	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca : P.E.M.S.S.S.	2.82
3	Peso Especifico Aparente P.E.A.	2.73
4	Porcentaje de Absorcion: %ABS	1.07

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE ARENA GRUESA		
I.- DATOS		
1	Peso de la muestra secada al horno (gr)	387.00
2	Peso del frasco (picnometro)+agua (gr)	670.00
3	Peso del frasco+Agua+Muestra hasta la marca de calibración (gr)	915.00
4	Peso de arena sss. (gr)	400.00
II.- RESULTADOS		
1	Peso Especifico de Masa: P.E.M. (gr/cm ³)	2.50
2	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca : P.E.M.S.S.S.	2.82
3	Peso Especifico Aparente P.E.A.	2.73
4	Porcentaje de Absorcion: %ABS	1.07

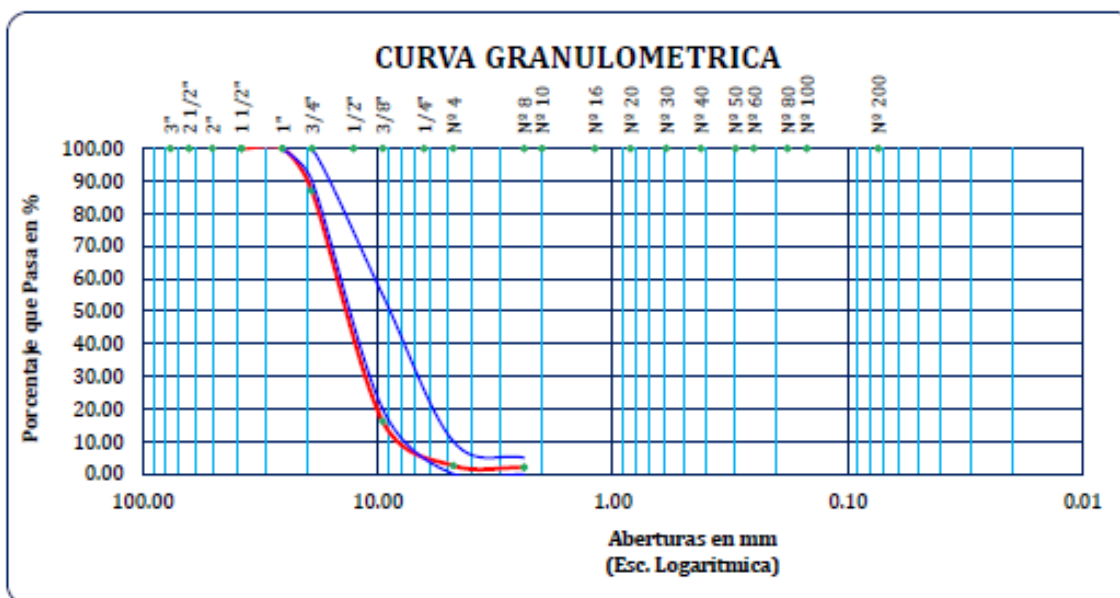
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE 100 % RCD		
I.- DATOS		
1	Peso de la Muestra Secada al Horno(gr)	1978
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca(gr)	2012
3	Peso de la Muestra Sumergida (gr)	1219
II.- RESULTADOS		
4	Peso Especifico de Masa: P.E.M. $1/(2-3)$ -(gr/cm ³)	2.49
5	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca P.E.M.S.S.S.($2/(2-3)$)-	2.54
6	Peso Especifico Aparente P.E.A. : $1/(1-3)$ -	2.61
7	Porcentaje de Absorcion: %ABS($(2-1)/1$)*100	0.31

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO
ASTM C-136**

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
 SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
 FECHA : ABRIL DEL 2022

100 % RCD (AGREGADO GRUESO)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 3/4" ASTM C-33-54	TAMANO MAXIMO: 3/4"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			P.M. 968
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Contenido de Humedad : 0.88
3/4"	19.050	126.00	13.02	13.02	86.98	90	100	Peso unitario suelto : 1291 kg/m3
1/2"	12.700	449.00	46.38	59.40	40.60			peso unit. Compactado: 1499 kg/m3
3/8"	9.525	236.00	24.38	83.78	16.22	20	55	
1/4"	6.350	0.00	0.00	83.78	16.22			
No4	4.760	132.00	13.64	97.42	2.58	0	10	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380	5.00	0.52	97.93	2.07	0	5	D10= 7.35 Cu= 2.10
No10	2.000							D30= 11.38 Cc= 1.14
No16	1.190							D60= 15.42
No20	0.840							
No30	0.590							MODULO DE FINEZA : 6.94
No40	0.420							
No50	0.300							
No60	0.250							OBSERVACIONES:
No80	0.180							
No100	0.149							
No200	0.074							
BASE		20.00	2.07	100.00	0.00			
TOTAL		968.00	100.00					
% PERDIDA								MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
 SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
 FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO PORTLAND TIPO I	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
CANTERA PROCEDENCIA :				
TAMAÑO MÁXIMO	Pulg			3/4"
PESO ESPECÍFICO	gr/cc	3.15	2.50	2.49
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1270	1280
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1572	1486
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		4.26	0.88
ABSORCIÓN	%		1.07	0.31
MODULO DE FINEZA			3.07	6.94

DOSIFICACION

CONCRETO: Sin aire incorporado

TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m ³)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m ³)	Factor cem. FC (bol/m ³)	mf Comb. De Agreg.	f _c PROM. f'cr (Kg/m ²)
3/4"	3" - 4"	200	2.0	0.56	357.14	8.40	5.142	294

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	46.46
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.667

a/c Resistencia = 0.56 , f_{cr}=294 Kg/cm²
 a/c Durabilidad = 0.50 , Exposición Moderada a Soluciones de Sulfato
 Slump = 3-4" Consistencia Plástica

DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M ³	HUMEDAD	PESOS KG/M ³	PROPORCION
CEMENTO	0.113	397.497		397.50	1.00
AGREGADO FINO	0.310	775.000	24.7	808.02	2.03
AGREGADO GRUESO	0.357	888.930	5.1	896.75	2.26
AGUA	0.200	200.000	29.8	170.21	18.20
AIRE	0.020				

Rel A/C Efectiva	0.43
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN Pie ³	PROPORCION
CEMENTO	9.353	1.00
AGREGADO FINO	22.459	2.40
AGREGADO GRUESO	24.738	2.64
AGUA	18.199	18.20

LA NORMA ITINTEC 400.037 RECOMIENDA QUE EL AGREGADO FINO DEBE DE ESTAR LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE PIZARRAS, HACIENDO LIMITADO SU USO.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		563.00	
Peso de Tara + M. Seco		540.00	
Peso de Agua		23.00	
Peso Muestra Seca		540.00	
Contenido de Humedad W%		4.26	
Promedio Cont. Humedad W%		4.26	

RCD 75 % Y PIEDRA CHANCADA 25 % (AGREGADO GRUESO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		567.00	
Peso de Tara + M. Seco		559.00	
Peso de Agua		8.00	
Peso Muestra Seca		559.00	
Contenido de humedad W%		1.43	
Promedio cont. Humedad W%		1.43	

PESO UNITARIO DE AGREGADOS
ASTM C- 29

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,176.0	9,185.0	9,196.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,736.00	2,745.00	2,756.00
Volumen del Molde (m3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,319.83	1,324.17	1,329.47
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,324		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,270		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,833.0	9,845.0	9,834.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,393.00	3,405.00	3,394.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,636.76	1,642.55	1,637.24
Peso Unitario Humedo (kg/m3)	1,639		
Peso Unitario Seco (kg/m3)	1,572		

RCD 75 % Y PIEDRA CHANCADA 25 % (AGREGADO GRUESO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE N°.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,156.0	9,134.0	9,145.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,716.00	2,694.00	2,705.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,310.18	1,299.57	1,304.87
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,305		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,286		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,612.0	9,513.0	9,604.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,172.00	3,073.00	3,164.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,530.15	1,482.39	1,526.29
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,513		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,492		

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO		
I.- DATOS		
1	Peso de la muestra secada al horno (gr)	387.00
2	Peso del frasco (picnometro)+agua (gr)	670.00
3	Peso del frasco+Agua+Muestra hasta la marca de calibración (gr)	915.00
4	Peso de arena sss. (gr)	400.00
II.- RESULTADOS		
1	Peso Especifico de Masa: P.E.M. (gr/cm ³)	2.50
2	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca : P.E.M.S.S.S.	2.82
3	Peso Especifico Aparente P.E.A.	2.73
4	Porcentaje de Absorcion: %ABS	1.07

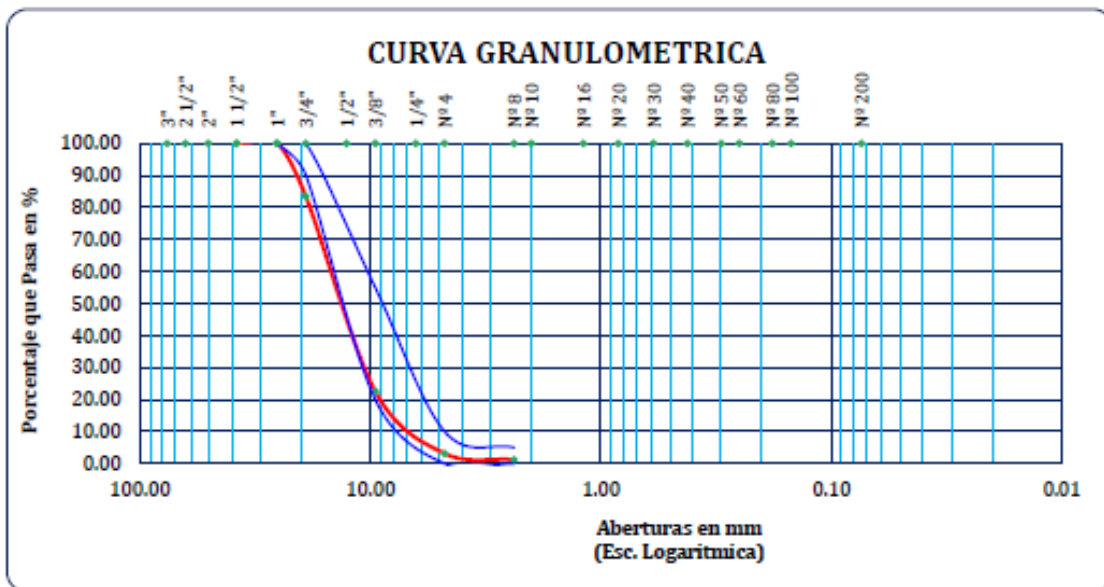
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (RCD 75 % Y PIEDRA CHANCADA 25 %)		
I.- DATOS		
1	Peso de la Muestra Secada al Horno(gr)	1965
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca(gr)	2010
3	Peso de la Muestra Sumergida (gr)	1215
II.- RESULTADOS		
4	Peso Especifico de Masa: P.E.M. 1/(2-3)-(gr/cm ³)	2.47
5	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca P.E.M.S.S.S.(2/(2-3))-	2.53
6	Peso Especifico Aparente P.E.A. : 1/(1-3)-	2.62
7	Porcentaje de Absorcion: %ABS((2-1)/1)* 100	0.41

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO
ASTM C-136**

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

RCD 75 % Y PIEDRA CHANCADA 25 % (AGREGADO GRUESO)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 3/4" ASTM C-33-54	TAMANO MAXIMO: 3/4"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			P.M 1708
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Contenido de Humedad : 1.43
3/4"	19.050	284.00	16.63	16.63	83.37	90	100	Peso unitario suelto : 1305 kg/m3
1/2"	12.700	785.00	45.96	62.59	37.41			peso unit. Compactado: 1513 kg/m3
3/8"	9.525	253.00	14.81	77.40	22.60	20	55	
1/4"	6.350	0.00	0.00	77.40	22.60			
No4	4.760	332.00	19.44	96.84	3.16	0	10	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380	34.00	1.99	98.83	1.17	0	5	D10= 6.44 Cu= 2.39
No10	2.000							D30= 10.68 Cc= 1.15
No16	1.190							D60= 15.39
No20	0.840							
No30	0.590							MODULO DE FINEZA : 6.91
No40	0.420							
No50	0.300							
No60	0.250							OBSERVACIONES:
No80	0.180							
No100	0.149							
No200	0.074							
BASE		20.00	1.17	100.00	0.00			
TOTAL		1708.00	100.00					
% PERDIDA								MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
 SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE
 FECHA : ABRIL DEL 2022
 MUESTRA : AGREGADOS

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO PORTLAND TIPO I	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
CANTERA PROCEDENCIA :				
TAMAÑO MAXIMO	Pulg			3/4"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	3.15	2.50	2.47
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1270	1286
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1572	1492
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		4.26	1.43
ABSORCION	%		1.07	0.41
MODULO DE FINEZA			3.07	6.91

DOSIFICACION

CONCRETO: Sin aire incorporado

TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m ³)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m ³)	Factor cem. FC (bol/m ³)	mf Comb. De Agreg.	f _c PROM. f _c (Kg/m ²)
3/4"	3" - 4"	200	2.0	0.56	357.14	8.40	5.142	294

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	46.04
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.667

a/c Resistencia = 0.56 , f_{cr}=294 Kg/cm²
 a/c Durabilidad = 0.50 , Exposición Moderada
 a Soluciones de Sulfato
 Slump = 3-4" Consistencia Plastica

DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M ³	HUMEDAD	PESOS KG/M ³	PROPORCION
CEMENTO	0.113	397.497		397.50	1.00
AGREGADO FINO	0.307	767.500	24.5	800.20	2.01
AGREGADO GRUESO	0.360	889.200	9.1	901.92	2.27
AGUA	0.200	200.000	33.6	166.45	17.80
AIRE	0.020				

Rel A/C Efectiva	0.42
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN Pie ³	PROPORCION
CEMENTO	9.353	1.00
AGREGADO FINO	22.241	2.38
AGREGADO GRUESO	24.755	2.65
AGUA	17.797	17.80

LA NORMA ITINTEC 400.037 RECOMIENDA QUE EL AGREGADO FINO DEBE DE ESTAR LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE PIZARRAS, HACIENDO LIMITADO SU USO.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		563.00	
Peso de Tara + M. Seco		540.00	
Peso de Agua		23.00	
Peso Muestra Seca		540.00	
Contenido de Humedad W%		4.26	
Promedio Cont. Humedad W%		4.26	

RCD 50 % Y PIEDRA CHANCADA 50 % (AGREGADO GRUESO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		670.00	
Peso de Tara + M. Seco		652.00	
Peso de Agua		18.00	
Peso Muestra Seca		652.00	
Contenido de humedad W%		2.76	
Promedio cont. Humedad W%		2.76	

PESO UNITARIO DE AGREGADOS
ASTM C- 29

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,176.0	9,185.0	9,196.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,736.00	2,745.00	2,756.00
Volumen del Molde (m3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,319.83	1,324.17	1,329.47
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,324		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,270		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,833.0	9,845.0	9,834.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,393.00	3,405.00	3,394.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,636.76	1,642.55	1,637.24
Peso Unitario Humedo (kg/m3)	1,639		
Peso Unitario Seco (kg/m3)	1,572		

RCD 50 % Y PIEDRA CHANCADA 50 % (AGREGADO GRUESO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE N°.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,214.0	9,222.0	9,214.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,774.00	2,782.00	2,774.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,338.16	1,342.02	1,338.16
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,339		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,303		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,645.0	9,564.0	9,634.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,205.00	3,124.00	3,194.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,546.07	1,506.99	1,540.76
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,531		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,490		

PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO		
I.- DATOS		
1	Peso de la muestra secada al horno (gr)	387.00
2	Peso del frasco (picnometro)+agua (gr)	670.00
3	Peso del frasco+Agua+Muestra hasta la marca de calibración (gr)	915.00
4	Peso de arena sss. (gr)	400.00
II.- RESULTADOS		
1	Peso Especifico de Masa: P.E.M. (gr/cm ³)	2.50
2	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca : P.E.M.S.S.S.	2.82
3	Peso Especifico Aparente P.E.A.	2.73
4	Porcentaje de Absorcion: %ABS	1.07

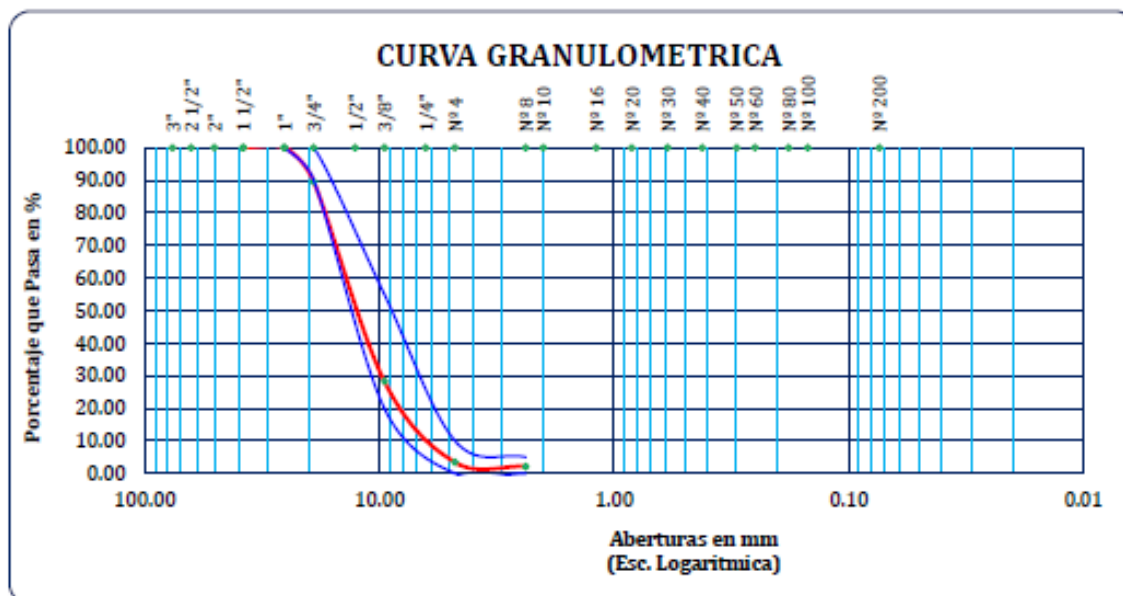
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (RCD 50 % Y PIEDRA CHANCADA 50 %)		
I.- DATOS		
1	Peso de la Muestra Secada al Horno(gr)	1988
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca(gr)	2008
3	Peso de la Muestra Sumergida (gr)	1205
II.- RESULTADOS		
4	Peso Especifico de Masa: P.E.M. $1/(2-3)$ -(gr/cm ³)	2.48
5	P.E. de Masa Saturada Superficialmente Seca P.E.M.S.S.S.($2/(2-3)$)-	2.50
6	Peso Especifico Aparente P.E.A. : $1/(1-3)$ -	2.54
7	Porcentaje de Absorcion: %ABS($(2-1)/1$)*100	0.18

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO
ASTM C-136**

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

RCD 50 % Y PIEDRA CHANCADA 50 % (AGREGADO GRUESO)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 3/4" ASTM C-33-54		TAMANO MAXIMO: 3/4"
3"	76.200							DESCRIPCION DE LA MUESTRA
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			P.M 934
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			Contenido de Humedad : 2.76
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Peso unitario suelto : 1339 kg/m ³
3/4"	19.050	98.00	10.49	10.49	89.51	90	100	peso unit. Compactado: 1531 kg/m ³
1/2"	12.700	389.00	41.65	52.14	47.86			
3/8"	9.525	183.00	19.59	71.73	28.27	20	55	
1/4"	6.350	0.00	0.00	71.73	28.27			
No4	4.760	232.00	24.84	96.57	3.43	0	10	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380	12.00	1.28	97.86	2.14	0	5	D10= 6.02 Cu= 2.40
No10	2.000							D30= 9.79 Cc= 1.10
No16	1.190							D60= 14.46
No20	0.840							
No30	0.590							MODULO DE FINEZA : 6.79
No40	0.420							
No50	0.300							
No60	0.250							OBSERVACIONES:
No80	0.180							
No100	0.149							
No200	0.074							
BASE		20.00	2.14	100.00	0.00			
TOTAL		934.00	100.00					
% PERDIDA								MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO PORTLAND TIPO I	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
CANTERA PROCEDENCIA :				
TAMANO MAXIMO	Pulg			3/4"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	3.15	2.50	2.48
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1270	1303
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1572	1490
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		4.26	2.76
ABSORCION	%		1.07	0.18
MODULO DE FINEZA			3.07	6.79

DOSIFICACION

CONCRETO: Sin aire incorporado

TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m ³)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m ³)	Factor cem. FC (bol/m ³)	mf Comb. De Agreg.	Fc PROM. Fcr (Kg/m ²)
3/4"	3" - 4"	200	2.0	0.56	357.14	8.40	5.142	294

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	44.30
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.667

a/c Resistencia = 0.56 , $f_{cr}=294 \text{ Kg/cm}^2$
 a/c Durabilidad = 0.50 , Exposición Moderada a Soluciones de Sulfato
 Slump = 3-4" Consistencia Plastica

DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M3	HUMEDAD	PESOS KG/M3	PROPORCION
CEMENTO	0.113	397.497		397.50	1.00
AGREGADO FINO	0.295	737.500	23.5	768.92	1.93
AGREGADO GRUESO	0.372	922.560	23.8	948.02	2.38
AGUA	0.200	200.000	47.3	152.67	16.32
AIRE	0.020				

Rel A/C Efectiva	0.38
------------------	------

DOSIFICACION EN VOLUMEN

DESCRIPCION	EN Pie ³	PROPORCION
CEMENTO	9.353	1.00
AGREGADO FINO	21.372	2.29
AGREGADO GRUESO	25.681	2.75
AGUA	16.323	16.32

LA NORMA ITINTEC 400.037 RECOMIENDA QUE EL AGREGADO FINO DEBE DE ESTAR LIBRE DE CANTIDADES PERJUDICIALES DE PIZARRAS, HACIENDO LIMITADO SU USO.

CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE **MUESTRA** : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		563.00	
Peso de Tara + M. Seco		540.00	
Peso de Agua		23.00	
Peso Muestra Seca		540.00	
Contenido de Humedad W%		4.26	
Promedio Cont. Humedad W%		4.26	

RCD 25 % Y PIEDRA CHANCADA 75 % (AGREGADO GRUESO)

N° De Tara			
Peso de Tara		0.00	
Peso de Tara + M. Humedo		465.00	
Peso de Tara + M. Seco		450.00	
Peso de Agua		15.00	
Peso Muestra Seca		450.00	
Contenido de humedad W%		3.33	
Promedio cont. Humedad W%		3.33	

PESO UNITARIO DE AGREGADOS
ASTM C- 29

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

ARENA GRUESA (AGREGADO FINO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,176.0	9,185.0	9,196.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,736.00	2,745.00	2,756.00
Volumen del Molde (m3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,319.83	1,324.17	1,329.47
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,324		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,270		

PESO UNITARIO COMPACTADO

MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,833.0	9,845.0	9,834.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,393.00	3,405.00	3,394.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,636.76	1,642.55	1,637.24
Peso Unitario Humedo (kg/m3)	1,639		
Peso Unitario Seco (kg/m3)	1,572		

RCD 25 % Y PIEDRA CHANCADA 75 % (AGREGADO GRUESO)

PESO UNITARIO SUELTO

MOLDE N°.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,245.0	9,267.0	9,239.0
Peso de la Muestra (gr.)	2,805.00	2,827.00	2,799.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,353.11	1,363.72	1,350.22
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,356		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,312		

PESO UNITARIO COMPACTADO

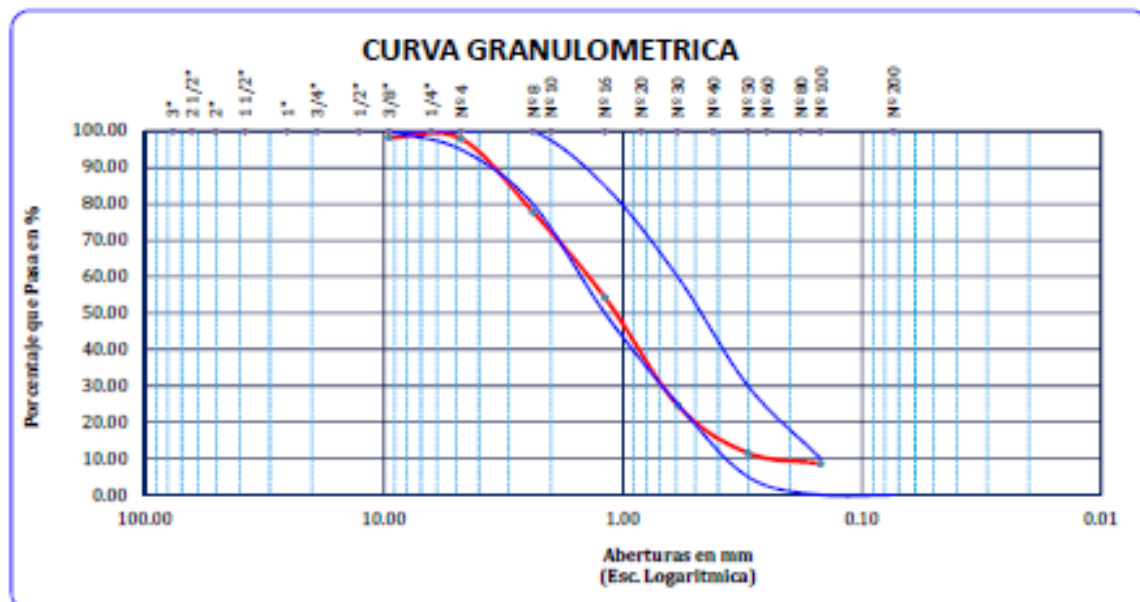
MOLDE NRO.	I	II	III
Peso del Molde (gr.)	6,440.0	6,440.0	6,440.0
Peso Molde + Muestra (gr.)	9,698.0	9,678.0	9,670.0
Peso de la Muestra (gr.)	3,258.00	3,238.00	3,230.00
Volumen del Molde (cm3)	2,073.0	2,073.0	2,073.0
Peso Unitario (Kg/m3)	1,571.64	1,561.99	1,558.13
Peso Unitario Humedo (Kg/m3)	1,564		
Peso Unitario Seco (Kg/m3)	1,513		

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE AGREGADO GRUESO
ASTM C-136**

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
FECHA : ABRIL DEL 2022

RCD 25 % Y PIEDRA CHANCADA 75 % (AGREGADO GRUESO)

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. 3/4" ASTM C-33-54	TAMANO MAXIMO: 3/4"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			P.M 2169
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			Contenido de Humedad : 3.33
1"	25.400	40.00	1.84	1.84	98.16	100	100	Peso unitario suelto : 1356 kg/m3
3/4"	19.050	154.00	7.10	8.94	91.06	90	100	peso unit. Compactado: 1564 kg/m3
1/2"	12.700	1289.00	59.43	68.37	31.63			
3/8"	9.525	356.00	16.41	84.79	15.21	20	55	
1/4"	6.350	0.00	0.00	84.79	15.21			
No4	4.760	245.00	11.30	96.08	3.92	0	10	CARACT. GRANULOMETRICAS:
No8	2.380	65.00	3.00	99.08	0.92	0	5	D10= 7.33 Cu= 2.07
No10	2.000							D30= 11.38 Cc= 1.17
No16	1.190							D60= 15.15
No20	0.840							
No30	0.590							
No40	0.420							MODULO DE FINEZA : 6.90
No50	0.300							
No60	0.250							OBSERVACIONES:
No80	0.180							
No100	0.149							
No200	0.074							
BASE		20.00	0.92	100.00	0.00			
TOTAL		2169.00	100.00					
% PERDIDA								MUESTREADO POR EL SOLICITANTE



DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

PROYECTO : TESIS UNSCH: DISEÑO DE PAVIMENTO
 SOLICITADO POR : SR. EDUARDO QUISPE CONDE MUESTRA : AGREGADOS
 FECHA : ABRIL DEL 2022

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CEMENTO PORTLAND TIPO I	AGREGADOS	
			FINO	GRUESO
CANTERA PROCEDENCIA :				
TAMAÑO MAXIMO	Pulg			3/4"
PESO ESPECIFICO	gr/cc	3.15	2.50	2.50
PESO UNITARIO SUELTO	Kg/m ³		1270	1312
PESO UNITARIO COMPACTADO	Kg/m ³		1572	1513
CONTENIDO DE HUMEDAD	%		4.26	3.33
ABSORCION	%		1.07	0.23
MODULO DE FINEZA			3.07	6.90

DOSIFICACION

CONCRETO: Sin aire incorporado

TMN (pulg)	SLUMP (pulg)	AGUA (lit/m ³)	AIRE (%)	Agua/cem A/C	Factor cem. FC (Kg/m ³)	Factor cem. FC (bol/m ³)	mf Comb. De Agreg.	f _c PROM. f _{cr} (Kg/m ²)
3/4"	3" - 4"	200	2.0	0.56	357.14	8.40	5.142	294

CALCULO DE LOS VALORES RELATIVOS DEL MODULO DE FINEZA

CALCULO DE RF	45.90
VOLUMEN ABSOLUTO DE LOS AGREGADOS	0.667

a/c Resistencia = 0.56 , f_{cr}=294 Kg/cm²
 a/c Durabilidad = 0.50 , Exposición Moderada
 a Soluciones de Sulfato
 Slump = 3-4" Consistencia Plastica

DOSIFICACION EN PESO

DESCRIPCION	VOLUM. ABSOLUTOS	PESOS SECOS/M ³	HUMEDAD	PESOS KG/M ³	PROPORCION
CEMENTO	0.113	397.497		397.50	1.00
AGREGADO FINO	0.306	765.000	24.4	797.59	2.01
AGREGADO GRUESO	0.361	902.500	28.0	932.55	2.35
AGUA	0.200	200.000	52.4	147.62	15.78
AIRE	0.020				

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE																
N.T.P. E.060																
OBRA		: "TESIS UNCIS- HUAMANGA - AYACUCHO"														
SOLICITANTE		: SR. EDUARDO QUISPE CONDE														
ESTRUCTURA		: INDICADA														
LUGAR		: AYACUCHO														
													FECHA: 21/04/2022			
N°	ESPECIMEN	DISEÑO (F _c) kg/cm ²	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	PESO (gr)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (CM)	AREA cm ²	VOLUMEN (cm ³)	PESO VOLUM (g/cm ³)	LECTURA (KN)	LECTURA (Kg-f)	RESISTENCIA		CURADO
														kg/cm ²	%	
01	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	24/02/2022	07	12253	15.15	30.00	180.27	5408.00	2.27	257.40	26247.1	145.601	69.33%	EN OBRA
02	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	24/02/2022	07	12250	15.20	29.90	181.46	5425.61	2.26	240.20	24493.2	134.98	64.28%	EN OBRA
03	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	3/03/2022	14	12256	15.40	30.00	186.27	5587.95	2.19	338.20	34486.3	185.146	88.16%	EN OBRA
04	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	3/03/2022	14	12248	15.30	30.10	183.85	5534.00	2.21	346.10	35291.8	191.956	91.41%	EN OBRA
05	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	17/03/2022	28	12573	15.18	30.10	180.98	5447.53	2.31	409.70	49934.7	275.911	131.39%	EN OBRA
06	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	17/03/2022	28	12609	15.28	30.00	183.37	5501.21	2.29	475.70	48507.1	264.526	125.96%	EN OBRA
01	100 % RCD	210	01/03/2022	01/03/2022	07	12235	15.20	30.00	181.46	5443.75	2.25	285.20	29081.8	160.267	76.32%	EN OBRA
02	100 % RCD	210	01/03/2022	01/03/2022	07	12220	15.03	30.30	177.42	5375.89	2.27	257.70	26277.7	148.108	70.53%	EN OBRA
03	100 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	11896	15.09	30.20	178.84	5401.01	2.20	321.30	32763	183.195	87.24%	EN OBRA
04	100 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	12122	15.13	30.50	179.79	5483.62	2.21	328.90	33537.9	186.539	88.83%	EN OBRA
05	100 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12337	15.17	30.30	180.74	5476.51	2.25	451.10	45998.7	254.498	121.19%	EN OBRA
06	100 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12341	15.19	30.20	181.22	5472.84	2.25	442.00	45070.7	248.708	118.43%	EN OBRA
01	25 % RCD	210	02/03/2022	09/03/2022	07	12169	15.12	30.10	179.55	5404.56	2.25	222.02	22639.4	126.087	60.04%	EN OBRA
02	25 % RCD	210	02/03/2022	09/03/2022	07	12156	15.08	30.10	178.60	5376.00	2.26	224.80	22922.9	128.344	61.12%	EN OBRA
03	25 % RCD	210	02/03/2022	16/03/2022	14	12329	15.09	30.20	178.84	5401.01	2.28	314.50	32069.6	179.318	85.39%	EN OBRA
04	25 % RCD	210	02/03/2022	16/03/2022	14	12554	15.04	30.30	177.66	5383.05	2.33	307.30	31335.4	176.38	83.99%	EN OBRA
05	25 % RCD	210	02/03/2022	30/03/2022	28	12514	14.97	30.10	176.01	5297.85	2.36	348.00	35485.6	201.613	96.01%	EN OBRA
06	25 % RCD	210	02/03/2022	30/03/2022	28	12341	15.27	30.40	183.13	5567.26	2.22	357.20	36423.7	198.891	94.71%	EN OBRA



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION SIMPLE																
N.T.P. E.060																
OBRA		: "TESIS UNCIS- HUAMANGA - AYACUCHO"														
SOLICITANTE		: SR. EDUARDO QUISPE CONDE														
ESTRUCTURA		: INDICADA														
LUGAR		: AYACUCHO														
													FECHA: 21/04/2022			
N°	ESPECIMEN	DISEÑO (F _c) kg/cm ²	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	PESO (gr)	DIAMETRO (cm)	ALTURA (CM)	AREA cm ²	VOLUMEN (cm ³)	PESO VOLUM (g/cm ³)	LECTURA (KN)	LECTURA (Kg-f)	RESISTENCIA		CURADO
														kg/cm ²	%	
01	50 % RCD	210	01/03/2022	01/03/2022	07	11800	15.26	30.00	182.89	5486.81	2.17	202.02	20600	112.634	53.64%	EN OBRA
02	50 % RCD	210	01/03/2022	01/03/2022	07	12212	15.12	30.20	179.55	5422.51	2.25	195.80	19965.7	111.197	52.95%	EN OBRA
03	50 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	11906	15.10	30.10	179.08	5390.27	2.21	290.50	29622.3	165.415	78.77%	EN OBRA
04	50 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	12112	15.08	30.20	178.60	5393.86	2.25	287.30	29296	164.027	78.11%	EN OBRA
05	50 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12158	14.72	30.20	170.18	5139.40	2.37	301.00	30693	180.357	85.88%	EN OBRA
06	50 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12167	14.81	30.10	172.27	5185.21	2.35	307.20	31325.2	181.842	86.59%	EN OBRA
01	75 % RCD	210	03/03/2022	10/03/2022	07	12189	15.17	30.00	180.74	5422.28	2.25	83.80	8545.09	47.2776	22.51%	EN OBRA
02	75 % RCD	210	03/03/2022	10/03/2022	07	12328	15.09	30.40	178.84	5436.78	2.27	107.70	10982.2	61.4073	29.24%	EN OBRA
03	75 % RCD	210	03/03/2022	17/03/2022	14	12328	15.40	30.30	186.27	5643.83	2.18	199.30	20322.6	109.106	51.96%	EN OBRA
04	75 % RCD	210	03/03/2022	17/03/2022	14	12209	15.04	30.00	177.66	5329.75	2.29	194.70	19853.6	111.751	53.21%	EN OBRA
05	75 % RCD	210	03/03/2022	31/03/2022	28	12416	14.98	30.30	176.24	5340.18	2.33	254.70	25971.8	147.363	70.17%	EN OBRA
06	75 % RCD	210	03/03/2022	31/03/2022	28	12314	15.07	30.20	178.37	5386.71	2.29	240.00	24472.8	137.204	65.34%	EN OBRA

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION POR COMPRESION DIAMETRAL

NTP 339.084

OBRA : "ANALISIS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO AGREGADO RCD, AYACUCHO 2021"

SOLICITANTE : QUISPE CONDE EDUARDO

ESTRUCTURA : INDICADA

FECHA : 21/04/2022

N°	ESPECIMEN	DISEÑO (f'c) Kg/cm2	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	PESO (gr)	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA cm2	VOLUMEN (cm3)	PESO VOLUM (g/cm3)	LECTURA (KN)	LECTURA (N)	RESISTENCIA kg/cm2	CURADO
01	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	24/02/2022	07	12125	149.00	301.00	174.37	5248.42	2.31	90.70	90700	1.29	EN LAB.
02	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	24/02/2022	07	12445	151.40	304.00	180.03	5472.87	2.27	92.90	92900	1.28	EN LAB.
03	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	3/03/2022	14	12305	150.10	302.00	176.95	5343.90	2.30	124.50	124500	1.75	EN LAB.
04	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	3/03/2022	14	12116	149.60	304.00	175.77	5343.51	2.27	128.60	128600	1.80	EN LAB.
05	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	17/03/2022	28	12388	151.40	304.00	180.03	5472.87	2.26	185.20	185200	2.56	EN LAB.
06	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	17/03/2022	28	12253	153.00	299.00	183.85	5497.23	2.23	181.20	181200	2.52	EN LAB.
01	25 % RCD	210	02/03/2022	9/03/2022	07	12393	149.50	298.00	175.54	5231.05	2.37	82.60	82600	1.18	EN LAB.
02	25 % RCD	210	02/03/2022	9/03/2022	07	12468	150.90	305.00	178.84	5454.67	2.29	84.60	84600	1.17	EN LAB.
03	25 % RCD	210	02/03/2022	16/03/2022	14	12624	152.30	303.00	182.18	5519.91	2.29	108.20	108200	1.49	EN LAB.
04	25 % RCD	210	02/03/2022	16/03/2022	14	12452	150.60	303.00	178.13	5397.37	2.31	105.90	105900	1.48	EN LAB.
05	25 % RCD	210	02/03/2022	30/03/2022	28	12586	149.40	305.00	175.30	5346.76	2.35	148.10	148100	2.07	EN LAB.
06	25 % RCD	210	02/03/2022	30/03/2022	28	12504	151.00	301.00	179.08	5390.27	2.32	145.60	145600	2.04	EN LAB.
01	50 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	12492	151.70	303.00	180.74	5476.51	2.28	79.30	79300	1.10	EN LAB.

02	50 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	12415	151.90	304.00	181.22	5509.08	2.25	78.80	78800	1.09	EN LAB.
03	50 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	12427	151.20	304.00	179.55	5458.42	2.28	93.60	93600	1.30	EN LAB.
04	50 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	12300	149.80	305.00	176.24	5375.43	2.29	93.90	93900	1.31	EN LAB.
05	50 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12222	149.40	302.00	175.30	5294.17	2.31	131.50	131500	1.86	EN LAB.
06	50 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12378	150.00	303.00	176.71	5354.45	2.31	130.20	130200	1.82	EN LAB.
01	75 % RCD	210	03/03/2022	10/03/2022	07	12240	151.00	301.00	179.08	5390.27	2.27	68.90	68900	0.97	EN LAB.
02	75 % RCD	210	03/03/2022	10/03/2022	07	12249	150.00	301.00	176.71	5319.11	2.30	67.80	67800	0.96	EN LAB.
03	75 % RCD	210	03/03/2022	17/03/2022	14	12214	150.00	302.00	176.71	5336.78	2.29	82.30	82300	1.16	EN LAB.
04	75 % RCD	210	03/03/2022	17/03/2022	14	12171	149.00	302.00	174.37	5265.86	2.31	82.40	82400	1.17	EN LAB.
05	75 % RCD	210	03/03/2022	31/03/2022	28	12094	148.00	301.00	172.03	5178.21	2.34	115.20	115200	1.65	EN LAB.
06	75 % RCD	210	03/03/2022	31/03/2022	28	12587	153.00	300.00	183.85	5515.62	2.28	116.80	116800	1.62	EN LAB.
01	100 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	12148	152.00	298.00	181.46	5407.46	2.25	59.60	59600	0.84	EN LAB.
02	100 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	12282	151.00	303.00	179.08	5426.08	2.26	58.10	58100	0.81	EN LAB.
03	100 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	12235	149.00	300.00	174.37	5230.99	2.34	74.20	74200	1.06	EN LAB.
04	100 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	12100	148.00	301.00	172.03	5178.21	2.34	73.00	73000	1.04	EN LAB.
05	100 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12283	151.00	300.00	179.08	5372.36	2.29	106.80	106800	1.50	EN LAB.
06	100 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	12102	150.00	299.00	176.71	5283.77	2.29	104.50	104500	1.48	EN LAB.

CONCLUSIONES: LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ITEM 12 DE LA ASTM C39/C39M-20, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADOS POR EL INTERESADO.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO EN EL TERCIO CENTRAL
NTP 339.078**

OBRA : "ANALISIS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO AGREGADO RCD, AYACUCHO 2021"

SOLICITANTE : QUISPE CONDE EDUARDO

ESTRUCTURA : INDICADA

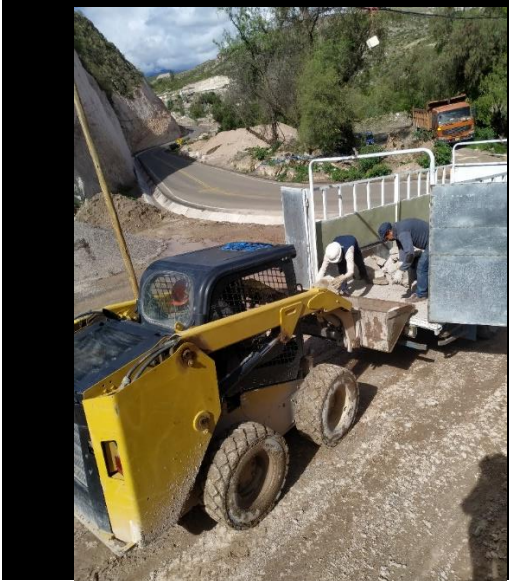
FECHA : 21/04/2022

N°	ESPECIMEN	DISEÑO (f'c) Kg/cm2	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	PESO (gr)	ANCHO (mm)	ALTURA (mm)	LARGO (mm)	VOLUMEN (cm3)	PESO VOLUM (g/cm3)	LECTURA (KN)	LECTURA (N)	RESISTENCIA kg/cm2	CURADO
01	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	24/02/2022	07	26624	150.10	150.10	501.00	11287.535	2.36	20.30	20300	3.01	EN LAB.
02	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	24/02/2022	07	26749	153.00	152.00	499.00	11604.744	2.31	21.80	21800	3.08	EN LAB.
03	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	3/03/2022	14	26486	153.00	152.00	498.00	11581.488	2.29	26.90	26900	3.79	EN LAB.
04	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	3/03/2022	14	27361	153.00	153.00	501.00	11727.909	2.33	27.40	27400	3.83	EN LAB.
05	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	17/03/2022	28	27126	153.00	151.00	498.00	11505.294	2.36	33.80	33800	4.83	EN LAB.
06	100 % PIEDRA Y ARENA	210	17/02/2022	17/03/2022	28	26899	152.00	150.00	498.00	11354.400	2.37	32.80	32800	4.78	EN LAB.
01	25 % RCD	210	02/03/2022	9/03/2022	07	26795	153.00	150.00	498.00	11429.100	2.34	19.40	19400	2.81	EN LAB.
02	25 % RCD	210	02/03/2022	9/03/2022	07	26990	150.00	151.00	500.00	11325.000	2.38	19.50	19500	2.85	EN LAB.
03	25 % RCD	210	02/03/2022	16/03/2022	14	26478	150.00	149.00	499.00	11152.650	2.37	22.40	22400	3.36	EN LAB.
04	25 % RCD	210	02/03/2022	16/03/2022	14	27360	151.00	152.00	499.00	11453.048	2.39	23.70	23700	3.39	EN LAB.
05	25 % RCD	210	02/03/2022	30/03/2022	28	26643	152.00	151.00	498.00	11430.096	2.33	28.90	28900	4.15	EN LAB.
06	25 % RCD	210	02/03/2022	30/03/2022	28	26565	151.00	153.00	501.00	11574.603	2.30	29.10	29100	4.12	EN LAB.
01	50 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	27486	153.00	153.00	498.00	11657.682	2.36	17.80	17800	2.47	EN LAB.
02	50 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	27126	153.00	151.00	500.00	11551.500	2.35	17.10	17100	2.45	EN LAB.

03	50 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	27012	150.00	148.00	500.00	11100.000	2.43	20.80	20800	3.17	EN LAB.
04	50 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	27357	152.00	148.00	500.00	11248.000	2.43	21.30	21300	3.20	EN LAB.
05	50 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	27418	153.00	149.00	499.00	11375.703	2.41	24.70	24700	3.63	EN LAB.
06	50 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	26985	152.00	150.00	501.00	11422.800	2.36	25.00	25000	3.66	EN LAB.
01	75 % RCD	210	03/03/2022	10/03/2022	07	26664	151.00	150.00	499.00	11302.350	2.36	15.80	15800	2.32	EN LAB.
02	75 % RCD	210	03/03/2022	10/03/2022	07	26650	151.00	152.00	496.00	11384.192	2.34	15.50	15500	2.20	EN LAB.
03	75 % RCD	210	03/03/2022	17/03/2022	14	26365	152.00	151.00	498.00	11430.096	2.31	19.40	19400	2.79	EN LAB.
04	75 % RCD	210	03/03/2022	17/03/2022	14	26676	150.00	150.00	498.00	11205.000	2.38	19.00	19000	2.80	EN LAB.
05	75 % RCD	210	03/03/2022	31/03/2022	28	26730	152.00	150.00	498.00	11354.400	2.35	22.40	22400	3.26	EN LAB.
06	75 % RCD	210	03/03/2022	31/03/2022	28	26520	149.00	150.00	499.00	11152.650	2.38	21.95	21950	3.27	EN LAB.
01	100 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	26682	154.00	152.00	499.00	11680.592	2.28	13.90	13900	1.95	EN LAB.
02	100 % RCD	210	01/03/2022	8/03/2022	07	26789	150.00	150.00	497.00	11182.500	2.40	14.10	14100	2.08	EN LAB.
03	100 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	26462	153.00	151.00	496.00	11459.088	2.31	17.20	17200	2.45	EN LAB.
04	100 % RCD	210	01/03/2022	15/03/2022	14	26561	152.00	151.00	497.00	11407.144	2.33	17.30	17300	2.48	EN LAB.
05	100 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	27196	150.00	152.00	497.00	11331.600	2.40	19.80	19800	2.84	EN LAB.
06	100 % RCD	210	01/03/2022	29/03/2022	28	26689	149.00	149.00	498.00	11056.098	2.41	18.40	18400	2.77	EN LAB.
CONCLUSIONES: LAS UNIDADES REPORTADAS EN EL PRESENTE INFORME ESTA ACORDE A LAS UNIDADES ESTABLECIDAS EN EL ITEM 12 DE LA ASTM C78/C78M-21, EL CUAL INDICA USAR EL SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI)															
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PROPORCIONADOS POR EL INTERESADO.															

ANEXO 5: PANEL FOTOGRÁFICO









**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS****ACTA N° 064-2022-FIMGC**

En la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **RESOLUCIÓN DECANAL N° 240-2022-FIMGC-D**, siendo el cinco días del mes de setiembre del 2022, a horas 8:00 a.m.; se reunieron los jurados del acto de sustentación, en el Auditorium virtual google meet del Campus Universitario de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.

Siendo el Jurado de la sustentación de tesis compuesto por el presidente el **Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES**, Jurado - Asesor **MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO**, el Jurado **Mg. Ing. Edward LEON PALACIOS**, el Jurado **MSc. Ing. Hermes QUISPE CUADROS**, secretario del proceso el **Mg. Ing. Eloy VILA HUAMAN**, con el objetivo de recepcionar la sustentación de la tesis denominada **“ANÁLISIS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO AGREGADO RCD, AYACUCHO 2021”**, sustentado por el Sr. **Eduardo QUISPE CONDE**, Bachiller en **Ciencias de la Ingeniería Civil**.

El Jurado luego de haber recepcionado la sustentación de la tesis y realizado las preguntas, el sustentante al haber dado respuesta a las preguntas, y el Jurado haber deliberado; califica con la nota aprobatoria de **15 (QUINCE)**.

En fe de lo cual, se firma la presente acta, por los miembros integrantes del proceso de sustentación.

Dr. Ing. Efraín Elías PORRAS FLORES
presidente

MSc. Ing. Jaime Leonardo BENDEZÚ PRADO
Jurado Asesor

MSc. Ing. Hermes QUISPE CUADROS
Jurado

Mg. Ing. Edward LEON PALACIOS
Jurado

Mg. Ing. Eloy VILA HUAMAN
Secretario del Proceso



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 060-2022-FIMGC

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado en segunda instancia para las **Escuelas Profesionales** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la UNSCH y Resolución Decanal N° 158-2021-FIMGC-UNSCH-D, deja constancia que Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : QUISPE CONDE, Eduardo
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : “ANÁLISIS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO AGREGADO RCD, AYACUCHO 2021”
Evaluación de la Originalidad : 25 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 1888325254

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

Ayacucho, 28 de agosto del 2022

Firmado digitalmente
por LEZAMA CUELLAR
CHRISTIAN

Mg. Ing. Christian LEZAMA CUELLAR
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
de la FIMGC

Con depósito para Sustentación y Tramite de Titulo

“ANÁLISIS DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO, UTILIZANDO AGREGADO RCD, AYACUCHO 2021”

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

26%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
3	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	1%
9	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	

		1 %
10	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	1 %
11	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
12	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1 %
13	www.slideshare.net Fuente de Internet	1 %
14	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
15	Submitted to Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
16	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
17	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
18	www.construyendoseguro.com Fuente de Internet	<1 %
19	sedici.unlp.edu.ar Fuente de Internet	<1 %

20	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	<1 %
21	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
23	cienciauanl.uanl.mx Fuente de Internet	<1 %
24	Repositorio.Unap.Edu.Pe Fuente de Internet	<1 %
25	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
26	revistas.udistrital.edu.co Fuente de Internet	<1 %
27	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.ulasamericas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	revistas.sena.edu.co Fuente de Internet	<1 %
31	repositorio.usanpedro.edu.pe	

Fuente de Internet

<1 %

32

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

33

www.clubensayos.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo