



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Gonzales Quispe, Abraham (orcid.org/0009-0002-7806-2036)

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis (orcid.org/0000-0002-9232-1359)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a DIOS todo poderoso, por darme la oportunidad para dar este paso importante en mi formación profesional, por darme sabiduría, salud y provisión durante todo el tiempo de ejecución de mi tesis. A mis padres y hermanas por su gran apoyo y confianza en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento a DIOS por darme la dicha de poder estudiar la carrera de ingeniería civil, por su respaldo y protección durante mi formación profesional. A mis padres y hermanas por su preocupación, paciencia, confianza y comprensión en todo momento. A mis amigos y amistades por sus consejos y sus palabras de aliento. A la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de ser profesional y a mi asesor, por su paciencia, consejos y enseñanza durante el proceso de ejecución de mi investigación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CANTA HONORES JORGE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023.", cuyo autor es GONZALES QUISPE ABRAHAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 28 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CANTA HONORES JORGE LUIS DNI: 10743048 ORCID: 0000-0002-9232-1359	Firmado electrónicamente por: JCANTAHU el 28-02- 2024 12:53:05

Código documento Trilce: TRI - 0738917

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, GONZALES QUISPE ABRAHAN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c=210\text{Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
GONZALES QUISPE ABRAHAN DNI: 46589387 ORCID: 0009-0002-7806-2036	Firmado electrónicamente por: ABRAHANG el 05-03- 2024 10:21:44

Código documento Trilce: INV - 1536034

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	10
III. METODOLOGÍA	39
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	39
3.2. Variables y operacionalización.....	40
3.3. Población, muestra y muestreo	41
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
3.5. Procedimientos.....	46
3.6. Método de análisis de información	91
3.7. Aspectos éticos	91
IV. RESULTADOS	92
V. DISCUSIÓN	113
VI. CONCLUSIONES	118
VII. RECOMENDACIONES.....	120
REFERENCIAS.....	122
ANEXOS	132

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Dosificación de insumos reciclados para el concreto.....	7
Tabla 2. Química del vidrio sodo-cálcico (envases de botella)	25
Tabla 3. Peso Específico del Caucho Triturado y Vidrio Molido.....	28
Tabla 4. Dosificación por Ma, et al., (2023).....	28
Tabla 5. Dosificación por Mundaca (2022).....	28
Tabla 6. Dosificación por Valencia y otros (2019)	29
Tabla 7. Dosificación por Saavedra y Valladolid (2023).....	29
Tabla 8. Químicas del cemento Yura	30
Tabla 9. Requisitos químicos del cemento Yura tipo IP	31
Tabla 10. Porcentaje de dureza del concreto con cemento tipo IP	33
Tabla 11. Asentamiento según el grado de consistencia del pastón concreto.....	35
Tabla 12. Cantidad de unidades de estudio - Población.....	41
Tabla 13. Ejemplares para el concreto de referencia y con residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molido (RVM)	42
Tabla 14. Cuadro Granulométrico - Caucho Triturado	49
Tabla 15. Peso Unitario - Caucho Triturado.....	51
Tabla 16. Ficha Técnica - Peso Específico (Arena de Caucho).....	52
Tabla 17. Datos Granulométricos - Arena de Vidrio.....	54
Tabla 18. Peso Unitario - Arena de Vidrio.....	56
Tabla 19. Cálculo de la absorción y peso específico - vidrio molido	57
Tabla 20. Granulometría del Agregado Fino	61
Tabla 21. Peso Unitario – Agregado Fino	62
Tabla 22. Peso Específico - Agregado Fino.....	63
Tabla 23. Granulometría - Agregado Grueso.....	65
Tabla 24. Peso Unitario – Agregado Grueso	66
Tabla 25. Peso Específico – Agregado Grueso	67
Tabla 26. Resumen de datos de laboratorio	68
Tabla 27. Datos del cemento	68
Tabla 28. Cálculo de la resistencia requerida	69
Tabla 29. Elección del asentamiento del concreto.....	69
Tabla 30. Calculo de la relación de agua - cemento	69

Tabla 31. Agua de mezclado y aire atrapado.....	70
Tabla 32. Volumen de árido grueso	70
Tabla 33. Cuadro de proporciones – concreto de referencia	72
Tabla 34. Volumen total por diseño - briquetas y vigas prisma.....	72
Tabla 35. Proporción para Briquetas, Expediente Técnico y Obra (C – 1).....	72
Tabla 36. Proporción de concreto con 5% de RCT + 15% de RVM.....	75
Tabla 37. Proporciones de Diseño (C – 2).....	75
Tabla 38. Proporción de concreto con 10% de RCT + 15% de RVM.....	78
Tabla 39. Proporciones de Diseño (C – 3).....	78
Tabla 40. Proporción de concreto con 15% de RCT + 15% de RVM.....	81
Tabla 41. Proporciones de Diseño (C – 4).....	81
Tabla 42. Proporción de concreto con 22% de RCT + 15% de RVM.....	84
Tabla 43. Proporciones de Diseño (C – 5).....	84
Tabla 44. A.P.U. Concreto de Referencia	89
Tabla 45. A.P.U. Concreto de Referencia con 5% RCT + 15% RVM.....	89
Tabla 46. A.P.U. Concreto de Referencia con 10% RCT + 15% RVM.....	90
Tabla 47. A.P.U. Concreto de Referencia con 15% RCT + 15% RVM.....	90
Tabla 48. A.P.U. Concreto de Referencia con 22% RCT + 15% RVM.....	90
Tabla 49. Trabajabilidad del concreto en laboratorio	93
Tabla 50. Rotura de briquetas a los 07 días	95
Tabla 51. Resumen de roturas a los 07 días	95
Tabla 52. Rotura de briquetas a los 14 días	96
Tabla 53. Resumen de roturas a los 14 días	97
Tabla 54. Rotura de briquetas a los 28 días	98
Tabla 55. Resumen de roturas a los 28 días	98
Tabla 56. Resumen global de resultados pasado los 07, 14 y 28 días	100
Tabla 57. Rotura de vigas prismáticas - 28 días.....	101
Tabla 58. Cuadro de resumen de resultados promedio	102
Tabla 59. Comparación de los costos de producción por m ³ de concreto.....	103
Tabla 60. Fórmulas para el cuadro de análisis de varianza	104
Tabla 61. Prueba normal – Trabajabilidad del concreto.....	104
Tabla 62. Influencia en la Trabajabilidad.....	105
Tabla 63. Prueba normal - Compresión del concreto pasado los 07 días.....	106

Tabla 64. Influencia en la compresión del concreto	107
Tabla 65. Prueba normal - Compresión del concreto pasado los 14 días	108
Tabla 66. Influencia en la compresión del concreto	108
Tabla 67. Prueba normal - Compresión del concreto pasado los 28 días	109
Tabla 68. Influencia en la compresión del concreto	110
Tabla 69. Prueba de normalidad - Flexión del concreto.....	111
Tabla 70. Influencia en la flexión del concreto	112

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Árbol del problema	2
Figura 2. Extracción del caucho natural.....	19
Figura 3. Química interna del hule natural.....	19
Figura 4. Proceso de fabricación del caucho sintético.....	20
Figura 5. Química interna del hule sintético.....	20
Figura 6. Partes del neumático de caucho	21
Figura 7. Estructura del neumático de caucho	21
Figura 8. Esquema para el proceso de molienda del caucho	22
Figura 9. a) Fibra de caucho fina, b) Caucho T. fino, c) Caucho T. grueso	22
Figura 10. Marco legal para el manejo de caucho	23
Figura 11. Envases de vidrio en desuso.....	24
Figura 12. Proceso de molienda de desperdicios de vidrio	25
Figura 13. Polvo de vidrio	26
Figura 14. Medidas macro y micro de residuos vítreos	26
Figura 15. Residuos de caucho triturado y vidrio molido	27
Figura 16. Clases de concreto.....	30
Figura 17. Áridos naturales.....	31
Figura 18. Textura de la piedra chancada	32
Figura 19. Pasos para diseñar mezclas - normativa ACI 211	34
Figura 20. Prueba de revenimiento para el concreto.....	35
Figura 21. Tipos de falla en los ejemplares cilíndricos de concreto.....	36
Figura 22. Ecuación para el cálculo de $f'c$	36
Figura 23. Ensayo a la flexión del concreto	37
Figura 24. Ecuación para el M_r dentro del tercio medio de la viga prisma	38
Figura 25. Ecuación para el M_r fuera del tercio medio de la viga	38
Figura 26. Recolección de neumáticos en desuso	47
Figura 27. Lavado y picado de los neumáticos fuera de uso.....	48
Figura 28. Proceso para la obtención de caucho molido	48
Figura 29. Tamizado de la Arena de Caucho	49
Figura 30. Curva de granulometría - Arena de Caucho	50
Figura 31. Materiales empleados para hallar el P.U.C. y P.U.S. del C.T.....	50

Figura 32. Reciclaje y limpieza - botellas de vidrio	52
Figura 33. Arena de vidrio como agregado para concreto.....	53
Figura 34. Tamizado de la arena de vidrio	54
Figura 35. Curva de granulometría - vidrio molido.....	55
Figura 36. Materiales para hallar el P.U.C. y P.U.S. para el vidrio molido.....	55
Figura 37. Peso Específico - Vidrio Molido	57
Figura 38. Ruta de cantera	58
Figura 39. Obtención de agregados en cantera	59
Figura 40. Cuarteo del agregado fino	59
Figura 41. Toma de muestras.....	59
Figura 42. Pesado de las muestras – Agregado Fino.....	60
Figura 43. Test de Granulometría – Agregado Fino.	60
Figura 44. Curva Granulométrica – Agregado Fino	61
Figura 45. Peso Específico - Agregado Fino	63
Figura 46. Test de Granulometría – Agregado Grueso	64
Figura 47. Curva Granulométrica - Agregado Grueso	65
Figura 48. Calculo del Peso Específico - Agregado Grueso.....	67
Figura 49. Diseño del concreto patrón (C - 1).....	72
Figura 50. Diseño con el 5% RCT + 15% RVM	75
Figura 51. Diseño con el 10% RCT + 15% RVM	78
Figura 52. Diseño con el 15% RCT + 15% RVM	81
Figura 53. Diseño con el 22% RCT + 15% RVM	84
Figura 54. Análisis de la fluidez del concreto.....	85
Figura 55. Grado de fluidez de los concretos C - 1 y C - 2.....	85
Figura 56. Grado de fluidez de los concretos C - 3 y C - 4.....	86
Figura 57. Grado de fluidez del concreto C - 5.....	86
Figura 58. Elaboración de probetas cilíndricas.....	87
Figura 59. Desmoldado y curado de especímenes cilíndricos.....	87
Figura 60. Elaboración de vigas prismáticas	88
Figura 61. Desmoldado y curado de vigas prisma.....	88
Figura 62. Certificado de conducta responsable	91
Figura 63. Ubicación política - Provincia de Cusco	92
Figura 64. Histograma de trabajabilidad del concreto	93

Figura 65. Ejemplares cilíndricos de concreto	94
Figura 66. Ejecución del ensayo a la compresión del concreto	94
Figura 67. Histograma de roturas para cada tipo de concreto a los 07 días.....	96
Figura 68. Histograma de roturas para cada tipo de concreto a los 14 días.....	97
Figura 69. Histograma de roturas para cada tipo de concreto a los 28 días.....	99
Figura 70. Histograma General de resultados	100
Figura 71. Especímenes prismáticos de concreto	101
Figura 72. Histograma de resultados - Modulo de flexión.....	102
Figura 73. Histograma de precios de producción de concreto.....	103

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general, demostrar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ para edificaciones. Empleando partículas de caucho y vidrio se tuvo el propósito de crear un agregado sintético para el concreto; además cabe mencionar que existen vacíos en el conocimiento respecto a su aplicación en la construcción. La metodología consta de una investigación de tipo aplicada con enfoque cuantitativo, diseño cuasi-experimental y alcance explicativo. La población está conformada por 60 unidades de estudio, fabricados a partir del concreto patrón y los concretos modificados con partículas de caucho en porcentajes del 5%, 10%, 15% y 22% más finos de vidrio con un 15%. La muestra está compuesta por 15 vigas prismas y 45 probetas cilíndricas. Transcurrido 28 días, el diseño patrón presentó resultados de 281.20 Kg/cm^2 en compresión y 40.34 Kg/cm^2 en flexión; los concretos modificados con el 5% y 10% de caucho más el 15% de vidrio, presentaron resultados equivalentes a 296.86 Kg/cm^2 y 284.79 Kg/cm^2 en compresión, asimismo, 40.16 Kg/cm^2 y 36.73 Kg/cm^2 en flexión. Finalmente se concluyó que la sinergia caucho-vidrio, en porcentajes adecuados tiene efectos positivos en las propiedades del concreto estructural.

Palabras clave: Residuos de caucho, residuos de vidrio, propiedades del concreto.

ABSTRACT

The general objective of this research was to demonstrate the effects of the use of rubber and glass waste on the properties of concrete $f'_c=210\text{Kg/cm}^2$ for buildings. The purpose of using rubber and glass particles was to create a synthetic aggregate for concrete; in addition, it is worth mentioning that there are gaps in the knowledge regarding its application in construction. The methodology consists of an applied research with a quantitative approach, quasi-experimental design and explanatory scope. The population is made up of 60 study units, manufactured from standard concrete and concrete modified with rubber particles in percentages of 5%, 10%, 15% and 22% plus glass fines with 15%. The sample is composed of 15 prism beams and 45 cylindrical specimens. After 28 days, the standard design showed results of 281.20 Kg/cm^2 in compression and 40.34 Kg/cm^2 in bending; the concretes modified with 5% and 10% rubber plus 15% glass showed results equivalent to 296.86 Kg/cm^2 and 284.79 Kg/cm^2 in compression, as well as 40.16 Kg/cm^2 and 36.73 Kg/cm^2 in bending. Finally, it was concluded that the rubber-glass synergy, in adequate percentages, has positive effects on the properties of structural concrete.

Keywords: Rubber wastes, glass wastes, concrete properties.

I. INTRODUCCIÓN

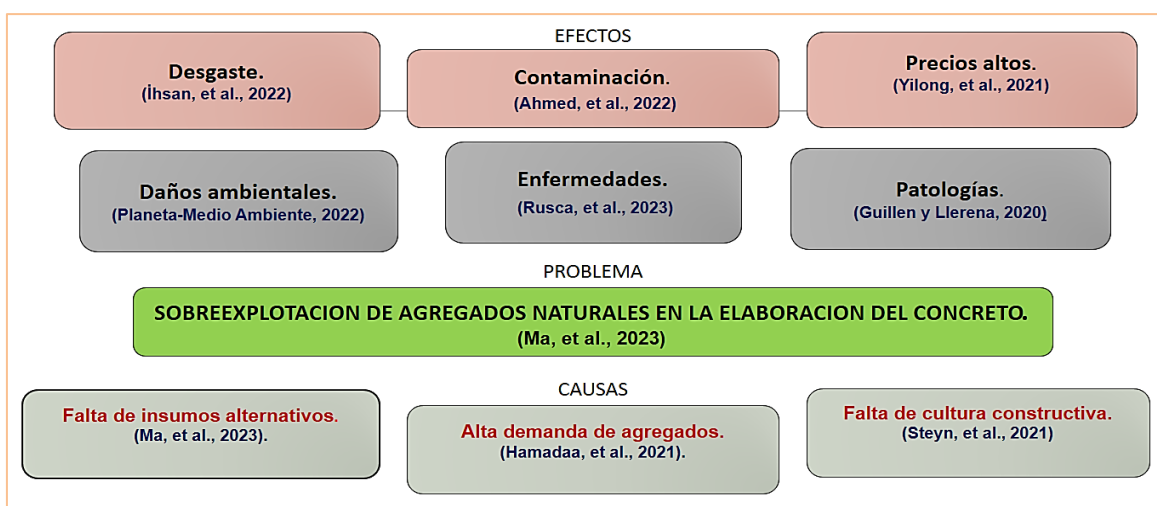
El consumo excesivo de áridos naturales para la producción de mezclas de concreto y la contaminación por desechos sólidos como el caucho y el vidrio, vienen a ser un problema con un grave impacto en el ecosistema global, en ese sentido a nivel internacional en Australia se observa el crecimiento demográfico que trae consigo la construcción de nuevas infraestructuras como viviendas y transporte. El uso del pastón concreto es indispensable para la construcción, mencionado elemento está compuesto por agregados naturales provenientes de canteras de piedra y arena (fuentes de recursos no renovables) (Gravina, et al., 2022). No obstante, la acción antrópica desmedida en cuanto a la explotación de agregados naturales genera el desgaste y la escasez de sus reservas, estableciendo así graves efectos en la ecología global. Por otro lado, se percibe gran contaminación por residuos sólidos como el caucho y vidrio, materiales no biodegradables con gran necesidad de ser reciclados, frente a esta problemática emerge el investigar nuevos elementos alternativos que a su vez sean más amigables con el medio ambiente, ello con el fin de cubrir la alta demanda de áridos para el hormigón (Ma, et al., 2023). Las investigaciones recientes muestran que la construcción civil consume más de 10 billones de toneladas de hormigón por año. La población crece y estudios indican que a futuro el consumo de dicho compuesto tendrá un incremento a más de 18 billones de toneladas por año, elevando aún más la demanda de materiales para su fabricación respectiva (Hamadaa, et al., 2021) (Sourau, et al., 2021).

A nivel nacional, en Lima se observa la construcción de viviendas a base de concreto cuyos componentes básicos son los agregados naturales, en la actualidad dichos elementos tienen una alta demanda que trae como consecuencia su escasez, así como el alza en sus costos (Rímac, 2022). Por otro parte se menciona que en Perú existe un problema que afecta a la ecología, esto en consecuencia a la mala gestión y supervisión de los contaminantes por desechos sólidos. En el distrito de Ate-Vitarte se vio gran contaminación por desechos de caucho y vidrio; sin embargo, la falta de costumbre respecto al uso alternativo de estos insumos para la fabricación del concreto hace que estos no sean considerados en la formulación del mismo, pese a tener el conocimiento (Mezzich y Sedano, 2022).

Con el uso de los desechos de hule y vidrio reciclado se pretende mejorar las cualidades del concreto para la construcción de edificaciones (Mundaca, 2022).

Actualmente en la ciudad de Cusco existe un alto incremento de habitantes, por ende, se incrementa también la autoconstrucción de viviendas, siendo este el motivo de muchos problemas en la construcción. Mencionada situación genera alta demanda del pastón concreto que, para su producción respectiva hace uso de los agregados provenientes de las canteras ubicadas en el distrito de Pisac y Lucre; dichos procesos generan daños irreversibles en la naturaleza. Por otro lado, se percibe gran uso del vidrio, cuyos desechos resultan ser altamente contaminantes, dañando la ecología (Quispe, y Zarate, 2020). De igual modo, se observa el crecimiento del parque automotor que a su vez genera gran contaminación por los desechos de llantas de caucho, los cuales son arrojados al borde de diferentes ríos y calles; en algunos casos son incinerados contaminado aún más el entorno ambiental (Castillo, y Fuentes, 2023). En la provincia del Cusco el aumento de desechos sólidos como el caucho y vidrio son un problema difícil de revertir. Por lo tanto, con este estudio se plantea una alternativa de solución para sustituir parcialmente los áridos en la elaboración del hormigón; el mismo que consiste en hacer uso de los elementos mencionados (caucho y vidrio), reemplazando el porcentaje al peso del agregado fino.

Figura 1. Árbol del problema



Nota: El grafico describe el árbol del problema. Elaboración propia

Considerando la realidad divulgada se percibe el problema de la sobreexplotación de agregados naturales para la formulación de mezclas de concreto. Y por lo

expuesto se detectó las causas que de no ser atendidas con urgencia establecerán graves efectos para las futuras generaciones, así como para la ecología y el medio ambiente. Enseguida, se mencionan las causas que dan origen a este problema.

La falta de insumos alternativos para la producción de hormigón, causa la sobreexplotación de áridos naturales, por lo que Ma, et al., (2023) observaron la necesidad de investigar otros insumos alternativos para cubrir la alta demanda de concreto, procurando un perfil ambiental más favorable. Mundaca, (2022) indica que en el Perú se hallaron diversos materiales desechados que podrían ser aprovechados en el rubro de la construcción, específicamente materiales útiles para mejorar las características del concreto.

Por otro lado, Hamadaa, et al., (2021) indican que la alta demanda de agregados naturales para la producción de mezclas de concreto, causa el consumo excesivo de estos y todo ello debido al crecimiento de la urbanización y la industrialización de los materiales para el proceso de construcción civil que consume gran cantidad de hormigón. En ese entender, el rubro de la construcción civil es considerada como una industria irrespetuosa con la naturaleza, ello debido al desmedido consumo de los recursos primos para la producción de la masa concreto (Haro, 2022).

Por otra parte, Steyn, et al., (2021) mencionan que la falta de cultura constructiva con respecto a la aplicación de residuos de caucho y vidrio en el hormigón, hacen que no exista la urgencia de su aplicación y más en regiones con grandes cantidades de agregados naturales. Aun teniendo como antecedentes estudios que brindan las características de estos insumos reciclados (Residuos de caucho y vidrio) (Mezzich, y Sedano, 2022).

Por lo mencionado, a continuación, se detallan los efectos que podrían ocurrir al no dar solución urgente a este problema. Ihsan, et al., (2022) observaron que la escasez y el desgaste de los recursos de la naturaleza, es un efecto que va en aumento y esto debido al crecimiento de la población que en simultáneo hace la construcción de obras a base de hormigón; esta situación conlleva a otro efecto que daña los suelos de las canteras. Y la revista Planeta y Medio Ambiente, (2022) menciona que la excesiva explotación de agregados destruye los ecosistemas de montañas, ríos, pantanos y lagos; la ONU indica que el consumo mundial de áridos

asciende a 15 billones de toneladas anual; puesto que tal proceso genera inundaciones, sequías, erosión, deslizamientos y derrumbes.

La contaminación es un efecto del problema de la sobreexplotación de áridos. Y Ahmed, et al., (2023) señalan que en China los procesos de producción de áridos generan un aproximado de 830 millones de toneladas de anhídrido carbónico (CO₂) anual. Dichos procesos traen más efectos como las enfermedades en la población y según Rusca, et al., (2023) en la actualidad la polución del aire en las grandes ciudades, sobrepasa los niveles estandarizados, lo cual trae consecuencias en la salubridad de los habitantes y la naturaleza, además los niveles superiores de contaminación del aire causan enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

Uno de los efectos más notables son los precios altos. Por lo que Yilong, et al., (2021) mencionan que el sector construcción civil, es gran consumidor los recursos naturales; pues el continuo trabajo en obra más los precios elevados de los recursos ocasionan altos costos en la construcción, concatenando así al efecto de las patologías en el concreto. Guillen, y otros, (2020) indican que en la actualidad se observa diseños empíricos de hormigón, el punto económico sobrepasa la calidad de los recursos a emplearse y gran parte de construcciones hace el uso de áridos de muy baja calidad esto debido a los precios altos generado por su consumo desmesurado, alterando así las propiedades básicas del concreto.

Frente a la problemática observada se propone establecer la alternativa de solución. Se basa en el uso de residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molido (RVM), para la creación de un árido artificial que permita la producción de la masa concreto. Estudios demostraron que estos elementos tienen propiedades positivas que no alteran las características del concreto. Asimismo, permite mitigar la sobreexplotación de recursos naturales, así como la contaminación por residuos de caucho y vidrio.

En ese sentido; el actual proyecto de investigación tiene como diseño, examinar el nivel de influencia que existe en los procesos de elaboración de mezclas de concreto a partir del uso parcial de los residuos de caucho y vidrio. Por lo que se consideró como pregunta principal ¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones?

Asimismo, se consideran cuatro preguntas específicas. (a) ¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210$ Kg/cm² para edificaciones? (b) ¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210$ Kg/cm² para edificaciones? (c) ¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210$ Kg/cm² para edificaciones? También se considera una pregunta con respecto al punto económico. (d) ¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en el costo para la elaboración del concreto $f'c = 210$ Kg/cm² para edificaciones?

Frente al problema de la sobreexplotación de los áridos naturales para la formulación del pastón concreto, se presentan las justificaciones que motivan realizar la investigación. En primera instancia **la justificación teórica**, indicando que el actual estudio busca cerrar la brecha de conocimiento, con respecto al uso conjunto de los desechos de caucho y vidrio para la producción de la mezcla concreta, lo cual presenta escasas investigaciones de literatura. Esta afirmación se encuentra respaldada por las conclusiones de Ma, et al., (2023) señalando que existe un vacío en el conocimiento frente a la aplicación sinérgica de residuos vítreos y caucho como parte del concreto; la presente indagación considera tal vacío para dar solución al problema del sobreconsumo de los áridos naturales para el hormigón. Además, cabe precisar que los elementos previamente mencionados (vidrio y caucho) muestran efectos favorables para el concreto y en ese sentido Steyn, et al., (2021) indican que el vidrio, debido a su estructura química compuesta principalmente de silicatos y aluminatos, exhibe una significativa capacidad puzolánica que resulta beneficiosa para el concreto. Con respecto al caucho, Yang, et al., (2019) mencionan que su adición adecuada genera un concreto con características que le brindan resistencia al ataque químico y al congelamiento, asimismo, ofrece aislamiento eléctrico, térmico, acústico y todo eso por su composición química a base de Carbono, Hidrógeno y Zinc. Asimismo, Valencia, y otros, (2019) indican que el caucho como agregado genera un concreto ligero y dúctil, ello por su baja densidad, no obstante, dicho elemento no mejora significativamente sus características mecánicas, por lo que es necesario su combinación con partículas de vidrio. Frente a lo expuesto, se observa que la

sinergia caucho-vidrio genera un compuesto potencial para la formulación del concreto. Aquí surge la importancia del presente estudio; consiste en establecer nuevos lineamientos técnicos para la fabricación de un concreto cotidiano, al que se le adiciona partículas de caucho y vidrio; ello mediante el recambio parcial respecto a la masa del árido fino, considerándose porcentajes específicos. Dichos porcentajes se tomarán según los parámetros ya antes estudiados. Las tablas 1 y 2 muestran los parámetros máximos y mínimos.

Tabla 1. Parámetros superiores e inferiores (arena de caucho y vidrio)

CONCRETO CON PARTÍCULAS DE VIDRIO Y CAUCHO COMBINADO	
1.	Ma, et al., (2023) diseñaron 16 tipos de concreto, ello a partir de la combinación del 10%, 20%, 30% para ambos tipos de agregado, la sustitución fue en función al peso de áridos. Concluyeron que la combinación del 10% caucho y 20% vidrio brinda el resultado máximo y contrario a ello la mezcla diseñada con el 30% caucho y 30% vidrio dio un resultado muy mínimo.
2.	Valencia, y otros, (2019) realizaron el reemplazo parcial con respecto a la masa del agregado fino en un porcentaje estable del 15% y a partir de ello tomaron proporciones de dosificación (0.1, 1.1, 1.3, 3.1, 1.0) diseñando así 6 tipos de mezcla por lo que obtuvieron un resultado máximo con la dosificación 1.3 (caucho – vidrio) y un resultado mínimo con la dosis 3.1 (caucho – vidrio).
3.	Mundaca, (2022) hizo un recambio parcial con respecto a la masa del cemento en un 5%, 10%, 15% de vidrio y caucho, elaborando 4 concretos diferentes, el mejor resultado fue con la adición del 5%, opuesto a ello con el 15% se obtuvo un resultado mínimo.
4.	Saavedra y Valladolid, (2023) hicieron el recambio parcial respecto al peso del árido fino por arenas de caucho y vidrio, para el caucho 4%, 8%, 12% y 16% y para el vidrio un sólo 12%. El mejor resultado se obtuvo con la combinación del 4% de caucho más el 12% de vidrio sin embargo el 16% de caucho y 12% de vidrio ofrecen resultados menores.
CONCRETO CON PARTÍCULAS DE VIDRIO Y CAUCHO NO COMBINADO	
5.	Steyn, et al., (2021) diseñaron concretos con vidrio y caucho de forma individual, sustituyendo parcialmente el volumen de árido fino en tasas del 15% y 30%, por consiguiente, obtuvieron resultados máx. al aplicar el 15%, y resultados min. con la sustitución del 30% para ambas mezclas.
6.	Mezzich, y otros, (2022) hicieron la sustitución independiente con respecto al peso del árido fino; vidrio (5%, 10%, 15%), caucho (1%, 5%, 10%); con la aplicación del 5% vidrio y 1% caucho se obtuvo resultados mayores por otro lado con el uso del 15% vidrio y 10% caucho se obtuvo un resultado menor.
7.	Vázquez, (2022) hizo la sustitución con caucho en porcentajes del 10%, 15%, 20% frente al volumen del árido fino creando 5 tipos de hormigón. Con la adición del 10% de caucho obtuvo un resultado superior y con la adición del 20% los resultados tienen un valor muy bajo.
8.	Hernández, et al (2021) reemplazo de forma parcial respecto a la masa del árido menor, con partículas de vidrio en porcentajes del 4%, 5%, 6% y con el uso del 6% pudieron ver resultados adecuados en el concreto, con el 4% los resultados fueron ligeramente menores frente al concreto con el 5% y 6%.
9.	Quispe, et al. (2020) hizo la sustitución parcial con respecto al peso del agregado menor, en porcentajes del 20%, 30%, 40% para la arena de vidrio, el resultado máximo se obtuvo con el uso del 20% y el resultado mínimo se obtuvo con el 40%.
10.	CONCLUSIÓN: Se pudo ver que el uso de un porcentaje mayor de caucho reduce la resistencia del concreto y contrario a ello el uso de un menor porcentaje mejora la resistencia. Por otro lado, se observó que la aplicación del vidrio varía desde el 6% hasta el 20% si mejora la resistencia del concreto.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Porcentajes máximos y mínimos para los insumos de caucho y vidrio

AUTOR	RESULTADOS MAX				RESULTADOS MIN			
	CAUCHO	VIDRIO	f'c MAX (Kg/cm2)		CAUCHO	VIDRIO	f'c MIN (Kg/cm2)	
1.Ma, et al. (2023)	10%	20%	309.70		10%	30%	264.50	
2.Valencia, et al. 2019)	3.5%	10.5%	194.76		10.5%	3.5%	137.65	
3.Mundaca, (2022)	2.5%	2.5%	280.70		7.5%	7.5%	238.00	
4.Saavedra, (2023)	4%	12%	317.85		16%	12%	266.69	
5.Steyn, et al. (2021)	15%	15%	280.42	484.36	30%	30%	193.74	448.67
6.Mezzich, et al. (2022)	1%	15%	263.33	241.33	10%	5%	217.00	265.67
7.Vazques, (2022)	10%	-	191.65	-	20%	-	112.79	-
8.Hernandez, (2021)	-	6%	-	235.22	-	4%	-	216.26
9.Quispe, et al. (2020)	-	20%	-	226.40	-	40%	-	211.80
10.PROPUUESTA, (2023)	5%	15%	¿?		22%	15%	¿?	

Fuente: Elaboración propia

Según mencionan los cuadros 1 y 2, la aplicación de caucho en porcentajes superiores al 20%, da como resultado valores mínimos en compresión, asimismo se observa que su aplicación en porcentajes inferiores al 10%, mejora ligeramente las características del concreto. Por otro lado, se observa que la aplicación de arenas vítreas en el umbral del 6 al 20%, si mejora las cualidades mecánicas del concreto. Y en ese sentido en esta investigación se propone establecer el uso sinérgico de ambos materiales, ello como un elemento de recambio respecto a la masa del agregado fino. Para el uso del insumo hule se tomará como parámetros de reemplazo los siguientes valores: 5%, 10%, 15% y 22%. Con lo que respecta a la arena de vidrio, se tomará un porcentaje individual del 15%; dichos insumos serán combinados con el propósito de crear un árido sintético que contenga propiedades semejantes al árido fino, ello con el fin de evaluar su comportamiento en el concreto. Tales procesos serán ejecutados bajo el respaldo de la guía ACI 211. La tabla 3 presenta las dosificaciones a estudiar; a la par se presentan los códigos de diseño asignados para cada tipo de concreto, con la finalidad de simplificar su lectura.

Tabla 1. Dosificación de insumos reciclados para el concreto.

DOSIFICACIONES DE ESTUDIO	
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO
C-1	Patrón
C-2	5% RCT + 15% RVM
C-3	10% RCT + 15% RVM
C-4	15% RCT + 15% RVM
C-5	22% RCT + 15% RVM

Fuente: Elaboración propia

La justificación práctica de este estudio pretende solucionar el problema originado por la alta demanda de los agregados naturales y para ello se plantea establecer el uso de un agregado sintético proveniente de la combinación de residuos de caucho triturado y restos de vidrio molido. Dicho insumo será aplicado como un sustituto parcial de la arena gruesa en la fabricación de un concreto tradicional, destinado para el rubro de la construcción en el sector público y privado del departamento de Cusco. Asimismo, se busca tomar la iniciativa para diseñar un concreto eco amigable que no altere negativamente sus cualidades físicas y mecánicas.

La justificación social menciona que el presente trabajo tiene el designio de aportar conocimientos para el manejo y procesamiento de los desperdicios de hule y vidrio para la fabricación de un concreto, ello en aras de generar empleo para la sociedad y esto mediante pequeñas empresas que realicen el reciclaje y procesado de los residuos de caucho y vidrio para su respectiva incorporación en el concreto; además, permitirá disminuir la sobreexplotación de los agregados naturales. Asimismo, se pretende generar un concreto óptimo que cumpla los parámetros normativos, de tal manera que brinde la confianza necesaria para la sociedad.

Como justificación ambiental, el uso de los residuos de caucho y vidrio como remplazo parcial de los agregados naturales para la formulación del concreto, permitirá disminuir el consumo desmesurado de dichos materiales (agregados naturales), reduciendo así los daños provocados a la ecología. Sin embargo, Steyn et al. (2021) señalan que no hay urgencia de su aplicación en regiones con grandes cantidades de agregados naturales. El Perú un país en pleno desarrollo, cuenta con grandes fuentes de áridos naturales, pero aun así la explotación de estos recursos genera daños a la ecología. Los procesos antes mencionados para la producción de la masa concreto también reducirán la contaminación por residuos de caucho y vidrio, trayendo así beneficios a favor del medio ambiente, así como en la salud de los habitantes del Cusco.

Se mencionan los objetivos del presente estudio: El objetivo general de esta investigación es, Demostrar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones. Asimismo, se mencionan tres objetivos específicos: (a) Determinar los efectos que

tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones. (b) Determinar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones. (c) Determinar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones. También se considera un objetivo con respecto al punto económico: (d) Comparar el costo que implica un concreto tradicional y un concreto con la incorporación de residuos de caucho y vidrio para edificaciones.

Y por último se plantea la hipótesis general del presente proyecto el cual señala que; El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones. Igualmente se consideran tres hipótesis específicas; (a) El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones. (b) El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones. (c) El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

El presente trabajo de investigación consideró una serie de estudios previos referidos al problema de la sobreexplotación y escasez de áridos naturales, así como la contaminación por residuos sólidos (caucho y vidrio) y la alternativa de solución para la formulación del concreto. Por lo que se tienen los siguientes antecedentes internacionales: Ma, et al., (2023) presentan el estudio titulado “Investigación experimental del hormigón con desperdicios de caucho y vidrio”, de igual modo tuvieron como finalidad básica, demostrar la influencia del caucho molido y vidrio molturado como sustituto complementario de los áridos naturales para la elaboración de un eco-hormigón; para lo cual hicieron un estudio de carácter experimental y enfoque cuantitativo, como instrumento de estudio se utilizó la observación y fichas de laboratorio; la población está dada por mezclas de hormigón; la muestra está integrada por 16 tipos de mezclas de concreto, de las cuales una mezcla con el 0% de los residuos mencionados y 15 con incorporación de restos de caucho y vidrio. Como sustituto del árido menor se utilizó los residuos de caucho (RC) en un 10% así como 20% y un 30%, asimismo como sustituto de la piedra chancada se utilizó los residuos de vidrio (RV) en los siguientes porcentajes; 10% así como 20% y 30%, por lo tanto como resultados para el concreto de referencia se obtuvo los valores de 335.50 Kg/cm² en compresión y 27.30 Kg/cm² en flexo tracción, asimismo se observó que la adición de un 10% de RC más 20% RV y 10% de RC más 30% de RV no mejoro la fuerza de presión del concreto, ya que se tienen respuestas de 309.70 Kg/cm² y también 264.50 Kg/cm² respectivamente y el esfuerzo a la flexo tracción con 26.00 Kg/cm² así como 20.70 Kg/cm² de forma respectiva. Con respecto a la trabajabilidad los diseños con 10%, 20% y 30% de RV más un solo 10% de RC, aumentaron su slump hasta 6.00 cm, 6.20 cm y 6.50 cm respectivamente, ello frente al hormigón convencional cuyo slump es 5.60 cm. Vale la pena indicar que las proporciones tomadas son las que mejor resultado ofrecen por lo que finalmente, se concluyó que la combinación de RC y RV no supero los valores del hormigón de control, especialmente con el 10% de RC y 30% de RV, por lo que su uso en el rubro de la construcción si es viable pero como un concreto simple.

Valencia y otros (2019) presentan un estudio titulado “Evaluación de las características mecánicas del concreto modificado con restos de goma y microesferas de vidrio”, su objetivo primordial consiste en evaluar los efectos sinérgicos de las microesferas de vidrio y restos de neumáticos de caucho en las cualidades del concreto y para ello hicieron una investigación experimental, con enfoque cuantitativo, en su población se elaboraron 6 tipos de mezclas de hormigón, 1 mezcla de referencia y 5 mezclas con reemplazo parcial del 15% de partículas de vidrio más caucho granulado en relación a la masa del árido fino, y a partir del 15% de recambio se consideró las siguientes proporciones 0-1, 1-1, 1-3, 3-1, 1-0 y como muestra se hizo la elaboración de 12 ejemplares cilíndricos con medidas de 30 cm por 15 cm. Pasado 28 días, el resultado en compresión para el hormigón patrón fue de 255.95 Kg/cm², además se observó que la mayor adición de microesferas de vidrio (0-1, 1-3) mejoró la resistencia de compresión del hormigón, teniendo los resultados de 228.42 Kg/cm² y 194.76 Kg/cm² de modo respectivo; contrariamente con la mayor adición de caucho granulado (3-1) se observó un déficit equivalente a 137.70 Kg/cm² en compresión, sin embargo, trajo una mejora en cuanto a la densidad del concreto. En relación al slump la adición de partículas de caucho y vidrio, incrementaron el asentamiento hasta alcanzar valores de 8.00 cm, 9.00 cm, 13.00 cm, 15.00 cm y 20.00 cm, ello en comparación con el hormigón patrón cuyo slump es 7.20 cm. Por último, se llegó a la concluir que la sinergia vidrio y caucho es un insumo con gran potencial para la producción de concreto haciendo la sustitución parcial de los áridos tradicionales además se espera reproducir su uso en el sector construcción.

Steyn, et al., (2021) con título de investigación “Hormigón que contiene desperdicios de plástico, vidrio y caucho reciclados como recambio de la arena”; tuvieron como propósito primordial, verificar las cualidades del concreto mediante la aplicación de desechos de plástico, caucho y vidrio todos como reemplazantes complementarios del agregado fino; el proyecto investigado tuvo un diseño experimental tipo aplicado su población está constituida por las mezclas de concreto adicionados con el 15% y 30% de residuos de plástico, caucho y vidrio en reemplazo parcial respecto al volumen del agregado fino. Los mejores resultados en cuanto al esfuerzo a la compresión se obtuvieron con la adición del 15% de cada elemento mencionado,

con la adición de vidrio se obtuvo 484.36 Kg/cm², con plástico se obtuvo 439.50 Kg/cm² y con el caucho se obtuvo 280.42 Kg/cm², por otro lado, con la aplicación del 30% de cada elemento se obtuvo los siguientes resultados; con vidrio 448.70 Kg/cm², con plástico 327.32 Kg/cm² y con caucho 193.75 Kg/cm² para el concreto de referencia se obtuvo un resultado de un 443.58 Kg/cm². En cuanto a la tracción se observó mejoras en los resultados al sustituir el 15% de cada elemento; para el vidrio se obtuvo 47.92 Kg/cm², para el plástico 38.75 Kg/cm² y para el caucho 34.67 Kg/cm² asimismo para el concreto de referencia se halló un resultado de 46.90 Kg/cm². Por último, se concluyó que el uso de caucho tiene un impacto muy negativo en las cualidades mecánicas, así como la durabilidad del hormigón igualmente se concluyó que el uso de los residuos de vidrio y plástico en un 15% y 30% en reemplazo del volumen del árido fino son opciones más viables para la formulación de la masa concreto.

Vázquez (2022) tiene el proyecto denominado “Análisis de las cualidades mecano-físicas del hormigón preparado con partículas de caucho de neumáticos reciclados”; el objeto de este estudio fue, examinar el comportamiento de las propiedades del hormigón incorporado con gránulos de hule; los porcentajes de residuos de caucho molturado (RCM) fueron 10%, 15% y 20% con relación al volumen del árido fino en un hormigón con diseño de 210 Kg/cm². Su metodología indica que el proyecto es de tipo aplicada con una perspectiva cuantitativa y un diseño experimental, por otra parte la población tomada son los agregados de la cantera Megarok, la muestra elegida fue 24 probetas cilíndricas de concreto sometidos a ensayos de compresión axial por lo tanto, los resultados del estudio revelaron que el esfuerzo a la compresión experimentó una variación del -8,47% entre el diseño de referencia y el diseño incorporado con el 10% de RCM, por lo que los resultados obtenidos son los siguientes; 209.39 Kg/cm² - hormigón de referencia y 191.63 kg/cm² el concreto adicionado con el 10% de RCM, para el segundo diseño, donde se agregó un 15% de RCM, la resistencia final fue de 129,52 Kg/cm² representando una variación del -38,15% con respecto al patrón concreto por lo que finalmente, en el caso del tercer diseño, que incorporó un 20% de partículas de RCM, la resistencia alcanzó los 112,79 Kg/cm², con una variación del -46,13% en comparación con el concreto de referencia. Por último, se concluyó que el concreto estándar logra la expresión más

elevada, asimismo se concluyó que el uso de RCM en porcentajes mayores disminuye notablemente la resistencia terminal del concreto (28 días).

Hernández y otros (2021) con trabajo titulado “Estudio de la compresión del concreto, con finos de vidrio reciclado, como recambio parcial de la arena gruesa”; tuvieron como propósito primordial el llevar a cabo una investigación para analizar el comportamiento del esfuerzo de presión del concreto mediante la adición de desechos de vidrio granulado. La variable independiente está constituida por las partículas de vidrio granulado (VG) el cual se reemplazará de forma parcial con respecto al peso de los áridos finos en dosificaciones del 0%, 4%, 5% y 6%. Este estudio tiene un diseño experimental de tipo aplicado y su población está constituida por cilindros de concreto, los cuales fueron puestos a la prueba de compresión axial en los periodos de 7, 14 y 28 días desde su desmoldado. Y en específico, a los 28 días los ensayos indicaron que el uso del 6% de las partículas de vidrio molturado obtuvo mejor resultado siendo este valor 235.22 Kg/cm², frente a la mezcla patrón cuyo resultado es 220.845 Kg/cm². Además, se observa que la resistencia obtenida con el 6% de VG supera la resistencia del hormigón patrón en un 6,5%. Por otro lado, el reemplazo hecho con el 4% y 5% obtuvo resultados de 216.26 y 221.81 Kg/cm² y finalmente se llegó a la conclusión que la sustitución con el 6% de vidrio granulado respecto a la masa del árido fino si mejoro la resistencia del concreto, siendo este concreto apto para su empleo estructural.

Seguidamente los antecedentes nacionales; Mundaca (2022) con título de su trabajo “Mejoramiento de las propiedades del concreto con f'c igual a 210 kg/cm² incorporado con caucho y vidrio reciclado”; el indagador tuvo como finalidad, evaluar las cualidades físico-mecánicas en el hormigón con f'c igual a 210 Kg/cm², haciendo el uso de residuos de vítreos más caucho con respecto al peso del cemento. Dicho estudio es de carácter aplicado, con un diseño experimental y cuasi-experimental; más un enfoque cuantitativo con el nivel correlacional; la población de este estudio está dada por los hormigones con f'c equivalente a 210 kg/cm², de los tales se tomaron muestras compuestas por 12 vigas prismáticas y 36 probetas cilíndricas con la incorporación conjunta del 0%, 5%, 10% y 15% de desechos de vidrio y caucho; para posteriormente evaluar su revenimiento, resistencia de flexión y compresión del concreto por lo que se obtuvo los valores

siguientes; el concreto patrón obtuvo 12.70 cm de slump y los concretos con la adición del 5%, 10% y 15% obtuvieron los slump de 15.24 cm, 12.70 cm y 16.51 cm respectivamente, por otro lado para la compresión axial se obtuvieron los siguientes resultados finales; concreto patrón con 269.30 Kg/cm², asimismo los concretos adicionados con 5%, 10% y 15% de los insumos antes mencionados, dieron resultados equivalente a 280.70 Kg/cm², 241.30 Kg/cm² y 238.00 Kg/cm² en forma respectiva y por último las respuestas para el análisis de flexión de los concretos adicionados con el 0%, 5%, 10% y 15% son; 28.30 Kg/cm², 30.00 Kg/cm², 28.70 Kg/cm² y 28.80 Kg/cm² respectivamente; entonces se concluyó que los resultados más adecuados se obtuvieron con la incorporación del 10% y 5%, de residuos de vidrio más caucho, y 28 días después se observó la mejora del aguante al esfuerzo de flexión en un 6.01% y el esfuerzo a la compresión en un 4.23% comparado con el grupo patrón.

Saavedra y Valladolid (2023) presentan el estudio titulado “Evaluación de las cualidades mecánicas del concreto adicionado con porcentajes de finos de caucho más vidrio molido”. La finalidad de este estudio científico fue evaluar las cualidades mecánicas de un concreto, reemplazando de forma parcial la masa del árido fino por vidrio y caucho molido; por lo que este trabajo investigativo posee al diseño experimental y enfoque cuantitativo. El grupo poblacional se conformó por un grupo de probetas cilíndricas y vigas prisma, la muestra integrada por la cantidad de total unidades de estudio diseñados con proporciones variadas de caucho reciclado y partículas de vidrio, así como el concreto de control cuyo $f'c$ de diseño es 280 Kg/cm². Para el estudio de la presente investigación se hace hincapié a aquellos ejemplares diseñados con el 4%, 6%, 12% y 16% de arenas de caucho más un 12% de arena de vidrio en forma estable. Transcurrido 28 días mencionados ejemplares fueron probadas por las roturas de flexión, compresión y tracción; dando como resultado los siguientes valores en compresión; concreto de referencia con 289.61 Kg/cm²; el concreto diseñado con porcentajes del 4%, 6%, 12% y 16% de caucho más 12% de vidrio, con respuestas de 317.85 Kg/cm², 312.60 Kg/cm², 285.98 Kg/cm² y 266.69 Kg/cm² de modo respectivo. Para la flexión la mezcla patrón presenta 57.45 Kg/cm², las combinaciones de caucho y vidrio presentan respuestas de 58.80 Kg/cm², 61.55 Kg/cm², 57.93 Kg/cm² y 53.79 Kg/cm², tales

resultados siguen la secuencia de los diseños antes mencionados. Con respecto a la tracción los resultados son: patrón con 30.69 Kg/cm²; las mezclas en combinación, con resultados de 32.30 Kg/cm², 30.87 Kg/cm², 27.94 Kg/cm² y 27.75 Kg/cm² ello en función a las secuencias de diseño antes mencionadas. Por último, se llegó a la conclusión de poder hacer uso parcial de las arenas caucho más vidrio (medida menor a 4 milímetros) en el concreto estructural y más considerándose los porcentajes óptimos de sustitución.

Mezzich y Sedano (2022) con su estudio denominado “Influencia de las partículas de caucho y vidrio reciclado en los atributos del concreto para muros de contención”; tuvieron como objetivo el análisis de la incidencia de la arena de vidrio y hule, en las principales características del hormigón para muros de contención; el estudio tiene un enfoque cuantificable, es de tipo aplicada, nivel correlativo con un diseño experimental cuasi - experimental, su población consta de 110 briquetas y 16 viguetas prismáticas, a quienes se les aplico los experimentos de compresión, tracción y flexión con la sustitución del 5%, 10% y 15% de vidrio triturado y 1%, 5% y 10% de caucho triturado, ello respecto al agregado fino y como instrumento para el estudio se utilizó la ficha de medición. Transcurrido 28 días el diseño de control presenta los siguientes resultados; en compresión 257.67 Kg/cm² y en flexión 38.85 Kg/cm². Asimismo se observó que el uso del 1% de caucho, así como el 5% de restos vítreos, dieron una respuesta f^c igual a 263.33 y 265.67 Kg/cm² en modo respectivo, acto seguido se observa que el 1% de granos caucho, así como el 10% de vidrio triturado, ofrecen una resistencia a la flexión óptima siendo los resultados de 39.95 y 43.20 Kg/cm² respectivamente y por último se concluye que el aporte de residuos de vidrio, así como el caucho si mejoran las cualidades físico-mecánicas del hormigón, haciéndolo útil para la elaboración de un concreto estructural.

Castro y Sotomayor (2019) presentan la tesis con nombre “Comportamiento del hormigón a elevadas temperaturas con insumos de caucho y vidrio reciclado”; además tuvieron como objetivo básico, analizar el desempeño térmico del concreto incorporando materiales reciclados, específicamente vidrio sodo-cálcico y caucho, en condiciones de elevada temperatura. Esta investigación es cuantitativa con diseño experimental puro debido al manejo de sus respectivas variables y control

de agentes externos, su población está formada por especímenes cilíndricos para compresión asimismo la muestra está integrada por 294 probetas cilíndricas a las cuales se le añadió caucho en tasas de 10%, 20% y 30% y con lo que respecta al vidrio tasas del 10%, 20% y 30%, ambos insumos como sustitutos parciales del agregado fino. Las respuestas provenientes del test de compresión a 28 días, son de 257.17 Kg/cm² para el concreto de control; con el uso del vidrio en un su recambio máximo de 30% la respuesta fue de 262.88 Kg/cm², con respecto al caucho en un 10% se halló un resultado máximo de 214.58 Kg/cm². En relación a los costos de producción la mezcla patrón presenta una tarifa de 218.45 S/. y los diseños con caucho presentan costos de 281.54 Kg/cm², 326.20 Kg/cm² y 370.82 S/., con respecto al vidrio sus precios son los siguientes; 274.52 S/., 312.12 S/. y 349.71 S/. El autor concluyó que los precios son directamente proporcionales a la cantidad de insumos a utilizar; asimismo, se concluyó que el vidrio mejora la resistencia del concreto por lo que su uso en el sector construcción si es factible y valioso a pesar de su considerable costo de producción.

Huaroc (2021) con su tesis “Aplicación de vidrio reciclado con desperdicios inertes para mejorar las propiedades mecánicas del concreto 210 Kg/cm² en estructuras de edificaciones”; se propuso analizar e investigar el comportamiento de la incorporación de residuos vítreos en combinación con residuos inertes con el objetivo de optimizar las características mecánicas del concreto con diseño nominal de 210 Kg/cm², su metodología planteada fue; un estudio aplicado con diseño experimental de alcance explicativo y un enfoque cuantificable, su población es el hormigón f'c equivalente a 210 Kg/cm², incorporado con el 0%,18%, 26% y 30% de residuos de vidrio molido (RVM) en relación al árido fino y residuos inertes (RI) con respecto al agregado grueso, la muestra está conformada por 72 especímenes cilíndricos y 12 vigas prismáticas, que fueron expuestos a los test de compresión, tracción y flexión pasado los 7, 14 y 28 días de edad. Las respuestas obtenidas en el día 28 indican el valor de 219.60 Kg/cm² en compresión y 19.90 Kg/cm² en tracción (patrón); por otro lado la adición del 18% de partículas vítreas y residuos inertes obtuvo resultados de 185,90 y 18.80 Kg/cm² ello en los test de compresión y tracción respectivamente, y haciendo hincapié en el test para la flexión, se observó que el resultado patrón presenta un valor de 31.10 Kg/cm², y la adición

conjunta del 18%, 26% y 30% de RVM y RI presentan resultados equilibrados de 29.70 , 29.60 y 29.50 Kg/cm² ello de modo respectivo. Por último, se concluyó que la adición del 18% de restos de cristal molido y residuos inertes mejoró las características mecánicas del concreto, sin embargo, en ninguno de los tres ensayos superó los valores promedio del concreto patrón, por lo que su uso como concreto estructural queda descartado.

Flores (2023) con su investigación titulada “Incidencia del uso de caucho reciclado con pretratamiento de calor para las cualidades mecánicas del concreto”; tuvo la finalidad primordial de explicar los efectos del uso de caucho reciclado con pretratamiento de calor en los atributos mecánicos del concreto $f'c$ igual a 245 Kg/cm². La población está conformada por 84 ejemplares de estudio, los tales fueron evaluados por las pruebas de tracción, flexión y compresión. Las muestras están dadas por 72 especímenes cilíndricos (4” diámetro y 8” altura) y 12 viguetas prismáticas (15 cm base, 15 cm peralte y 50 cm longitud). El hormigón se elaboró con caucho tratado térmicamente, dicha sustancia se utilizó como reemplazante parcial de la masa del agregado menudo en porcentajes del 5%, 10% y 15%. Los instrumentos y técnicas son la medición y la observación respectivamente; por otro lado se percibe una metodología que cuenta con la investigación tipo aplicado; un enfoque cuantitativo, el diseño es cuasi-experimental y alcance explicativo; en los resultados de esta investigación se pudo observar y analizar que la inclusión de residuos de caucho tratado con calor maximizó los resultados en comparación con el concreto referencial, a continuación se muestran las respuestas de los test de compresión pasado los 28 días de edad; hormigón de referencia 272.50 Kg/cm², con la adición del 5% se llegó a 274.60 Kg/cm², con el 10% se obtuvo 260.11 Kg/cm² y con el 15% el resultado fue 245.52 Kg/cm², con respecto a la prueba de flexión a los 28 días el resultado patrón fue de 38.53 Kg/cm² y para las aplicaciones del caucho con el 5%, 10% y 15% los resultados fueron positivos siendo 40.66, 43.43 y 45.62 Kg/cm² respectivamente. Por último, se llegó a concluir que la incorporación de residuos de caucho tratado con calor para el uso en el hormigón, mejora su resistencia tanto en compresión como flexión, por lo que el investigador recomienda utilizar el 5% y 10% de arena de caucho tratado con calor.

Y finalmente se tiene el antecedente regional; Quispe y Zarate (2020) con estudio denominado “Análisis de la variación en el comportamiento del hormigón con $f'c$ igual a 210 kg/cm², adicionado con partículas de vidrio”; tuvieron como propósito de su investigación analizar la modificación en el comportamiento del hormigón con diseño $f'c$ equivalente a 210 Kg/cm² por medio de la adición de partículas vítreas. La toma de datos se hizo mediante fichas de laboratorio; por otra parte, la muestra está constituida por 1020 ejemplares cilíndricos de 20 cm longitud por 10 cm diámetro; con 30 probetas por cada porcentaje (0%, 20%, 30% y 40%) de vidrio triturado como recambio parcial del peso del árido fino para luego ser puestos a compresión a los 7, 14, 21 y 28 días de edad. Este estudio tuvo un diseño caracterizado por ser experimental, el enfoque es cuantitativo, el alcance correlacional de tipo aplicada. Los resultados finales que se obtuvieron son los siguientes; concreto patrón con 215.10 Kg/cm², con el sustituto de vidrio por árido fino al 20%, 30% y 40%, se obtuvo 226.40, 219.00 y 211.80 Kg/cm² respectivamente y por consiguiente se llegó a la conclusión que las sustituciones parciales del agregado fino por el 20% y 30% de vidrio triturado fueron los que dieron resultados positivos, superando la resistencia del hormigón patrón, en cambio se observó que el reemplazo del 40% en relación al agregado fino presenta una resistencia similar al del concreto patrón.

Bases Teóricas

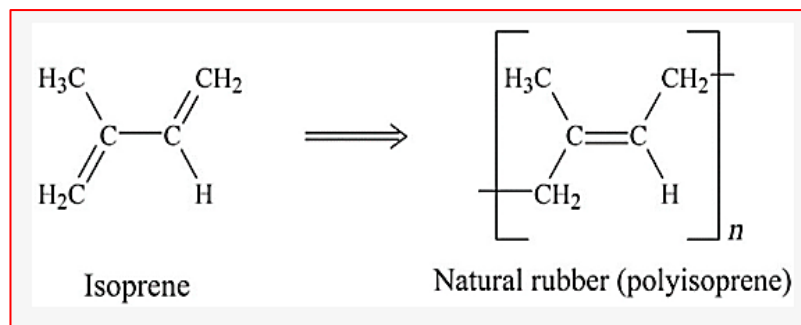
Variable independiente: El caucho es un material proveniente de la naturaleza, así como de procesos industriales, dicha sustancia presenta una característica elastomérica que lo hace resistente a múltiples impactos; este insumo es de gran importancia en el mundo moderno debido a sus múltiples aplicaciones como la fabricación de neumáticos para automóviles, así como la fabricación de otros elementos para el uso cotidiano. El caucho natural se extrae a partir de las resinas de algunos árboles como el Hevea Brasiliensis, el Ficus y Diente de León (Plaza, 2023). Su composición química radica en un látex llamado Cis 1,4 poliisopropeno o caucho de isopropeno cuyo nombre químico es 2-metilbutadieno (C_5H_8) (Kan, et al., 2017).

Figura 2. Extracción del caucho natural



Nota: Extracción natural del látex caucho. Adaptado de “Sustainable rubbers and rubber additives”, por Sarkar P. & Bhowmick A. K., 2017.

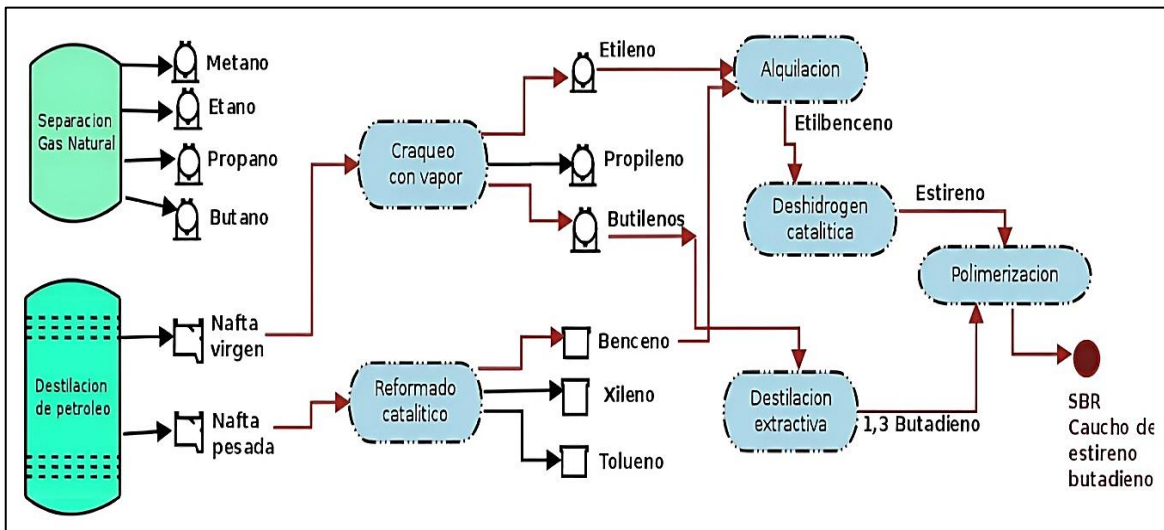
Figura 3. Química interna del hule natural



Nota: Química orgánica del caucho. Adaptado de “Waste Rubber Recycling: A Review on the Evolution and Properties of Thermoplastic Elastomers”, por Fazli A. and Rodrigue D., 2020.

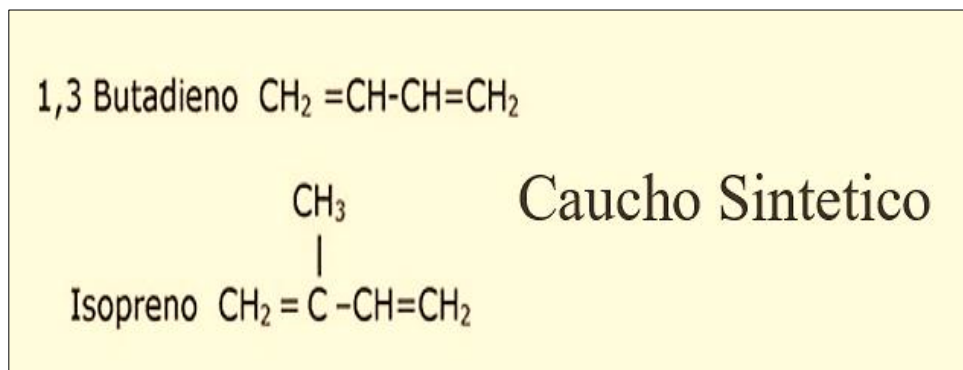
Por otro lado, se tiene el caucho sintético el cual es fabricado mediante un proceso industrial llamado polimerización; la materia prima son los derivados petrolíferos, así como el acetileno, carbón y gas natural. Su estructura química radica en la combinación de los monómeros llamados Estirenos y 1.3 Butadieno. Cabe precisar que su consumo anual en Estados Unidos supera el 75% y a nivel global un 65% (Shah, et al., 2013).

Figura 4. *Proceso de fabricación del caucho sintético*



Nota: Producción de caucho sintético. Adaptado de “Cadena Petroquímica para la obtención del caucho de Estireno y Butadieno”, por Volca T., Tallera N., Villanueva S. y Henríquez M., 2018.

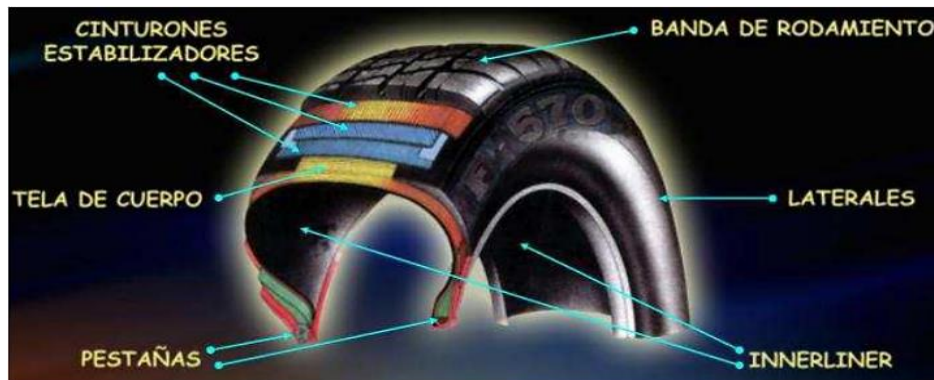
Figura 5. *Química interna del hule sintético*



Nota: Composición química del caucho. Adaptado de “El centenario del caucho sintético”, por Bolufer P., 2009.

Los beneficios del caucho para la sociedad son de gran relevancia ya que estas son la materia base para la fabricación de ruedas para automóviles. Sin embargo, su alta demanda también trae consigo contaminación ecológica ya que dichos elementos están compuestos por un 70% y 80% de caucho (Raffoul, et al., 2016). Por lo que cabe indicar que su estructura está formada por la banda de rodamiento, zona compuesta por una cantidad considerable de alambre de acero, ello debido al contacto directo con el suelo; la pared lateral es la parte de caucho libre de acero; asimismo se tiene los talones y las pestañas zonas de contacto directo con el aro metálico (Lo Presti., 2013).

Figura 6. Partes del neumático de caucho



Nota: Partes de una rueda de caucho. Tomado de “Incidencia del uso de caucho reciclado con pretratamiento de calor para las cualidades mecánicas del concreto, Juliaca”, por Flores C. O. G., 2023

El caucho al tener una propiedad elastomérica, presenta gran dificultad para su biodegradación bajo condiciones naturales y esta situación es denominada como contaminación negra (Fernández, et al., 2018) (Su & Xu., 2023). Cabe mencionar que su tiempo de descomposición oscila entre los 1000 años (Desguaces, 2021). El reciclaje es una alternativa que pretende revalorizar el uso de los residuos de caucho, produciendo materiales para la construcción específicamente como parte del concreto en la construcción (Raffoul., 2016).

Figura 7. Estructura del neumático de caucho

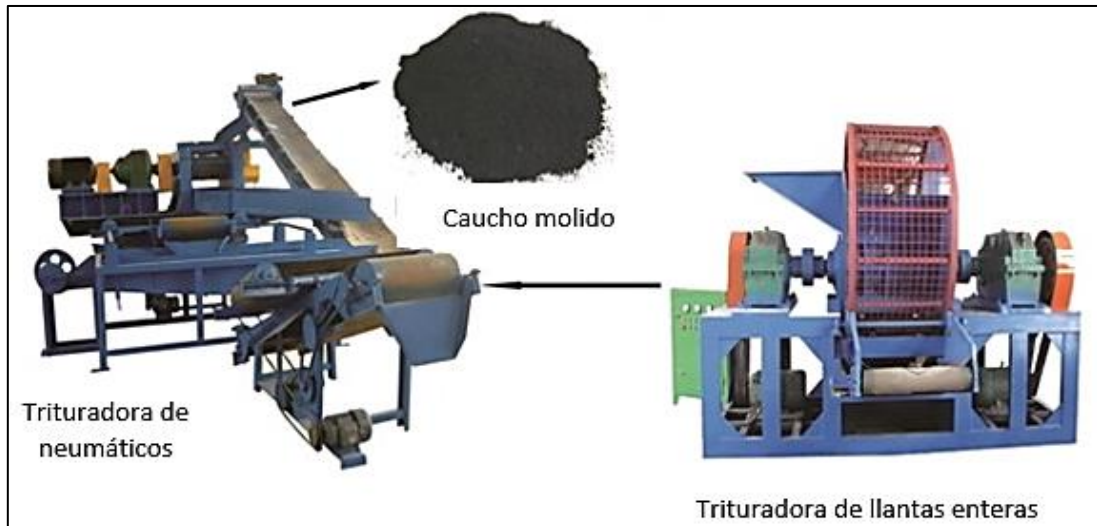


Nota: Llanta de caucho. Adaptado de “Rubber/crete: Mechanical properties of scrap to reuse tire-derived rubber in concrete”, por Valente M. & Sibai A, 2019

El caucho triturado. Los neumáticos de caucho al final de su vida útil podrán ser reciclados y sometidos a procesos de molienda que permitan obtener una arena con medidas de 0.075 mm a 4.75 mm, siendo estos similares a los granos del árido fino, por lo que, podrán ser reutilizados como material en el sector construcción (Murugan & Natarajan, 2015). En la actualidad los gránulos de caucho son

utilizados como material de relleno que permite erguir y conservar áreas con césped sintético, no obstante, su uso en este sector es minúsculo frente a la gran contaminación existente por dicho material (Nishia, et al., 2022).

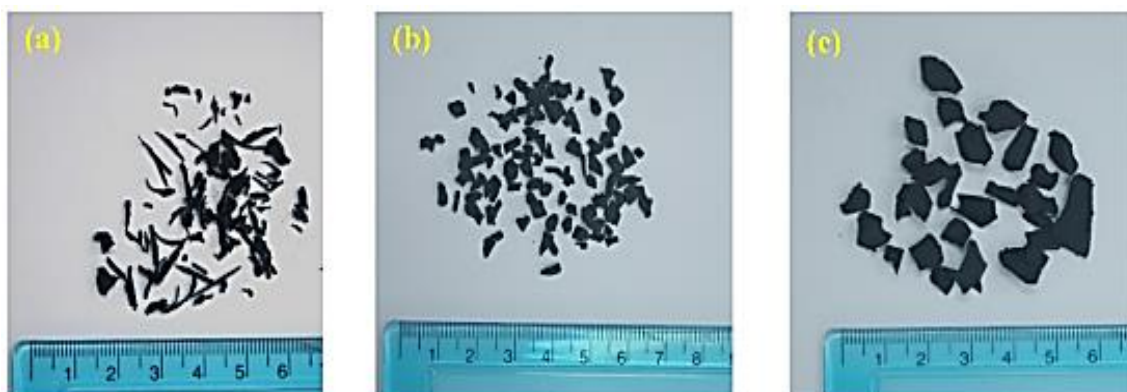
Figura 8. Esquema para el proceso de molienda del caucho



Nota: Obtención de arena de caucho. Adaptado de “Evaluating mechanical properties and impact resistance of modified concrete containing ground Blast Furnace slag and discarded rubber tire crumbs”, por Mhaya A. M. et al., 2021

El siguiente gráfico permite observar los granos de caucho obtenidos mediante procesos de molienda por métodos mecánicos a temperatura ambiente. Cabe señalar que la dimensión de dichas partículas, tendrá incidencia positiva o negativa en las características de las mezclas concretas, por lo que su uso en tal proceso deberá ser limitado (Mohsen, et al., 2021).

Figura 9. a) Fibra de caucho fina, b) Caucho T. fino, c) Caucho T. grueso



Nota: Granos de hule. Tomado de “Systematic Experimental Assessment of POFA Concrete Incorporating Waste Tire Rubber Aggregate”, por Mhaya, et al., 2022

La alternativa de su aplicación en los procesos de fabricación de mezclas de concreto es la más viable, ya que dichos elementos pueden ser usados como un sustituto del árido menor o del árido mayor. El concreto con caucho incorporado tendrá múltiples usos en obras como pavimentos, estructuras, muros y otros (Ramana, et al., 2017). Por otro lado, según señala Muñoz, y otros, (2021) estudios anteriores demostraron que la sustitución desde el 1% hasta el 12,5% si mejora la resistencia del concreto. En respaldo a lo mencionado, Flores (2023) diseño un concreto aplicando arena de caucho (medida: 2,00 milímetros) tratado térmicamente; con el recambio del 5% (respecto a la masa de agregado fino) el resultado en compresión a los 28 días superó en 0.60% al concreto convencional. Asimismo, Nieves (2018) hizo diseños aplicando 2% y 5% de caucho molido (medida: 1.18 milímetros), ello reemplazando en relación al volumen del árido menor. Pasado 28 días los resultados que obtuvo superaron en un 2.05% y 0.17% al concreto referencial en forma respectiva. No obstante, Osama, et al., (2022) sugieren el uso del 20% como un parámetro de recambio máximo con respecto al agregado fino, considerándose que al ser excedidos podrían generar fallas en el concreto.

Normativa para el manejo del caucho; el estado peruano mediante el organismo del MINAM crea el (NFU) Régimen de Manejo y Gestión de los Neumáticos Fuera de Uso, el cual tiene como objetivo el establecimiento de normativas encargadas del correcto manejo, gestión, almacenaje y reciclaje de neumáticos fuera de uso. A continuación, se hace mención de las respectivas normas (Ricardo, y otros, 2021).

Figura 10. Marco legal para el manejo de caucho



Nota: Normativa para el manejo de neumáticos fuera de uso. Adaptado de “Ministerio del Medio Ambiente”, por Ricardo I. y Jiménez E, 2021.

Asimismo, como parte de la variable independiente se tiene el vidrio; su invento fue de gran importancia a lo largo de la historia, ya que trajo cambios positivos para la humanidad (Almeida, 2020). Además, se sabe que los primeros vidrios se formaron a partir de múltiples actividades volcánicas durante el periodo de consolidación de la corteza terrestre; la obsidiana es un tipo de vidrio natural formado a partir del enfriamiento del magma volcánico y se conoce que dicho material fue utilizado por el hombre prehistórico. En el presente, el vidrio se constituye como un material resultante de procedimientos industriales (Cianciosi, y otros, 2014). Y en las últimas décadas, su uso en la construcción de edificios se incrementó al igual que otros materiales (Morales, y otros, 2017). Tal incremento genera contaminación por residuos vítreos que a su vez también provienen de múltiples fuentes como envases, utensilios, vidrios planos, así entre otras áreas de la vida cotidiana (Alireza, et al., 2019).

Figura 11. *Envases de vidrio en desuso*



Nota: Botellas de vidrio. Elaboración propia

El vidrio es un material con características como la fragilidad, dureza, resistencia a la tracción y compresión, resistencia al desgaste (Llanto, 2016). Es por ello que tarda un promedio de 4000 años para su degradación en la naturaleza, siendo este el motivo que lo hace un material altamente contaminante (Alpedrete, 2017). De hecho, tal característica no biodegradable trae consigo problemas que afectan a la ecología mundial (Naeini, et al., 2021). Por lo tanto, en el contexto de este trabajo se llevará a cabo la reutilización y procesamiento de residuos vítreos derivados de envases de vidrio destinados a bebidas, por ende, resulta imperativo el conocer su composición química.

Tabla 2. *Química del vidrio sodo-cálcico (envases de botella)*

COMPOSICIÓN	QUIMICA	CANTIDAD
Oxido de Silicio	Si O ₂	73.11 %
Oxido de Sodio	Na ₂ O	12.55 %
Oxido de Calcio	Ca O	9.94 %
Oxido de Magnesio	Mg O	2.26 %
Oxido de Aluminio	Al ₂ O ₂	1.48 %
Oxido de Potasio	K ₂ O	0.61 %
	Otros	0.05 %

Fuente: “Comportamiento del hormigón a elevadas temperaturas con insumos reciclados: caucho y vidrio sodocálcico”, por Castro D. V. y Sotomayor G. S., 2019

El vidrio molido como material para mezclas de concreto. El vidrio reciclado proveniente de envases de bebidas (botellas) es clasificado como vidrio sodocálcico, atribuido a su composición química que incluye SiO₂, Na₂O y CaO, Al₂O₂; estos elementos garantizan a este material la posibilidad de ser considerado como una alternativa promisoriosa para su implementación en la matriz del concreto. (Ling, et al., 2019). Por lo tanto, el vidrio al ser molturado podrá emplearse como un sustituto parcial ya sea del cemento, del árido fino o árido grueso (Gebremichael, et al., 2023).

Figura 12. *Proceso de molienda de desperdicios de vidrio*



Nota: Obtención de arena de vidrio. Tomado de “Effect of waste glass bottles-derived nanopowder as slag replacement on mortars with alkali activation: Durability characteristics”, por Hamzah, et al., 2021.

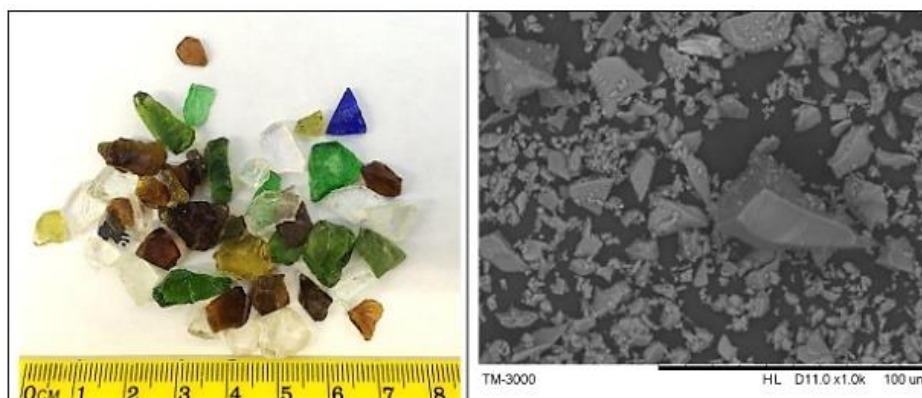
Estudios demostraron que el uso de partículas vítreas para crear mezclas de hormigón, tiene efectos beneficiosos y esto debido al comportamiento aglutinante por su composición química (Guo, et al., 2021). La capacidad de reacción puzolánica es inversamente proporcional al calibre de sus partículas, es decir mientras más mínima la partícula mejor el efecto puzolánico y contrariamente, a mayor calibre menor adherencia y acción puzolánica (Hassan, et al., 2018). Por lo que los granos con medidas menores a 0.75 mm ofrecen mayor acción puzolánica (Gebremichael, et al., 2023). Dicha característica permite optimizar las propiedades básicas del concreto, además se sabe que la aplicación hasta un 20% y 30% si perfecciona la resistencia del concreto por lo que se sugiere hacer el uso de vidrio fino como reemplazante parcial del agregado menor (Quispe, y Zarate, 2020).

Figura 13. *Polvo de vidrio*



Nota: Micro partículas de vidrio. Tomado de “Experimental Study on Mechanical Properties of Concrete Containing Waste Glass and Its Application on Concrete-Filled Steel Tubular Columns”, por Diao Y., Chen L., & Huang Y., 2023.

Figura 14. *Medidas macro y micro de residuos vítreos*



Nota: Micro y macro partículas de vidrio. Tomado de “Impact of the joint use of ground glass fines and crushed glass aggregate on selected characteristics of Portland cement concrete”, por Afshinnia K. and Rongaraju P. R., 2016.

Caucho triturado y vidrio molido como agregado para el concreto. La combinación de los finos de caucho y partículas de vidrio, son una opción potencial para la producción de la mezcla de concreto, haciendo un recambio parcial de los agregados naturales. Cabe mencionar que el binomio caucho-vidrio puede mejorar las características mecánicas del concreto (Valencia, y otros., 2019). El uso de vidrio en el concreto genera la reacción álcali-sílice (ASR); la combinación con caucho neutraliza la ASR debido a su ductibilidad inherente, además su capacidad hidrofóbica no permite la absorción de humedad por los geles (silicato alcalino), debilitando así el efecto ASR (Ma, et al., 2023).

Figura 15. Residuos de caucho triturado y vidrio molido



Nota: Se muestran los residuos de caucho triturado y residuos de vidrio molido. Elaboración propia

Para el óptimo diseño de concreto es de gran importancia el conocer las cualidades físicas y mecánicas con respecto a la variable independiente (caucho granulado y vidrio molido). Para ello es preciso realizar estudios de calidad tales como la prueba de granulometría, peso unitario y peso específico, dichos procesos deberán estar alineados a las Normas Técnicas del Perú (NTP).

Para la formulación de la masa de concreto, adicionados con residuos vítreos y caucho, es relevante conocer sus respectivos pesos específicos, debido a que este es un dato que interviene en los cálculos para la dosificación; siempre y cuando se haga una sustitución volumétrica con respecto a los agregados o al cemento. Sin embargo, al hacer la sustitución con respecto al peso de los insumos antes mencionados su incidencia en los diseños de concreto será nula. Estudios previos con respecto a la aplicación de restos de caucho triturado y desperdicios de vidrio

molido como reemplazo de los áridos naturales para el concreto; dan a conocer el valor del peso específico de dichos materiales.

Tabla 3. Peso Específico del Caucho Triturado y Vidrio Molido

INVESTIGADORES	PESO ESPECIFICO (CAUCHO)	PESO ESPECIFICO (VIDRIO)
Ma, et al, 2023	750 Kg/m ³	2300 Kg/m ³
Mundaca, 2022	1160 Kg/m ³	2520 Kg/m ³
Mezzich, y Sedano, 2022	713 Kg/m ³	2457 Kg/m ³
Steyn et al, 2021	920 Kg/m ³	2500 Kg/m ³
Nieves, 2018	1160 Kg/m ³	-
Castro, 2019	1160 Kg/m ³	2529 Kg/m ³
Beltran, 2021	1160 Kg/m ³	-

Fuente: Elaboración propia

Para el uso conjunto de las partículas de caucho y vidrio, como agregado parcial para la producción de mezclas concreticas; estudios anteriores muestran los métodos de dosificación tanto en relación al peso de los áridos naturales, así como a su volumen; los mismos que se especifican en los siguientes cuadros.

Tabla 4. Dosificación por Ma, et al., (2023)

Dosificación según Ma et al, 2023 - 300 Kg/cm ² (Kg por 1 m ³)								
Porcentaje de dosificación en relación al volumen de los agregados								
Dis.	Caucho	Vidrio	Cemento	A.F.	A.G.	C.M.	V.M.	Agua
C-1	0%	0%	450.00	600.00	1192.00	-	-	183.00
C-2	10%	0%	450.00	540.00	1192.00	17.00	0.00	183.00
C-3	10%	10%	450.00	540.00	1073.00	17.00	107.00	183.00
C-4	10%	20%	450.00	540.00	954.00	17.00	214.00	183.00
C-5	10%	30%	450.00	540.00	834.00	17.00	322.00	183.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 5. Dosificación por Mundaca (2022)

Dosificación según Mundaca, 2022 - 210 Kg/cm ² (Kg 1 por m ³)									
Porcentaje de dosificación en reemplazo parcial con respecto al peso del cemento									
Dis.	% Total	Caucho	Vidrio	Cemento	A.F.	A.G.	C.M.	V.M.	Agua
C-1	0%	0%	0%	360.00	800.00	856.00	-	-	193.00
C-2	5%	2.5%	2.5%	356.00	805.00	861.00	8.90	8.90	191.00
C-3	10%	5%	5%	358.00	802.00	858.00	17.90	17.90	192.00
C-4	15%	7.5%	7.5%	361.00	797.00	853.00	27.10	27.10	194.00

Fuente. Elaboración propia

Tabla 6. Dosificación por Valencia y otros (2019)

Dosificación según Valencia et al, 2019 – 280 Kg/cm ² (Kg por 1 m ³)									
% de dosificación en reemplazo parcial con respecto al volumen del agregado fino (15% estable)									
Dis.	% Total	Caucho	Vidrio	Cemento	A.F.	A.G.	C.M.	V.M.	Agua
C-1	0%	0%	0%	417.00	765.00	1024.00	-	-	196.00
C-2	15%	15%	0%	417.00	644.00	1024.00	112.00	0.00	195.55
C-3	15%	0%	15%	417.00	644.00	1024.00	0.00	112.00	195.55
C-4	15%	7.5%	7.5%	417.00	644.00	1024.00	56.00	56.00	195.55
C-5	15%	11.25%	3.75%	417.00	643.00	1024.00	84.00	28.00	195.55
C-6	15%	3.75%	11.25%	417.00	643.00	1024.00	28.00	84.00	195.55

Fuente. Elaboración propia

Tabla 7. Dosificación por Saavedra y Valladolid (2023)

Dosificación según Saavedra y Valladolid, 2023 – 280 Kg/cm ² (Kg por 1 m ³)								
Porcentaje de dosificación en reemplazo parcial con respecto a la masa del árido fino								
Dis.	Caucho	Vidrio	Cemento	A.F.	A.G.	C.M.	V.M.	Agua
C-1	0%	0%	477.00	737.00	865.00	-	-	264.00
C-2	4%	12%	477.00	619.10	865.00	29.50	88.40	263.80
C-3	8%	12%	477.00	589.60	865.00	58.90	88.40	263.60
C-4	12%	12%	477.00	560.10	865.00	88.40	88.40	263.50
C-5	16%	12%	477.00	530.64	865.00	117.90	88.40	263.50

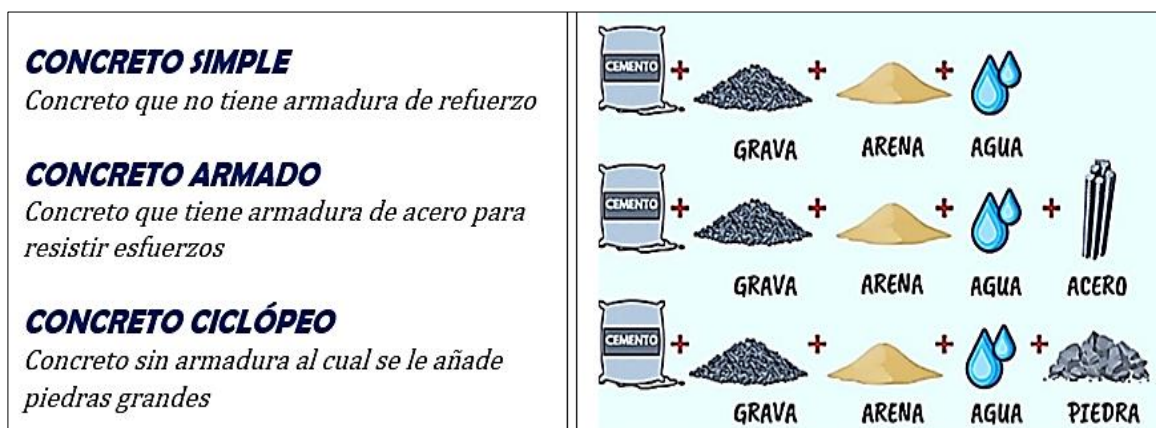
Fuente. Elaboración propia

El concreto es un elemento cuyos componentes básicos son el agua, cemento, áridos (grueso y fino) y de ser necesario la aplicación de aditivos; el concreto en su estado fresco tiene la característica de ser trabajable y moldeable, contrario a su estado seco que posee características rígidas (Pasquel, 1999).

Concreto simple; se caracteriza por no emplear una armadura de refuerzo, está compuesto por cemento, agua y áridos tanto finos como gruesos. Suele emplearse típicamente en la construcción de veredas, contra pisos y falso pisos. Concreto ciclópeo; es el concreto simple adicionado de piedra de 10 pulgadas máximo, ocupan el 30% del volumen total. Su uso está destinado a trabajos como: rellenos, cimientos corridos, o muros de contención. Concreto estructural; es aquel concreto simple adicionado con refuerzos de acero para mejorar su resistencia en estructuras tales como losas, vigas y columnas. Aunque el hormigón simple y ciclópeo resiste las cargas de compresión, pero presentan limitaciones en su comportamiento frente a fuerzas de flexión, corte y tracción (Macias y otros, 2021).

Por lo expuesto se tiene el concreto estructural con un diseño $f'c$ igual a 210 Kg/cm², el cual posee la resistencia relativamente alta y su uso abarca ampliamente en construcciones como; edificios de gran altura, puentes, muros de contención, presas, túneles y otros (Arquitecturacivil, 2019).

Figura 16. Clases de concreto



Nota: Concretos de uso cotidiano en obra. Adaptado de “Dosificación y clases de concretos”, por Sanitary Engineer, 2021

El cemento es un material (un polvo fino) procedente de la calcinación de arcillas y calizas a altas temperaturas, posee características aglomerantes y cohesivas que al ser hidratada con agua forma una masa capaz de unir otros elementos en un solo cuerpo al endurecerse, dicho elemento al ser fraguado ofrece una gran resistencia a múltiples daños expuestos y todo ello gracias a su composición química; el material en mención ocupa entre 7% y 15% del volumen de concreto (Pasquel, 1999). Cemento tipo IP. En la actualidad, se puede observar la presencia de distintos tipos de cemento. Sin embargo, para la elaboración del presente estudio se empleará el cemento tipo IP, el cual es un cemento hidráulico de tipo I adicionado con puzolanas entre el 15% y 40%; destinado a múltiples usos en la construcción (NTP 334.090).

Tabla 8. Químicas del cemento Yura

CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL CEMENTO YURA (%)							
ELEMENTO	CaO	SiO3	Al2O3	Fe2O3	SO3	MgO	Ignición
Tipo IP	46.30	43.51	3.36	1.98	1.42	1.30	1.60
Tipo I	65.90	22.66	4.15	2.41	1.66	1.24	0.96

Fuente: “Topicos de la Tecnologia del Concreto”, por Pasquel E., 1999

Tabla 9. Requisitos químicos del cemento Yura tipo IP

Requisitos (%)	Requisitos según NTP 334.090
MgO	6.00 MAX
SO ₃	4.00 MAX
Perdida por ignición	5.00 MAX

Fuente: Ficha técnica cemento Yura IP, 2023

El agua es el insumo indispensable para la formulación de la mezcla de concreto, ocupa un volumen que oscila entre el 15% y 22%; debe estar sujeta a ciertos parámetros de tal manera que no afecten las características del concreto. El agua para amasado debe cumplir las funciones de reaccionar junto al aglomerante (cemento), actuar como un lubricante y llenar los vacíos en la mezcla (Pasquel, 1999). Por otro lado, la Norma E 060 recomienda el uso de agua potable, además dicho elemento deberá ser limpia y libre de impurezas químicas y físicas.

Los agregados también conocidos como áridos son recursos provenientes de la naturaleza, extraídos de forma natural o artificial, tienen distintas formas y tamaños que al ser combinados con la pasta de cemento ofrecen una gran resistencia al fraguar (Benegas y otros, 2017). Dichos elementos se dividen en dos tipos: fino y grueso. Ocupan un volumen que oscila entre el 60% y 75% del concreto y tienen gran incidencia sobre las cualidades mecánicas del hormigón. La medida nominal máxima del árido grueso incide considerablemente en la resistencia del concreto (Mohammed, et al., 2020).

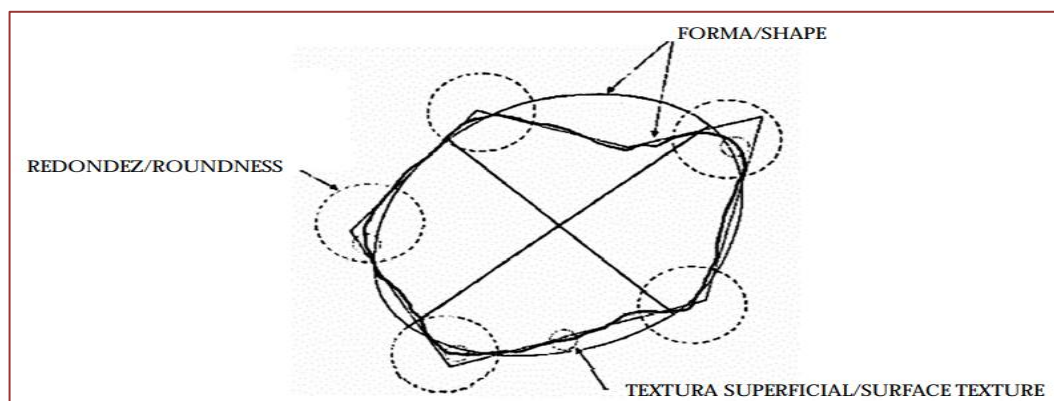
Figura 17. Áridos naturales



Nota: Agregados provenientes de las canteras de Pisac y Huambutio.
Elaboración propia

- La normativa NTP 400.011 al igual que la NTP 400.037 señalan que el árido fino es aquel recurso producto de la desintegración de rocas y piedras ya sea en forma artificial o natural, además los presentes baremos indican que pasa la zaranda de 9,5 milímetros (3/8 pulgadas) y queda detenido en el filtro de 0,074 milímetros (Nº 200) por lo que se estima que este material deberá tener como tamaño máximo 4,75 milímetros (Nº 4) y tamaño mínimo 0,15 milímetros (Nº 100). Las partículas deben estar libres de impurezas orgánicas o dañosas.
- Asimismo, la normativa NTP 400.011 así como el baremo NTP 400.037 señalan que el árido grueso se genera por la degradación natural o antrópica de rocas y piedras. Dichos materiales deberán cumplir los perfiles establecidos en la presente normativa, indicando que se debe retener en la malla de 4.75 milímetros (Nº 4). Cabe mencionar que las características de durabilidad y resistencia del elemento concreto se encuentran en gran medida condicionadas por la morfología: el ángulo y las dimensiones del árido grueso (Brake, et al., 2016). Tener en cuenta que este material deberá estar exento de residuos orgánicos y otros agentes contaminantes.

Figura 18. *Textura de la piedra chancada*



Nota: Morfología de la piedra. Tomado de “Caracterización morfológica de áridos para concreto mediante prueba de imágenes”, por León M. P. y Ramírez F., 2010

La normativa E 060 establece realizar el estricto control de los materiales, todo ello en aras de garantizar la calidad de los diferentes agregados puestos en obra. Para los respectivos controles se harán diferentes ensayos de laboratorio siguiendo estrictamente los estándares indicados en los Baremos Técnicos del Perú (NTP) o las normas ASTM de ser necesario. Cabe mencionar que dichos ensayos garantizan la confiabilidad.

Influencia del uso de los desperdicios de caucho más vidrio en las cualidades del concreto; el uso de residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molturado (RVM) pueden ser una buena opción para la formulación del pastón concreto, en el presente estudio se analizará las cualidades mecánicas y físicas de este concreto. El uso de estos materiales reduce la contaminación por desechos sólidos, además contribuye a salvaguardar el entorno ambiental y los recursos naturales (Ma, et al., 2023).

- Dimensiones; en base a los porcentajes de reemplazo, se realizará la dosificación de mezclas según los criterios señalados en la norma ACI 211, seguidamente se han de elaborar los respectivos especímenes siguiendo los perfiles especificados en la norma ASTM C31, norma NTP 339.033 así como la NTP 339.183 para su posterior prueba en laboratorio (Trabajabilidad del concreto, Compresión del concreto, Flexión del concreto) a los 7, 14 y 28 días de edad. Los respectivos procesos serán ejecutados en laboratorios certificados.
- Indicadores; conociendo las recomendaciones y conclusiones de trabajos previos relacionados a la presente indagación, se establece las siguientes dosificaciones, basado en el recambio parcial con respecto a la masa del agregado fino, en porcentajes de 5% RCT + 15% RVM, 10% RCT + 15% RVM, 15% RCT + 15% RVM, 22% RCT + 15% RVM, asimismo se ha de considerar el concreto de control.

Tabla 10. *Porcentaje de dureza del concreto con cemento tipo IP*

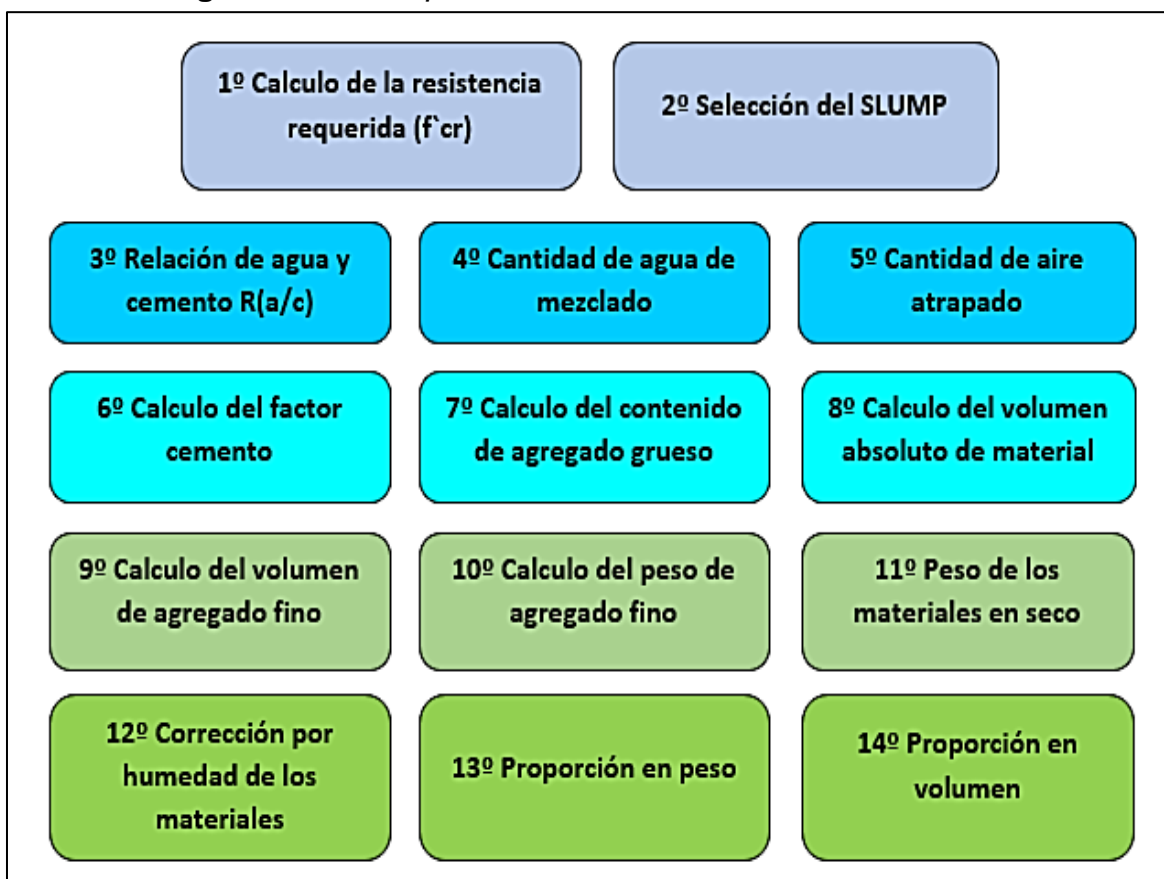
EDAD	PORCENTAJE
7 días	57.20 %
14 días	79.60 %
28 días	98.99 %

Fuente: Laboratorio de concreto y materiales – Corporación Ayar S.A.C., 2023

Diseño de mezclas - sistema ACI del comité 211. Se basa principalmente en el uso de tablas, que a partir de la resistencia del concreto permite hacer el cálculo de los insumos para la mezcla. El proceso matemático inicia con la determinación de datos numéricos que en primera instancia dan como resultado valores volumétricos para cada elemento, y en función a los datos obtenidos se establecerá las proporciones en volumen y peso de material para concreto. Es importante saber

que este método brinda resultados equilibrados y confiables frente a otros métodos. Para la correcta dosificación de materiales en el concreto, el presente estudio hará uso de este método, con el fin de garantizar los resultados deseados por el investigador.

Figura 19. Pasos para diseñar mezclas - normativa ACI 211

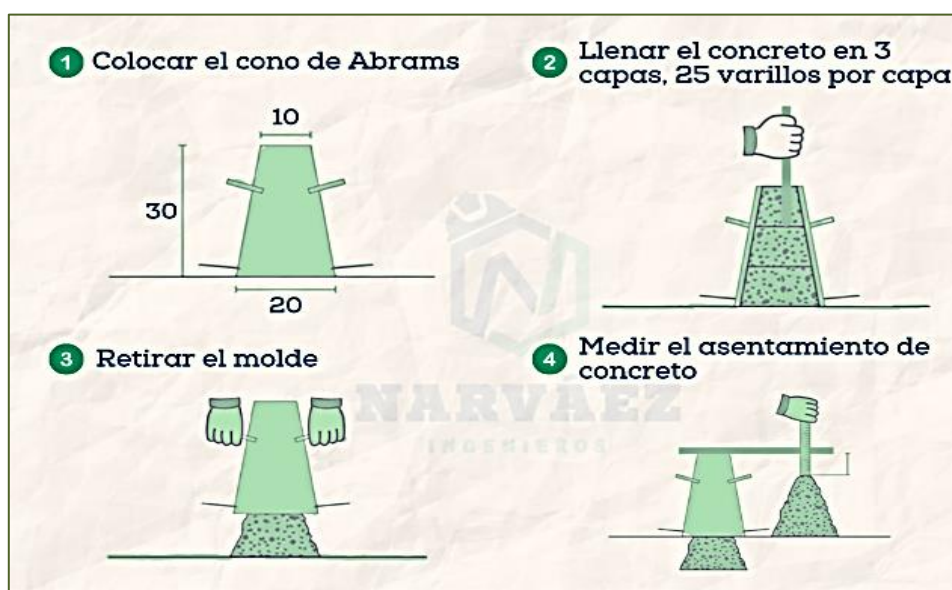


Nota: Secuencia de diseño de mezclas. Elaboración propia

El concreto exhibe dos fases distintas; una fase en estado fresco, caracterizada por su capacidad de ser trabajable, y otra fase en estado endurecido, en la que se vuelve rígida e inmutable. Estos estados dan origen a las cualidades físico-mecánicas del concreto (UPCT, 2007). A continuación, se describe las propiedades del concreto.

La Trabajabilidad permite verificar la plasticidad de las pastas de concreto en su estado fresco, es decir que tan dura o aguada esta la mezcla (Seca, Plástica y Fluida). La Norma ASTM C143 señala los pasos para su correcta elaboración, asimismo la norma NTP 339.035 indica que el tiempo para esta actividad tendrá una duración de 2 minutos con 30 segundos desde su inicio hasta su final.

Figura 20. Prueba de revenimiento para el concreto



Nota: Revenimiento – Cono de Abrams. Adaptado de “Prueba de Slump del Concreto”, por Narváez Ingenieros, 2022

El siguiente cuadro muestra el grado de asentamiento del concreto, según su grado de consistencia.

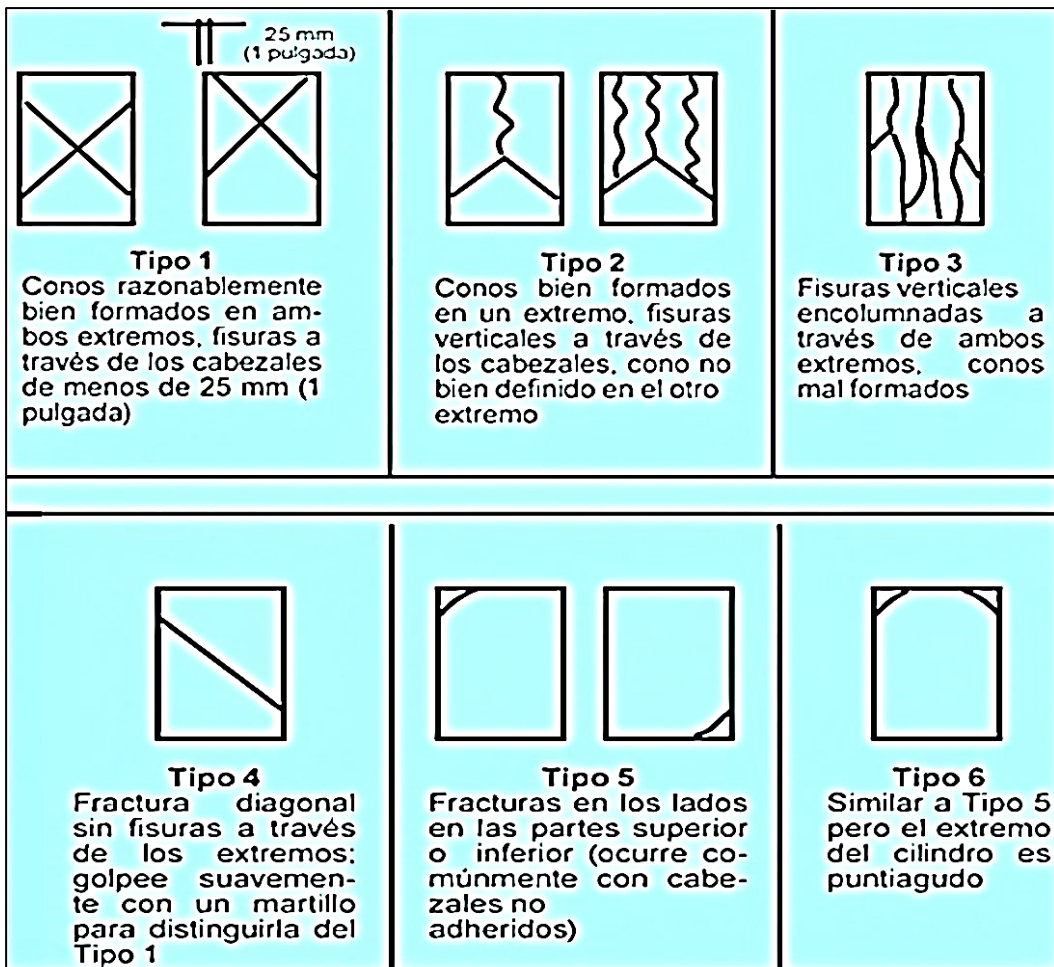
Tabla 11. Asentamiento según el grado de consistencia del pastón concreto

TABLA DE REVENIMIENTOS DEL CONCRETO	
Tipo de consistencia	Revenimiento en pulgadas
SECA	0” – 2”
PLÁSTICA	3” – 4”
FLUIDA	5” – 7”

Fuente: Guía ACI – Comité 211

La norma NTP 339.034, señala que el esfuerzo a la compresión es una cualidad importante del concreto y consiste en aquella capacidad para resistir una fuerza por cada unidad de área. Según estipula la norma ASTM C39, este ensayo evalúa el esfuerzo a la compresión en el concreto ($f'c$) por medio de la aplicación de una fuerza uniaxial sobre el testigo de concreto en forma de cilindro, hasta su respectiva falla. El valor numérico de esta prueba es determinado mediante la división del esfuerzo máximo sobre la sección transversal del cilindro.

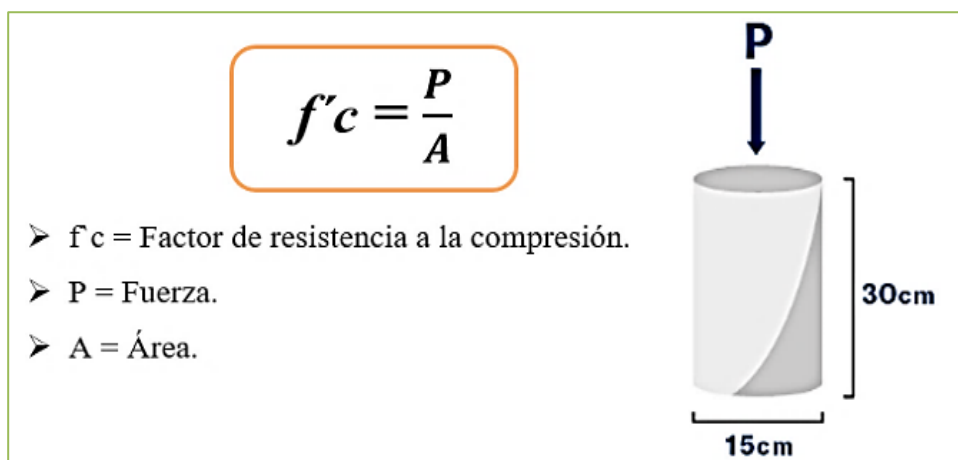
Figura 21. Tipos de falla en los ejemplares cilíndricos de concreto



Nota: Tipos de fractura. Adaptado de “Control de calidad del hormigón”, por ASTM C39 y Mandu’a, 2017.

La ecuación empleada para el cálculo del esfuerzo a la compresión del hormigón está basada en la fórmula de la presión.

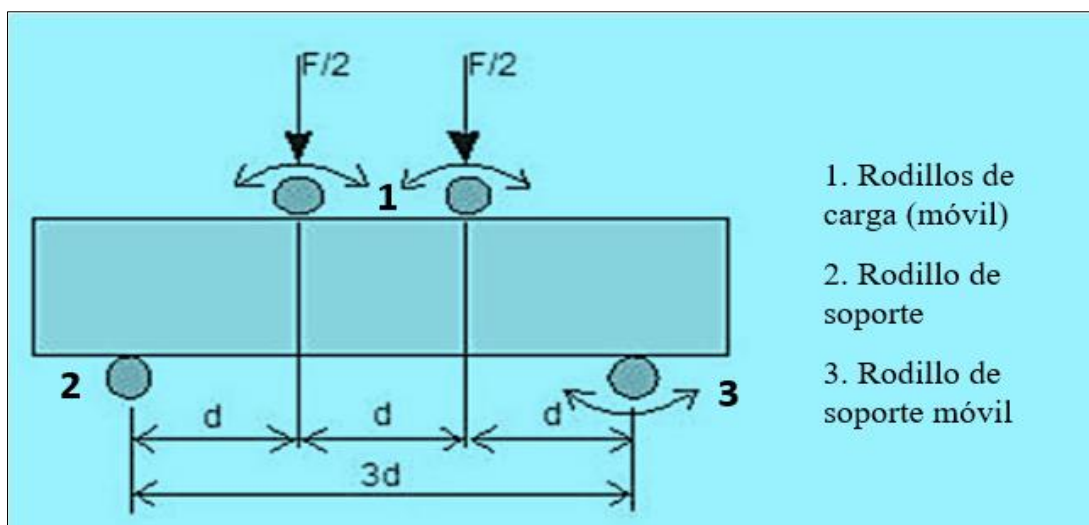
Figura 22. Ecuación para el cálculo de f'_c



Nota: Resistencia del concreto. Adaptado de “Resistencia”, por Cemex, 2023

Test de Resistencia en la flexión del concreto; es aquella prueba que permite evaluar el esfuerzo a las fallas por momento flector en una viga de concreto sin refuerzo (CIP 16). Su uso primordial esta dado para los concretos aplicados en pavimentos, losas, vigas o cuando el elementó estructural este puesto de forma horizontal (Mundaca, 2022). La normativa ASTM C78 al igual que la norma NTP 339.078 señalan que el test consiste en colocar una fuerza de presión que a su vez se divide en cargas ubicadas en dos puntos tercios apoyadas sobre un espécimen (viga prismática). Este ensayo permitirá determinar la unidad de quiebre de los especímenes con el fin de verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas para su aplicación satisfactoria en obra. Según el documento CIP 16 basado en la normativa ASTM C78, las respuestas del Módulo de Rotura (M_r) ubicado en los puntos tercios de la viga de ensayo, deberán estar dentro del siguiente intervalo; $0.10 \cdot f_c - 0.15 \cdot f_c$.

Figura 23. Ensayo a la flexión del concreto



Nota: Flexión con cargas divididas. Adaptado de “Resistencia a la flexión, Hormigón endurecido”, por Construmatica, 2009

Las dimensiones del ejemplar prisma son primordiales, debido a que estos permitirán el cálculo de su respectivo módulo de ruptura. La ecuación para este cálculo se plasma en la figura 24, cabe indicar que su aplicación se da siempre y cuando la ruptura se encuentre ubicado dentro del tercio central de la viga. Si la rotura se ubica fuera del tercio central se optará por la ecuación de la figura 25.

Figura 24. Ecuación para el Mr dentro del tercio medio de la viga prisma

$$M_R = \frac{F \cdot D}{b \cdot h^2}$$

- M_R = Modulo de rotura
- F = Fuerza límite de rotura
- D = Distancia del tramo
- b = Base
- h = Altura

Nota: Fórmula para el Mr dentro del tercio medio de la viga. Adaptado de “Método de prueba para determinar la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con fuerzas a los tercios del tramo”, por NTP 339.078, 2012

Figura 25. Ecuación para el Mr fuera del tercio medio de la viga

$$M_R = \frac{3 \cdot F \cdot a}{b \cdot h^2}$$

- M_R = Modulo de rotura
- F = Fuerza límite de rotura
- b = Base
- h = Altura
- a = Distancia promedio entre la línea de falla y línea central de la viga

Nota: Fórmula para el Mr fuera del tercio medio de la viga. Adaptado de “Método de prueba para determinar la flexión del hormigón en vigas simplemente apoyadas con fuerzas a los tercios del tramo”, por NTP 339.078, 2012

Aplicación en obra. En el contexto urbano de Cusco y sus provincias, se observa un aumento sostenido en la actividad constructiva de viviendas; concomitante al crecimiento en la demanda del pastón concreto cuyos componentes son los agregados de la naturaleza (Quispe, y otros, 2020). Ante esta realidad, el presente estudio se propone desarrollar un árido sintético mediante la combinación de arena de vidrio y caucho. El objetivo principal es la creación de un material que pueda ser utilizado como sustituto complementario del agregado menor en la elaboración de la mezcla de concreto para edificaciones. Además, cabe precisar que el uso de mencionados insumos en tasas de reemplazo adecuado tiene efectos positivos en las propiedades inherentes del concreto de uso cotidiano.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación de tipo aplicada busca conocer, actuar y dar solución a una realidad problemática de manera inmediata, la generación de conocimientos teóricos queda relegada a un plano secundario. Los estudios de la ingeniería civil entran en esta categoría, siempre y cuando den una respuesta rápida al problema (Borja, 2016). Por otro lado, se sabe que en este tipo de investigación la teoría es responsable de resolver los problemas prácticos, por lo tanto, se basa en ideas y soluciones tomadas con fines de investigación. Este tipo de estudio se suele utilizar en ingeniería; además cabe mencionar que el alcance explicativo es compatible con este tipo de investigación (Covinos, y otros, 2021). El presente estudio será de tipo aplicada debido a que se utilizarán teorías ya existentes que permitan dar respuestas a las preguntas específicas.

La investigación de enfoque cuantitativo, consiste en seguir un proceso secuencial donde se hace la recolección de datos objetivos con valores numéricos para posteriormente ser medidos, estudiados y analizados mediante técnicas estadísticas que permiten comprobar una hipótesis y dar respuesta a un determinado problema (Hernández, y otros, 2014). Por otro lado, se denomina como investigación cuantitativa aquellos trabajos que se realizan en las áreas de las ciencias numéricas y la ingeniería, para ello se hace el uso de la estadística; este enfoque analiza datos numéricos de las variables asignadas para la investigación (Valderrama, 2015). La presente investigación es de enfoque cuantitativo, ya que se utilizarán datos estadísticos y numéricos.

El diseño de investigación experimental se define como la acción aplicada en forma deliberada sobre la variable independiente, para luego evaluar sus efectos en la variable dependiente (Arispe, y otros, 2020). Por otro lado, el diseño experimental, cuasi - experimental es aquella situación en donde se toma el grupo de control y el grupo experimental para el estudio sin la aplicación de la aleatoriedad, esto debido a que los grupos mencionados ya existen (Carrasco, 2006). El presente estudio se adapta al diseño

experimental cuasi-experimental, debido al manejo deliberado de la variable independiente (caucho triturado y vidrio molido).

La investigación de nivel explicativo tiene la característica primordial de explicar el origen de un fenómeno, así como la relación de causa y efecto existente entre las variables, en términos simples hace más que describir conceptos y fenómenos, siendo responsable de descubrir el motivo de un problema usando relaciones de causa y efecto. Este alcance es más organizado frente a otros niveles de investigación (Valderrama, 2015). Por otra parte, se conoce que el propósito fundamental de este alcance es investigar el origen y la causa del objeto o fenómeno bajo investigación; por lo tanto, los estudios explicativos requieren más información y están más estructurados que los demás niveles de investigación debido a que explica a profundidad las razones de las cosas (Muñoz, 2018). La presente investigación pretende demostrar la causa y efecto que interviene en sus respectivas variables; por lo que el estudio se adecua a este nivel.

3.2. Variables y operacionalización

Variable es aquel atributo tomado de una realidad social, dicho elemento es susceptible a la observación y por ende al estudio, ya sea de manera cuantitativa o cualitativa. Según su grado de relación se clasifica en dos: La variable independiente, es aquella propiedad autónoma de la cual dependerán otras variables; la variable dependiente es aquella cualidad que actúa en función al manejo de la variable independiente (Supo, y otros, 2014). A sabiendas de la relevancia de cada variable, la actual investigación presenta dos variables:

- ✓ **Variable independiente:** El uso de los residuos de caucho y vidrio.
- ✓ **Variable dependiente:** Las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

La operacionalización de variables es el proceso que consiste en el traslado de una idea abstracta a un nivel concreto, en este punto se indica cómo medir las variables (Pineda, y otros, 1994). Durante el desarrollo del proyecto el investigador definirá los indicadores según las variables a estudiar, esto con el propósito de obtener datos concretos, medibles y

cuantificables (Borja, 2016). Por lo mencionado, es menester la estructuración de la tabla correspondiente a la operacionalización de las variables, la cual se presenta en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Es el grupo formado por aquellos elementos con gran similitud en sus atributos. Pueden ser finitos o infinitos, susceptibles a ser estudiados (Gallardo, 2017). La población es aquel conjunto formado por objetos o individuos de los que se quiere investigar algo (López, 2012). En el presente trabajo investigativo se formularán cinco tipos de mezclas, el concreto de referencia y los concretos a base de residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molido (RVM). Las mezclas de estudio serán diseñadas bajo los criterios establecidos en la guía ACI 211 que, mediante la aplicación de estrictas tablas, indica ejecutar los cálculos de los insumos en proporciones de peso y volumen. Según el baremo E 060, el concreto debe dosificarse en pesos exactos cuando se prepara en laboratorio. El proyecto actual ejecutará los diseños en función al peso de los insumos, además es importante destacar que se diseñarán 100 litros de concreto para cada mezcla, y considerando todos los diseños, se tiene un total de 500 litros de concreto; a partir de estos volúmenes se fabricarán 60 elementos de estudio que constituyen la población. Tales elementos son; 45 especímenes cilíndricos, así como 15 especímenes prisma, los cuales serán estudiados según sus respectivas normas.

Tabla 12. Cantidad de unidades de estudio - Población

Diseño	Tipo de Concreto	Nº de Ejemplares
C - 1	Concreto de Referencia	12 Und
C - 2	Concreto con 5% RCT + 15% RVM	12 Und
C - 3	Concreto con 10% RCT + 15% RVM	12 Und
C - 4	Concreto con 15% RCT + 15% RVM	12 Und
C - 5	Concreto con 22% RCT + 15% RVM	12 Und
Total:		60 Und

Fuente: Elaboración propia

Los criterios de inclusión se refieren a los aspectos o características que deben cumplir los elementos de una población para ser elegibles en un estudio específico (UCV, 2023). En el marco de esta investigación, se hará

el uso de materiales con calidad óptima para la producción del concreto, esto con el fin de tener ejemplares en buena condición, aptos para ser estudiados.

Criterios de exclusión, se refieren a los atributos o características que se consideran inadecuadas para la inclusión en la población de estudio (UCV, 2023). En el contexto de esta indagación se hará el descarte de aquellos elementos que no estén sujetos a los criterios normativos. Asimismo, se hará el rechazo de los especímenes dañados, ya que no son pertinentes para los propósitos de la investigación.

Muestra: Se define como muestra aquel subconjunto tomado de una población, la muestra deberá ser una copia fiel de su población, esto con el fin de extrapolar los resultados; para su adecuada elección se debe considerar límites en cuanto a las propiedades de su grupo poblacional (Toledo, 2016). En el actual trabajo investigativo, la muestra está constituida por 45 probetas cilíndricas con medidas de 30 cm altura y 15 cm diámetro; así como 15 vigas prisma con medidas de: 15 cm peralte, 15 cm ancho y 50 cm de claro; elementos fabricados a partir de las mezclas de concreto con finos de caucho y vidrio, así como el hormigón de control. Dichos ejemplares estarán sujetos a los requisitos establecidos en los baremos NTP 339.035, NTP 339.034 y NTP 339.078, además serán ensayados en conformidad al promedio establecido en la normativa E 060. Las roturas de los ejemplares cilíndricos se realizarán a los 7 días, 14 días y 28 días después de su curado (ASTM C39). Con respecto a los especímenes prisma se hará su rotura pasado los 28 días desde su curado (Tamanna, et al., 2020) (NCh 170).

Tabla 13. *Ejemplares para el concreto de referencia y con residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molido (RVM)*

Diseño	Tipo de Concreto	Compresion			Flexión
		7 días	14 días	28 días	28 días
C - 1	Concreto de Referencia	03	03	03	03
C - 2	Concreto con 5% RCT + 15% RVM	03	03	03	03
C - 3	Concreto con 10% RCT + 15% RVM	03	03	03	03
C - 4	Concreto con 15% RCT + 15% RVM	03	03	03	03
C - 5	Concreto con 22% RCT + 15% RVM	03	03	03	03
Sub Total:		15	15	15	15
Total:		45 Probetas Cilíndricas			15 Vigas

Fuente: Elaboración propia

Muestreo: Es aquella técnica que garantiza la adecuada elección de las muestras en la población a estudiar (Valderrama, 2015). Los elementos en cuestión serán seleccionados de sus respectivas poblaciones de manera proporcional, siguiendo el criterio del investigador en lugar de recurrir a la aleatoriedad (Borja, 2016). Los objetivos y aportes de una investigación determinarán si el muestreo es de carácter probabilístico o no probabilístico. No obstante, el presente estudio adopta la técnica de muestreo que no es probabilístico ya que el muestreo es intencionado, debido a que el indagador toma los objetos de estudio haciendo el uso de un criterio normativo mas no la aleatoriedad. La ejecución del presente estudio inicia con la recolección de muestras de concreto, para luego realizar la prueba de revenimiento, elaboración de especímenes cilíndricos y prismáticos; todo ello en conformidad a lo estipulado en el baremo NTP 339.036.

- El diseño de mezclas según la guía ACI del comité 211 está basado en relación a la resistencia del concreto, así como en tablas que establecen datos para la dosificación óptima de los insumos correspondientes. Este método consta de 14 pasos que garantizan el diseño de concreto. En el actual proyecto se hará la formulación de un pastón concreto cuya resistencia tenga 210 Kg/cm², asimismo se harán diseños para los respectivos porcentajes de arena de caucho más arena de vidrio. Para los procesos mencionados se hará el uso de esta norma, debido a la precisión y confianza que ofrece. Seguidamente se realizará la toma de las muestras para su respectivo estudio.
- Para tomar de forma correcta de las muestras de concreto fresco, se ha de seguir las indicaciones establecidas en la NTP 339.036, el cual tiene como objetivo el obtener la mezcla más adecuada para su respectiva evaluación de calidad, además cabe mencionar que la presente normativa indica tomar como mínimo 0.028 metros cúbicos de la muestra de concreto fresco. Durante el proceso de elaboración de especímenes es necesario remover la muestra, ello con el fin de prevenir el asentamiento, evaporación y segregación del hormigón, además es de

gran importancia considerar que dichos procesos no deberán durar más de 15 minutos, esto con la finalidad de evitar posibles daños externos.

- La norma ASTM C143 al igual que la norma NTP 339.035, especifican los procedimientos que se deben seguir para realizar con éxito las pruebas de trabajabilidad del hormigón, el cual consiste en llenar concreto plástico en el molde de metal liso (cono de Abrams); el llenado se hará en tres etapas diferentes considerando siempre 25 varillados por etapa y seguidamente se procederá a levantar el molde y dejar que la mezcla asenté para luego comparar la altura de la masa con respecto a la altura del molde. El molde tiene la forma de un cono truncado cuyas medias son las siguientes; altura 12 plg, diámetro mayor 8 plg y diámetro menor 4 plg, asimismo para el compactado se hará el uso de una varilla lisa de 5/8 plg de diámetro y 24 plg de altura, para medir los resultados se tendrá una regla metálica con una escala de 12 plg, todo este proceso tendrá una duración de 2 minutos con 30 segundos.
- La norma NTP 339.033, brinda especificaciones que deben ser respetadas para la correcta preparación de ejemplares cilíndricos para ensayos de esfuerzo a compresión del concreto y como primer paso se debe tener un molde hecho de un metal liso con dimensiones de 6 plg su diámetro y 12 plg su altura, el diámetro de la barra de compresión es de 5/8 plg y 24 plg de altura con textura suave, asimismo se hará uso de un mazo de goma con peso alrededor de 600 g, una cuchara de muestra y una plancha; como segundo paso se hará el llenado de la probeta con un hormigón fresco y en tres instantes, teniendo siempre en cuenta 25 golpes de varillado, además de los golpes del martillo, en cada una de las etapas para evitar los vacíos y una vez lleno, se nivelará con la plancha metálica y se le colocará su correspondiente marca de identificación asimismo como tercer paso se realizará el curado correspondiente de las probetas e inicialmente, se cubrirán los moldes llenos con una lámina no absorbente. Una vez desmoldadas, los especímenes deberán estar aislados del exterior y en constante humedad.

Para la fabricación de los especímenes cilíndricos de concreto, el presente proyecto de investigación se alineará a los perfiles indicados en la presente norma. Se pretende elaborar tres probetas cilíndricas por cada porcentaje de incorporación de residuos de caucho triturado más residuos de vidrio molido en el hormigón, ello en aras de garantizar la precisión de sus respectivos resultados.

- Para la elaboración de los ejemplares prismáticos para el test de flexión en el concreto se hará el uso de la norma ASTM C31, así como la norma NTP 339.183 los cuales indican que el molde para esta práctica deberá ser de un metal liso y en forma rectangular con dimensiones: alto 0.15 m, ancho 0.15 m y longitud 0.5 m, la varilla de compactación deberá ser lisa y tendrá un diámetro de 5/8 plg por 24 plg de longitud así mismo se empleará una cuchara de muestreo más una plancha de metal. El primer paso consiste en pasar un lubricante y como segundo paso se ha de llenar con un hormigón fresco en dos tiempos, en los cuales es menester aplicar el respectivo chuseado con la varilla, así como los golpes laterales con el mazo de caucho, ello con el propósito de disipar los vacíos en su interior. El tercer paso consiste en el curado del respectivo espécimen, lo cual consiste en cubrir con un material aislante en molde con concreto fresco y al desmoldar el elemento deberá estar en constante humedad.

En el presente estudio se hará las viguetas rectangulares en conformidad a las indicaciones de los presentes baremos. Se realizarán tres viguetas por cada porcentaje de adición de residuos de caucho triturado más residuos de vidrio molido, esto con el propósito de obtener resultados precisos.

Unidad de análisis: Es aquel objeto, individuo o fenómeno de los cuales se recogerán datos finales para una investigación (Hernández, y otros, 2018). En la presente investigación, la unidad de análisis se conforma por las probetas cilíndricas y las trabes prismáticas de concreto, haciendo un total de 60 unidades de estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: La técnica consiste en el proceso de recolección de información real en campo y para su ejecución existen diferentes técnicas que son: La observación, pruebas estandarizadas, formatos para realizar ensayos, la encuesta, la entrevista entre otros (Borja, 2016). Para el presente trabajo investigativo la técnica a aplicarse será la observación in-situ de los hechos.

Instrumentos de recopilación de datos: Son herramientas empleadas para la recopilación de los datos e información de una determinada muestra (Arias, 2020). Estos instrumentos pueden ser guías de entrevista, fichas de laboratorio, ficha de recolección de datos, cuestionarios y otros. En el contexto de la presente indagación, los instrumentos a emplearse serán las fichas de laboratorio.

Validez: Se cataloga como validez al grado veraz de medición que tiene un instrumento, para medir elementos que se pretenden medir (Supo, y otros, 2014). Tomando en consideración los conceptos mencionados; para la correcta ejecución del presente proyecto se hará el uso de instrumentos estandarizados según las normas nacionales e internacionales, además se cuenta con el respaldo de dos ingenieros civiles expertos en la materia, así como el personal y laboratorios certificados.

Confiabilidad de los instrumentos: Es el nivel de precisión proporcionado por el instrumento al momento de medir una variable. Un instrumento es confiable cuando brinda resultados reales al hacer la medición en diferentes momentos. La confiabilidad garantiza la estabilidad de una medición (Pineda, y otros, 1994). La confiabilidad de los instrumentos del presente estudio es avalada por sus respectivos certificados de calibración.

3.5. Procedimientos

Para la presente investigación se recopiló información de artículos de investigación, tesis, libros y normas que sirvieron como base para la realización de los capítulos: introducción, marco teórico y metodología de

investigación. Sin embargo, para ejecutar este estudio se hará la recolección de la información e insumos necesarios.

O.G. “Respecto al uso de residuos de caucho más vidrio y sus efectos en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones”, se desarrolló los siguientes pasos:

Como primer paso se hizo la recolecta de neumáticos de caucho en desuso, ello se hizo en puestos de mecánica automotriz, así como en las calles y ríos. Simultáneamente se hizo la recolección de los desperdicios de vidrio (botellas en desuso), tal proceso se llevó a cabo en diferentes puntos estratégicos de la ciudad del Cusco. Mencionados insumos fueron sometidos a procesos que permiten la obtención de partículas de caucho y vidrio. Para el óptimo diseño de mezclas, ambos insumos fueron sometidos al control de calidad conforme a las indicaciones de la Normativa Técnica del Perú. En el estudio actual se ejecutó la combinación de residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molido (RVM) en porcentajes de (5% RCT + 15% RVM), (10% RCT + 15% RVM), (15% RCT + 15% RVM) y (22% RCT + 15% RVM) tales combinaciones se hicieron con el propósito de crear un agregado artificial para el concreto

Obtención del caucho triturado. En primera instancia se observó la contaminación por neumáticos en desuso (NFU) siendo estos arrojados al borde de las calles, ríos y carreteras de la metrópoli cusqueña. En el presente estudio se hace el reciclaje de dichos elementos contaminantes.

Figura 26. *Recolección de neumáticos en desuso*



Nota: La imagen muestra los neumáticos en desuso, arrojados al borde de las carreteras. Elaboración propia

Los neumáticos de caucho en desuso fueron limpiados y seguidamente se hizo los cortes que permitan separar la parte alambrada de la pared lateral el cual no tiene acero, acto seguido se hizo el picado en tamaños de 1" a 2" para su posterior molienda. La arena de caucho se obtiene mediante un proceso de molienda mecánica, dichos granos poseen una dimensión de 0 a 4 milímetros, ideales para la sustitución del árido fino (Ho, et al., 2012). Para la obtención de arenas de caucho con medidas que oscilan desde 0.5 hasta 5 milímetros Lo Presti, (2013) hizo la molienda en forma mecánica y a temperatura ambiental y para dicho proceso utilizó un molino compuesto por cuchillas giratorias. Y el presente proyecto no es ajeno a ello ya que se utilizará un molino marca Honda con motor de 24 HP, mencionada máquina posee cuchillas giratorias capaces de triturar el caucho a medidas que pasan la malla N° 30 ideales para sustituir el árido fino para concreto.

Figura 27. *Lavado y picado de los neumáticos fuera de uso*



Nota: Neumáticos de caucho en desuso. Elaboración propia

Figura 28. *Proceso para la obtención de caucho molido*



Nota: En la imagen se observa las maquinas trituradoras de neumáticos de caucho. Elaboración propia

Propiedades del Caucho Triturado

“Análisis de Granulometría para Caucho Triturado – NTP 400.012”.

Gupta, et al., (2016) en su artículo señalan que la arena de caucho en mayor tamaño es proporcionalmente inversa a las cualidades mecánicas del concreto. Por lo que Muhammed, et al., (2019) y Sambucci, et al., (2021) indican que es necesario conocer la granulometría de dicha sustancia. Los autores hicieron el uso de granos finos de caucho de 1 a 4 milímetros y de 1 a 3 milímetros respectivamente, y frente a lo mencionado en esta investigación se hace el uso de granos con medidas que oscilan entre 1 a 3 milímetros de la arena de caucho.

Figura 29. Tamizado de la Arena de Caucho



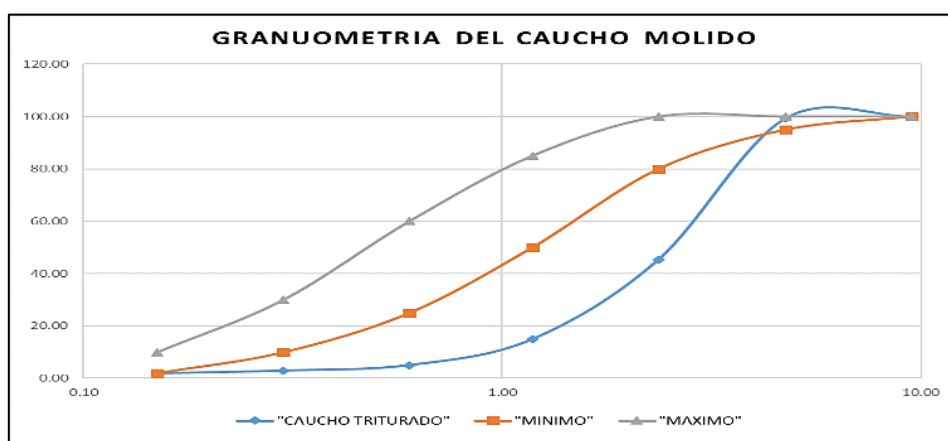
Nota: La imagen muestra las diferentes medidas de la arena de caucho.
Elaboración propia

Tabla 14. Cuadro Granulométrico - Caucho Triturado

CAUCHO MOLIDO		PESO DE LA MUESTRA SECA (g)			300.00		
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA (%)		
(Plg)	(mm)				PASANTE	ESPECIFICACIONES	
						L. MIN	L. MAX
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 4	4.75	2.20	0.73	0.73	99.27	95	100
Nº 8	2.36	161.80	54.01	54.74	45.26	80	100
Nº 16	1.18	91.10	30.41	85.15	14.85	50	85
Nº 30	0.60	29.70	9.91	95.06	4.94	25	60
Nº 50	0.30	6.30	2.10	97.16	2.80	10	30
Nº 100	0.15	3.10	1.03	98.20	1.80	2	10
FONDO:		5.40	1.80	100.00	0.00	0	0
SUMATORIA:		299.60	100.00				
ERROR:		0.1333%	Ensayo Aceptado		Módulo de Finura:	3.33	

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Curva de granulometría - Arena de Caucho



Nota: Grafico de la curva. Elaboración propia

Según el resultado de granulometría para el caucho triturado, la Tabla 16 presenta mayores porcentajes retenidos en las mallas 8 y 16 siendo dichos valores del 54.01% y 30.41% respectivamente. Dichos porcentajes establecen los tamaños máximos para los granos de caucho triturado, siendo las medidas de 2.36 mm y 1.18 mm. Mencionados valores cumplen con los requisitos para la sustitución del árido menor.

“Peso Unitario Compactado y Suelto para el Caucho Triturado – NTP 400.017”. Para este proceso se empleará una balanza electrónica, un molde Proctor una varilla de compactación de 5/8”, bandejas de metal y cucharones para toma de muestras.

Figura 31. Materiales empleados para hallar el P.U.C. y P.U.S. del C.T.



Nota: Instrumentos – peso unitario. Elaboración propia

Las tablas siguientes muestran los datos y resultados obtenidos al realizar los ensayos respectivos para el caucho en laboratorio.

Tabla 15. Peso Unitario - Caucho Triturado

PESO UNITARIO - CAUCHO TRITURADO					
Altura del Cilindro		16.74 cm	Diámetro del Cilindro:		15.25 cm
CAUCHO TRITURADO (CT)		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:	< ½"	Vol. Cilindro	0.0031 m ³
I.D.	DESCRIPCION	UNIDAD	M - 1	M - 2	RES
A	Peso del Cilindro	<i>Kg</i>	6.984	6.984	
B	Peso del Cilindro + C.T. Compactado	<i>Kg</i>	8.618	8.599	
C	Peso del C.T. Compactado C = B - A	<i>Kg</i>	1.635	1.615	
D	P.U. COMPACTADO D = C / Vol. Cilindro	<i>Kg/m³</i>	534.250	527.714	530.982
E	Peso del Cilindro + C.T. Suelto	<i>Kg</i>	8.229	8.314	
F	Peso del C.T. Suelto F = E - A	<i>Kg</i>	1.315	1.330	
G	P.U. SUELTO G = F / Vol. Cilindro	<i>Kg /m³</i>	429.687	434.588	432.138

Fuente: Elaboración propia

Para el desarrollo de este proceso se siguió los lineamientos indicados en el baremo NTP 400.012 (los mismos pasos con respecto al agregado fino). La Tabla 17 presenta el proceso que permite hallar el valor del peso unitario varillado para el caucho triturado, siendo este valor de 530.982 Kg/m³. Asimismo, se percibe el resultado del peso unitario suelto para el caucho triturado, siendo este valor 432.138 Kg/m³. Dicho resultado permitirá formular los valores en proporción volumétrica del insumo caucho, en la formulación de mezclas por la metodología ACI 211.

Gravedad Específica - Caucho Triturado. La determinación de este parámetro se reveló como una tarea algo compleja, dado que, en principio, se esperaba seguir el mismo procedimiento utilizado para calcular el peso específico de un agregado fino. No obstante, este enfoque implica someter el material fino a un proceso de calentamiento en un horno a una temperatura de 110°C durante un tiempo de 24 horas, según la teoría aplicada. He aquí el problema debido a que el material caucho no soporta la exposición a altas temperaturas y por periodos prolongados (Nieves, 2018). Esta complicación también se manifestó entre los investigadores mencionados en los estudios previos, tanto a nivel nacional como internacional, ya que recurrieron a diversas fuentes con el fin de obtener la información sobre el peso específico del material reciclado. Por sugerencia de los ingenieros de laboratorio se

procedió a tomar valores de fichas técnicas de empresas de reciclaje y producción de caucho granulado. Y para en la presente investigación se toma la ficha técnica de la empresa de reciclaje de neumáticos en desuso Innova Ships.

Tabla 16. Ficha Técnica - Peso Específico (Arena de Caucho)

FICHA TECNICA MATERIALES		
Material: Caucho Granulado		
Uso: Piezas Económicas y Relleno de Canchas Sintéticas		
Propiedades	Unidades	Valor Especifico
Dureza NCh - 1832	Shore A	48. 80
Peso Específico DIN 63550	gr/cm3	1.05
Abrasión NCh - 11350	mm	51.01
Resiliencia (Rebote)	%	25.00

Fuente: “Granulado de caucho para canchas sintéticas”, por Innova Ships.

Según la ficha técnica se toma el valor de 1050 Kg/m³ para el Peso Específico. Cabe señalar que dicho valor no tiene incidencia en los diseños del presente estudio, ello debido a que la sustitución se hará en función al peso del agregado fino.

Obtención del Vidrio Molido. Con lo que respecta al vidrio. Hamzah, et al., (2021) señalan haber realizado el reciclaje del material vidrio, partiendo de la industria alimentaria, enseguida hicieron su respectiva limpieza y secado para luego someterlos a procesos de trituración para la obtención de micro partículas vítreas.

Figura 32. Reciclaje y limpieza - botellas de vidrio

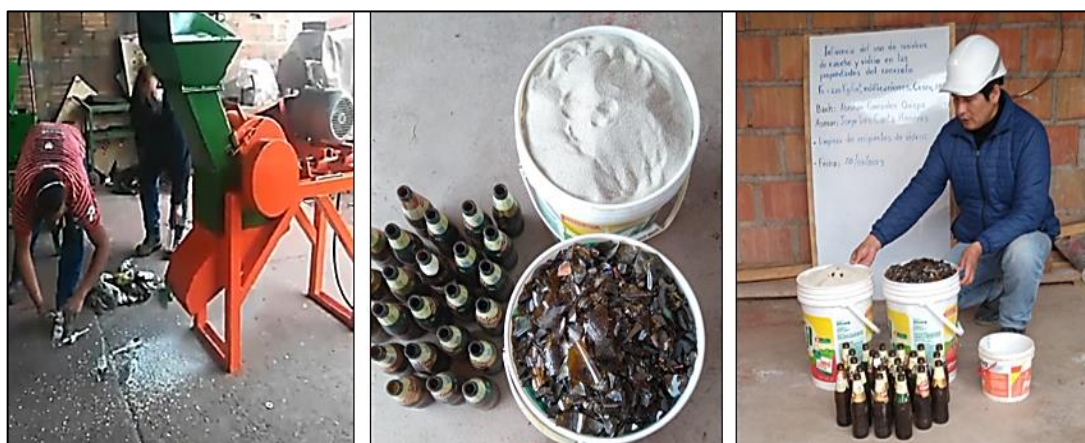


Nota: Recolección de botellas a base de vidrio. Elaboración Propia.

De la misma forma en el presente estudio se hizo el reciclado de botellas de cerveza, acto seguido se procede con la limpieza mediante agua y

detergente. El proceso de trituración se ejecutó de manera mecánica por medio de un molino eléctrico, tal proceso da como resultado una arena de vidrio con tamaños finos con gran potencial capaz de sustituir al árido menor para su uso en la producción de mezclas de concreto (Jinming, et al., 2023). La arena de vidrio es sometida a los ensayos de calidad en laboratorio, ello con el objeto de obtener su granulometría, gravedad específica y peso unitario varillado y sin varillado. Y según estima Gonzales et al., (2022) la arena de vidrio posee un efecto puzolánico y este puede emplearse como sustituto parcial de la arena gruesa. Además, Ismail & Al-Hashmi., (2009) comunicaron que no se ha observado ninguna reacción álcali-sílice (ASR) en presencia de partículas con dimensiones inferiores a 0.1 mm. Por otro lado, Lianfang, et al., (2021) emplearon áridos de vidrio de sodio, cálcico y silicio, con medidas de 2.36 a 4.75 mm y aun se observó la ausencia de la ASR; lo que evidencia la factibilidad de emplear vidrio molturado como sustituto parcial del agregado fino para concreto; cabe señalar que la ASR exhibe un incremento al aplicar tamaños mayores de partículas de vidrio. Según Khan, et al., (2021) la ASR consiste en la formación de un gel (silicato alcalino) absorbente de humedad que a largo plazo al expandirse aumenta su volumen generando fisuras en el concreto.

Figura 33. Arena de vidrio como agregado para concreto



Nota: La obtención de la arena de vidrio se hizo mediante un molino mecánico. Elaboración propia

Propiedades del vidrio molido

“Análisis de Granulometría para el Vidrio Molido – NTP 400.012”. Tal proceso permitirá definir las medidas máximas y mínimas del vidrio molido con la mira de cumplir con los requisitos normalizados. A continuación, la siguiente figura y tablas muestran tal ensayo realizado.

Figura 34. Tamizado de la arena de vidrio



Nota: Arena de caucho según sus dimensiones. Elaboración propia

Durante el proceso de granulometría se pudo observar que la arena de vidrio pasó con gran facilidad las mallas de 3/8”, N° 4 y N° 8. A continuación la Tabla 19 muestra el proceso de granulometría para el vidrio triturado.

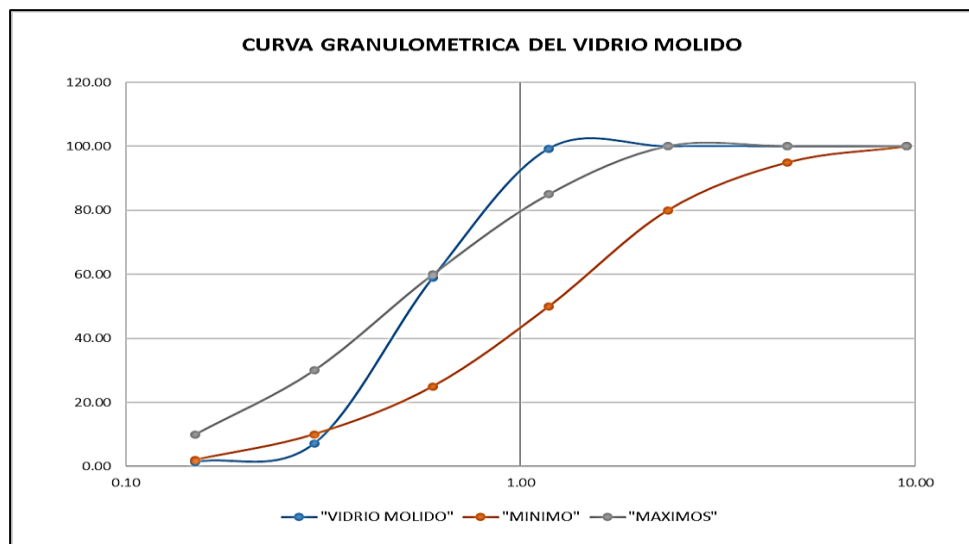
Tabla 17. Datos Granulométricos - Arena de Vidrio.

VIDRIO MOLIDO		PESO DE LA MUESTRA SECA (g)			500.00		
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA (%)		
(Plg)	(mm)				PASANTE	ESPECIFICACIONES	
						L. MIN	L. MAX
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
N° 8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	80	100
N° 16	1.18	3.50	0.70	0.70	99.30	50	85
N° 30	0.60	201.10	40.24	40.94	59.06	25	60
N° 50	0.30	259.30	51.89	92.84	7.16	10	30
N° 100	0.15	28.90	5.78	98.62	1.38	2	10
FONDO:		6.90	1.38	100.00	0.00	0	0
SUMATORIA:		499.70	100.00				
ERROR:		0.0600%	Ensayo Aceptado		Módulo de Finura:	2.34	

Fuente: Elaboración propia

Según se estima en la Tabla 19, los porcentajes sobrantes en las mallas 30 y 50 son mayores siendo estos el 40.24% y 51.89% respectivamente. Tales resultados son equivalentes a las medidas de 0.60 mm y 0.30 mm, lo cual los hace una arena ideal para el concreto debido a su efecto aglutinante.

Figura 35. Curva de granulometría - vidrio molido



Fuente: Elaboración propia

“Peso Unitario Suelto y Compactado para el Vidrio Molido – NTP 400.017”. Para tales procesos se utilizará una balanza electrónica, el molde cilíndrico de metal, una vara para compactación de 15 mm de diámetro, una bandeja y una cuchara para toma de muestras.

Figura 36. Materiales para hallar el P.U.C. y P.U.S. para el vidrio molido



Nota: La figura muestra los materiales y herramientas a emplearse para dichos ensayos mencionados. Elaboración propia

A continuación, el siguiente cuadro muestra los datos obtenidos y su respectivo proceso de laboratorio para la arena de vidrio y la Tabla 19 permite sopesar tales datos con el propósito de obtener el valor para el peso unitario apisonado, así como también el peso unitario libre.

Tabla 18. Peso Unitario - Arena de Vidrio

PESO UNITARIO - VIDRIO MOLIDO					
Altura del Cilindro		16.74 cm	Diámetro del Cilindro:		15.25 cm
VIDRIO MOLIDO		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:		< ½"	Vol. Cilindro
					0.0031 m3
I.D.	DESCRIPCION	UNIDAD	M - 1	M - 2	RES
A	Peso del Cilindro	Kg	6.984	6.984	
B	Peso del Cilindro + V.M. Compactado	Kg	11.996	12.042	
C	Peso del V.M. Compactado C = B - A	Kg	5.012	5.058	
D	P.U. COMPACTADO D = C / Vol. Cilindro	Kg/m3	1637.712	1652.743	1645.227
E	Peso del Cilindro + V.M. Suelto	Kg	11.507	11.515	
F	Peso del V.M. Suelto F = E - A	Kg	4.523	4.531	
G	P.U. SUELTO G = F / Vol. Cilindro	Kg /m3	1477.927	1480.541	1479.234

Fuente: Elaboración propia

Según se contempla en la Tabla 20, el resultado para el peso unitario compactado de la arena de vidrio es de 1645.227 Kg/m3. De igual modo se puede apreciar el valor calculado con respecto al peso unitario suelto para el vidrio molido. Dicho resultado ofrece el valor de 1479.234 Kg/m3 y será empleado en el diseño por la guía ACI 211 para concreto.

“Peso Específico para el Vidrio Molido – NTP 400.022”. En los diseños de concreto hecho con la aplicación de algún aditivo en sustitución volumétrica, la gravedad específica es una propiedad relevante por su influencia en la dosificación de la masa de hormigón. No obstante, para la sustitución en relación al peso de los agregados su incidencia es nula. En el presente estudio se hace la sustitución con arena de vidrio frente a la masa del agregado menor, por lo que dicha propiedad del calcín no emerge relevancia. Sin embargo, por pruebas de calidad la Tabla 21 presenta los cálculos de la gravedad específica para el vidrio molido. Dichos cálculos se realizan siguiendo los mismos procedimientos para la arena gruesa (NTP 400.022).

Figura 37. Peso Específico - Vidrio Molido



Nota: Gs de la arena de vidrio. Elaboración propia

Tabla 19. Cálculo de la absorción y peso específico - vidrio molido

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION – VIDRIO MOLIDO					
I.D.	DESCRIPCION	UND	M - 1	M - 2	RES.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco (Psss)	gr	500.00	500.00	
B	Peso Fiola + Agua hasta 500 ml	gr	1257.60	1263.60	
C	Peso Fiola + Agua + Psss C = A + B	gr	1757.60	1763.60	
D	Peso Fiola + Agua hasta 500 ml + Psss	gr	1568.00	1573.00	
E	Volumen de Masa + Volumen de Vacío E = C - D	cm ³	189.60	189.70	
F	Peso Seco del Suelo (estufa a 105 °C +/-5 °C)	gr	499.95	499.90	
G	Volumen de Masa G = E – (A – F)	cm ³	189.55	189.60	
H	PESO ESPECIFICO - MASA (P.E. m) H = F / E	gr/cm ³	2.636	2.635	2.636
I	PESO ESPECIFICO - MASA SECA (P.E. sss) I = A / E	gr/cm ³	2.637	2.636	2.636
J	PESO ESPECIFICO - APARENTE (P.E. a) J = F / G	gr/cm ³	2.638	2.637	2.637
K	ABSORCION K = [(A – F) / F]*100	%	0.01%	0.02%	0.015%

Fuente: Elaboración propia

Según estima la Tabla 21 los valores para el peso específico del vidrio molido vienen a ser tres, 2.636 gr/cm³ para la densidad de la masa húmeda, 2.637 gr/cm³ como peso específico aparente y 2.636 gr/cm³ como peso específico de la masa seca, este último considerado como el peso específico para diseños de hormigón. Asimismo, con respecto a la absorción del vidrio triturado la tabla 21 muestra el valor promedio de 0.015%, por lo que se

asume que la absorción de agua por partículas de vidrio viene a ser casi nula.

Como segundo paso se hizo la adquisición del agregado fino, así como el agregado grueso procedentes de las reservas de Pisac (Vichos) y Huambutio respectivamente. Seguidamente se procedió a llevar a cabo los test de absorción, humedad, granulometría, peso específico y masa unitaria ello en aras de garantizar su calidad, dichos procesos se realizaron bajo los perfiles establecidos en la normativa del Perú.

Figura 38. Ruta de cantera



Nota: La imagen satelital muestra la ruta de las canteras hacia el laboratorio de estudios. Adaptado de "Google Earth", por Google Earth, 2023.

La adquisición del agregado fino a emplearse, procede de la cantera de Huambutio ubicada en el sur local de la ciudad del Cusco. Para el diseño de mezclas es de gran importancia el conocer las propiedades físicas como mecánicas del material mencionado. Y bajo el respaldo de las normas MTC E 201 y MTC E 202 se realiza la toma de muestras del agregado fino. En primera instancia se procede con la homogenización de la muestra para su posterior cuarteo que permite tomar las muestras requeridas para realizar los ensayos correspondientes.

Figura 39. Obtención de agregados en cantera



Nota: La imagen muestra la adquisición de los agregados para concreto.
Elaboración propia

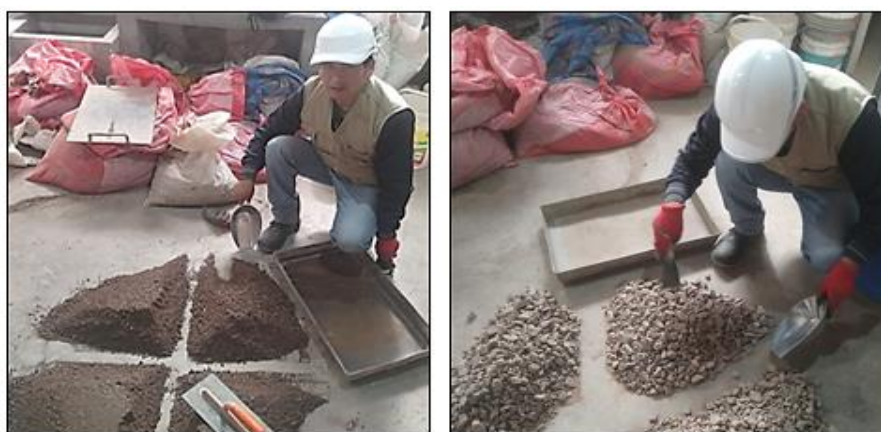
Figura 40. Cuarteo del agregado fino



Nota: Cuarteo del agregado grueso y fino. Elaboración propia

Seguidamente se hará la reserva de muestras necesarias para realizar los ensayos de granulometría, peso específico, absorción, masa unitaria y humedad del agregado menor.

Figura 41. Toma de muestras.



Nota: Toma de muestras para los ensayos. Elaboración propia

Con las muestras tomadas se procede a realizar los ensayos que permiten el control de la calidad de los materiales empleados. Tales procesos deberán estar sujetos a la normativa nacional, respecto a los instrumentos a emplearse cuentan con los certificados que garantizan la confiabilidad de los resultados.

Propiedades del Agregado Fino

Figura 42. *Pesado de las muestras – Agregado Fino*



Nota: Pesado y control de las muestras para los diferentes ensayos. Elaboración propia

“Análisis Granulométrico del Agregado Fino – NTP 400.012”. La granulometría es el proceso que permite controlar las dimensiones de la arena gruesa. Mediante este proceso se determina el módulo de finura, y tal proceso consiste en la sumatoria de los valores porcentuales acumulados en los tamices 3/8”, N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100, el resultado obtenido se divide entre 100. Según menciona la norma NTP 400.037 el módulo de finura no deberá ser inferior a 2,30 ni superior a 3,10.

Figura 43. *Test de Granulometría - Agregado Fino*



Nota: Fraccionamiento de la muestra. Elaboración propia

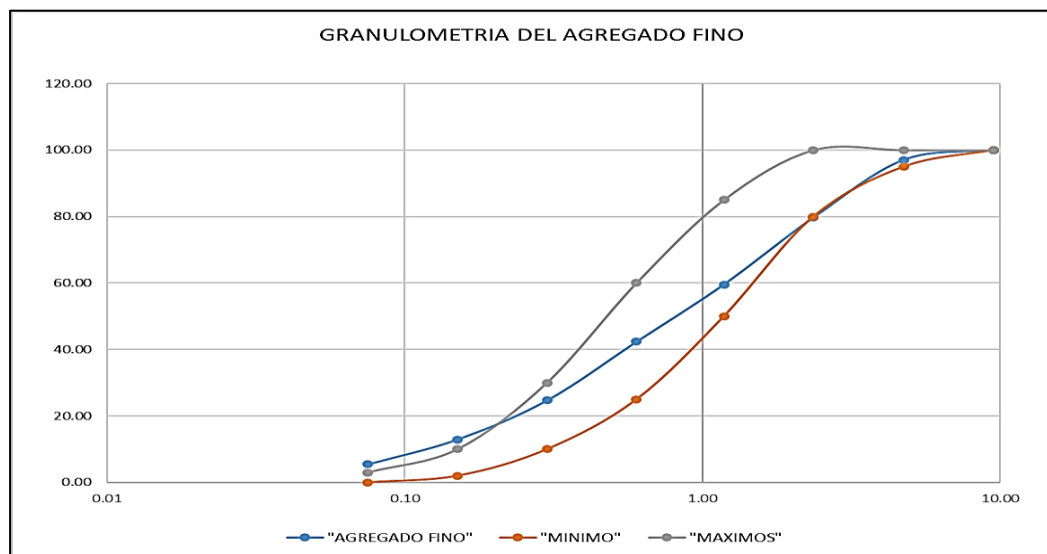
Tabla 20. Granulometría del Agregado Fino

AGREGADO FINO		PESO DE LA MUESTRA SECA (g)			1650.00		
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA (%)		
(Pig)	(mm)				PASANTE	ESPECIFICACIONES	
						L. MIN	L. MAX
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
Nº 4	4.75	48.58	2.94	2.94	97.06	95	100
Nº 8	2.36	286.12	17.34	20.29	79.71	80	100
Nº 16	1.18	332.31	20.14	40.43	59.57	50	85
Nº 30	0.60	284.10	17.22	57.64	42.36	25	60
Nº 50	0.30	291.24	17.65	75.29	24.71	10	30
Nº 100	0.15	193.63	11.74	87.03	12.97	2	10
FONDO:		214.00	12.97	100.00	0.00	0	0
SUMATORIA:		1649.98	100.00				
ERROR:		0.0012%	Ensayo Aceptado		Módulo de Fineza:	2.84	

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 22 permite observar los datos que se obtuvieron mediante los procesos de tamizado en laboratorio. Para tal proceso se tomó una muestra de 1650 gramos de agregado fino. Durante el proceso de tamizado hubo una pérdida minúscula de 0.02 gramos del material generando un 0.0012% de pérdida, al observar una micro pérdida del insumo el ensayo de granulometría es aceptado. Por otro lado, con lo que respecta al módulo de fineza, en cuadro 22 se observa el valor numérico de 2.84 tal número es aceptado, ya que se encuentra dentro de los parámetros indicados en el baremo nacional técnico 400.037.

Figura 44. Curva Granulométrica – Agregado Fino



Nota: La curva azul muestra la curva granulométrica. Elaboración propia

“Peso Unitario Compactado y Suelto del Agregado Fino – NTP 400.017”

Dicho ensayo se clasifica en dos; peso unitario varillado es aquel proceso que consiste en el llenado y varillado de un molde cilíndrico considerando 25 golpes de varillado en tres capas; peso unitario suelto es el proceso en donde no se realiza el proceso de varillado. Para los dos casos se toma el valor del cociente del peso y volumen del cilindro. La Tabla 23 muestra el proceso de cálculo.

Tabla 21. Peso Unitario – Agregado Fino

PESO UNITARIO - AGREGADO FINO						
Altura del Cilindro		16.74 cm	Diámetro del Cilindro:		15.25 cm	
AGREGADO FINO		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:		< ½”	Vol. Cilindro	0.0031 m ³
I.D.	DESCRIPCION	UNIDAD	M - 1	M - 1	M - 2	RES
A	Peso del Cilindro	<i>Kg</i>	6.984	6.984	6.984	
B	Peso del Cilindro + A.F. Compactado	<i>Kg</i>	12.498	12.579	12.562	
C	Peso del A.F. Compactado C = B - A	<i>Kg</i>	5.514	5.595	5.578	
D	P.U. COMPACTADO D = C / Vol. Cilindro	<i>Kg/m³</i>	1801.75	1828.21	1822.66	1817.54
E	Peso del Cilindro + A.F. Suelto	<i>Kg</i>	11.98	11.907	12.06	
F	Peso del A.F. Suelto F = E - A	<i>Kg</i>	4.991	4.923	5.075	
G	P.U. SUELTO G = F / Vol. Cilindro	<i>Kg /m³</i>	1630.85	1608.63	1658.29	1632.59

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 23 se puede contemplar el valor determinado para el peso unitario de forma compactada, el proceso se realizó en conformidad al baremo NTP 400.017. dicho valor viene a ser 1817.538 Kg/m³. El peso unitario suelto viene a ser un valor de gran relevancia para el diseño de mezclas, dicho valor permitirá el cálculo de la proporción en volumen para el concreto y la Tabla 23 presenta un resultado de 1632.593 Kg/m³.

“Peso Específico del Agregado Fino – NTP 400.022”

Para la ejecución del presente ensayo, se hizo el uso de los siguientes instrumentos de laboratorio: dos picnómetros con capacidad de 1000 mililitros, una balanza electrónica con capacidad de 1 kilogramo y con grado de precisión de 0.1 gramos, asimismo se hizo uso de un cono de Abrams que permite evaluar la humedad superficial del agregado; mencionado instrumento posee dimensiones de 90 milímetros para el diámetro mayor y

40 milímetros para el diámetro menor su altura es de 75 milímetros además se hizo uso de un pistón con peso de 340 gramos. Se hizo dos ensayos de los que se tomó un promedio como resultado final.

Figura 45. Peso Específico - Agregado Fino



Nota: Ensayo de gravedad específica – A.F. Elaboración propia

Tabla 22. Peso Específico - Agregado Fino

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION – AGREGADO FINO					
I.D.	DESCRIPCION	UND	M - 1	M - 2	RES.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco (Psss)	gr	500.40	502.60	
B	Peso Fiola + Agua hasta 500 ml	gr	1263.50	1257.50	
C	Peso Fiola + Agua + Psss C = A + B	gr	1763.90	1760.10	
D	Peso Fiola + Agua hasta 500 ml + Psss	gr	1577.80	1573.40	
E	Volumen de Masa + Volumen de Vacío E = C - D	cm ³	186.10	186.70	
F	Peso Seco del Suelo (estufa a 105 °C +/- 5 °C)	gr	490.30	491.50	
G	Volumen de Masa G = E – (A – F)	cm ³	176.00	175.60	
H	PESO ESPECIFICO - MASA (P.E. m) H = F / E	gr/cm ³	2.635	2.633	2.634
I	PESO ESPECIFICO - MASA SECA (P.E. sss) I = A / E	gr/cm ³	2.689	2.692	2.690
J	PESO ESPECIFICO - APARENTE (P.E. a) J = F / G	gr/cm ³	2.786	2.799	2.792
K	ABSORCION K = [(A – F) / F]*100	%	2.021%	2.023%	2.159%

Fuente: Elaboración propia

La tabla número 24 permite observar y conocer los resultados para los pesos específicos del árido fino. Se tiene una densidad de masa, la densidad aparente y la densidad de masa en seco. En los diseños de mezclas de

hormigón el peso específico de la masa en seco cumple un rol muy importante, por ello que se considera tal valor con 2.690 gr/cm³. Por otro lado, la absorción que presenta la arena gruesa es un dato de suma relevancia en los procesos de producción de hormigón, dicho valor determinara la cantidad de agua a utilizar. Su valor de absorción está dado por 2.159%. La ejecución que permite el cálculo del peso específico para el árido fino fue realizada bajo los perfiles indicados en la norma técnica del Perú 400.012.

Propiedades del Agregado Grueso

“Análisis de Granulometría del Agregado Grueso NTP 400.012”. Es aquel proceso que consiste en el tamizado del agregado grueso mediante mallas con medida superior de 37.50 milímetros (1 ½”) y medida inferior de 0.60 milímetros (Nº 30). Mencionado proceso permite determinar en tamaño máximo nominal del agregado grueso siendo este valor aquel porcentaje retenido mayor al 15% bajo la malla inmediata superior. El valor del tamaño máximo nominal presenta gran relevancia para el diseño de mezclas, además cabe mencionar que dicha medida define el tamaño del agregado mayor.

Figura 46. Test de Granulometría – Agregado Grueso



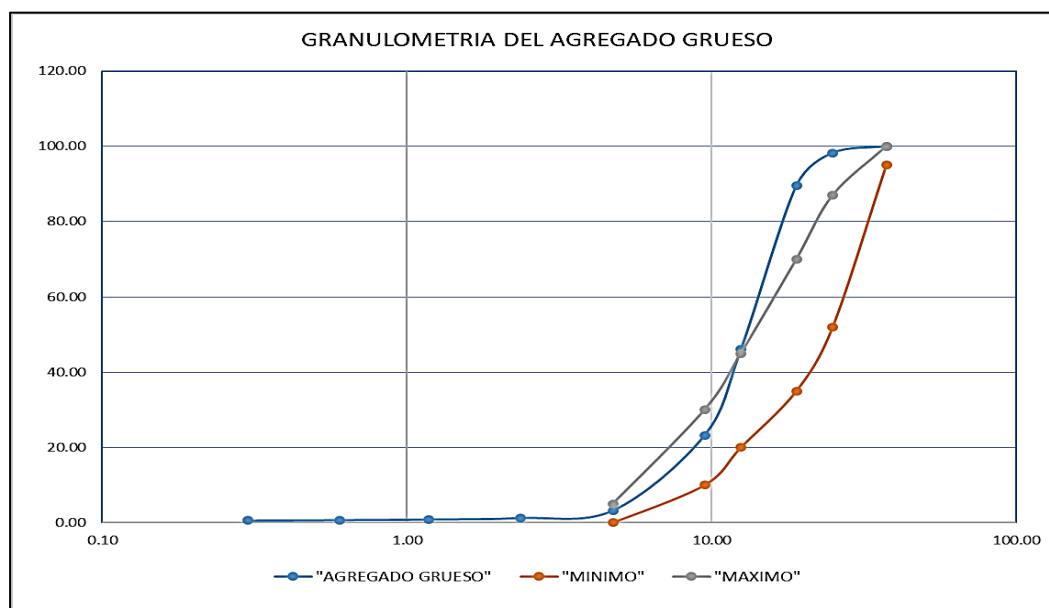
Nota: Ensayo de granulometría del árido fino. Elaboración propia

Tabla 23. Granulometría - Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO		PESO DE LA MUESTRA SECA (g)			6227.00		
TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% QUE PASA (%)		
(Plg)	(mm)				PASANTE	ESPECIFICACIONES	
						L. MIN	L. MAX
1 ½"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
1"	25.00	108.90	1.75	1.75	98.25	52	87
¾"	19.00	543.21	8.73	10.47	89.53	35	70
½"	12.50	2704.70	43.44	53.92	46.08	20	45
3/8"	9.50	1419.44	22.80	76.72	23.28	10	30
Nº 4	4.75	1244.56	19.99	96.71	3.29	0	5
Nº 8	2.36	125.23	2.01	98.72	1.28		
Nº 16	1.18	23.71	0.38	99.10	0.90		
Nº 30	0.60	10.78	0.17	99.27	0.73		
Nº 50	0.30	8.30	0.13	99.41	0.59		
Nº 100	0.15	12.61	0.20	99.61	0.39		
FONDO:		24.34	0.39	100.00	0.00		
SUMATORIA:		6225.78	100.00				
ERROR:		0.0196%	Ensayo Aceptado		Módulo de Finura:	6.80	
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:					3/4 Pulgadas		

Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Curva Granulométrica - Agregado Grueso



Nota: Curva granulométrica para el árido grueso. Elaboración propia

El cuadro 25 muestra los datos y el proceso de granulometría para el árido grueso, para tal proceso se tomó 6227.00 gramos de piedra chancada y durante el proceso de tamizado se perdió 1.22 gramos del material siendo equivalente al 0.0196%. El porcentaje de material perdido se encuentra dentro del intervalo permitido por la Normativa Técnica Nacional 400.037,

siendo un ensayo aceptado. Del ensayo ejecutado, se obtiene el valor 6.80 para el módulo de finura. En los procesos de diseño de concreto por el método ACI 211 la incidencia de tal valor es nula. Por otro lado, en la malla de 1/2 Plg se percibe un 43.44% de material retenido por lo tanto se define el tamaño máximo nominal siendo de 3/4 Plg (piedra chancada).

“Peso Unitario Varillado y Suelto del Agregado Grueso - NTP 400.017”.

El peso unitario del árido mayor va dividida en dos grupos; peso compactado el cual se realiza mediante el llenado del material con un compactado de 26 golpes en tres etapas. Por otro lado, se tiene el peso suelto que consiste en el llenado y pesado del molde más su contenido y como resultado se toma el cociente del peso sobre el volumen del molde.

Tabla 24. Peso Unitario – Agregado Grueso

PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO						
Altura del Cilindro		16.74 cm	Diámetro del Cilindró:		15.25 cm	
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:		< ½”	Vol. Cilindro	0.0031 m3
I.D.	DESCRIPCION	UND	M - 1	M - 1	M - 2	RES
A	Peso del Cilindro	Kg	6.984	6.984	6.984	
B	Peso del Cilindro + A.G. Compactado	Kg	11.937	11.979	11.984	
C	Peso del A.G. Compactado C = B - A	Kg	4.953	4.995	5.000	
D	P.U. COMPACTADO D = C / Vol. Cilindro	Kg/m3	1618.43	1632.16	1633.79	1628.13
E	Peso del Cilindro + A.G. Suelto	Kg	11.210	11.189	11.239	
F	Peso del A.G. Suelto F = E - A	Kg	4.266	4.205	4.255	
G	P.U. SUELTO G = F / Vol. Cilindro	Kg /m3	1380.880	1374.09	1390.356	1381.75

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 26 muestra los resultados para el peso unitario compactado, así como el peso unitario suelto para el agregado grueso. Dicho ensayo se realizó en conformidad a lo estipulado en el baremo NTP 400.017. El resultado obtenido presentó valores de 1628.127 Kg/m3 para el peso unitario compactado y 1381.751 Kg/m3 para el peso unitario suelto. Cabe señalar que tales valores emergen gran relevancia durante los procesos de fabricación de las mezclas concreto, permitiendo establecer la proporción en volumen.

“Peso Específico del Agregado Grueso – NTP 400.021”.

Para la puesta en marcha de tal ensayo se hizo el uso de un recipiente que permita sumergir la canasta metálica con malla N° 4, además se utilizó una balanza con capacidad de 10 Kg con grado de precisión de 0.1 gramos

Figura 48. Calculo del Peso Específico - Agregado Grueso



Nota: La imagen muestra el ensayo de Pe para el A.G. Elaboración propia

Tabla 25. Peso Específico – Agregado Grueso

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION – VIDRIO MOLIDO					
I.D.	DESCRIPCION	UND	M - 1	M - 2	RES.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco en Aire	gr	3006.30	3001.40	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco en Agua	gr	1857.00	1856.00	
C	Volumen de Masa + Volumen de Vacío $C = A - B$	cm ³	1149.30	1145.40	
D	Peso Seco del Suelo (estufa a 105 °C +/- 5 °C)	gr	2960.00	2957.30	
E	Volumen de Masa $E = C - (A - D)$	cm ³	1103.00	1101.30	
F	PESO ESPECIFICO - MASA (P.E. m) $F = D / C$	gr/cm ³	2.575	2.582	2.579
G	PESO ESPECIFICO - MASA SECA (P.E. sss) $G = A / C$	gr/cm ³	2.616	2.620	2.618
H	PESO ESPECIFICO - APARENTE (P.E. a) $H = D / E$	gr/cm ³	2.684	2.685	2.684
I	ABSORCION $I = [(A - D) / D] * 100$	%	0.016	0.015	1.528%

Fuente: Elaboración propia

El cuadro numero 27 muestra los resultados para el absorción y peso específico para el árido grueso. Para el peso específico se muestran tres valores, sin embargo, el valor a utilizar es 2.619 gr/cm³. Con respecto a la absorción se tiene un valor de 1.528%. cabe mencionar que ambos valores serán aplicados en los diseños de concreto.

En el segundo paso del proceso, se llevaron a cabo los cálculos de los componentes necesarios para la preparación de la mezcla con una resistencia especificada de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$. Y dando apertura al **tercer paso**; el resumen de los datos obtenidos en el laboratorio se presenta en la Tabla 5, detallando la información según el tipo de material utilizado. Por otro lado, la Tabla 6 exhibe las características del cemento a ser empleado en esta investigación (Cemento Yura Tipo IP). Utilizando la información recopilada en las Tablas 5 y 6, se procederá a realizar los diseños correspondientes para cada tipo de concreto definido en el presente estudio. Estos diseños se llevarán a cabo siguiendo las directrices establecidas por el baremo ACI 211, asegurando que se cumplan con los criterios especificados (Corporación AYAR, 2023).

Tabla 26. Resumen de datos de laboratorio

RESUMEN DE DATOS					
Característica de los Áridos	Árido Fino	Árido Grueso	Caucho Molido	Vidrio Molido	Unidad
Peso Unitario Suelto	1632.60	1381.75	432.14	1479.23	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	1817.54	1628.13	530.98	1645.23	Kg/m ³
Peso Específico	2690.00	2618.00	1050.00	2636.00	Kg/m ³
Humedad	1.49	0.54	-	-	(%)
Absorción	2.16	1.53	-	-	(%)
Módulo de Finura	2.84	6.80	-	-	-
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL - AGREGADO GRUESO:				3 / 4 Pulgadas	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Datos del cemento

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO		
Tipo de Cemento:	YURA	IP
Peso:	42.50	Kg
Volumen:	0.0283	m ³
Volumen:	1.00	Pie 3
Peso Específico:	2850.00	Kg/m ³

Fuente: Ficha técnica cemento Yura IP, 2023

1. Diseño (C – 1) concreto de referencia, $f'c$ igual a 210 Kg / cm²

1º Cálculo de la resistencia requerida para el diseño ($f'cr$)

Tabla 28. Cálculo de la resistencia requerida

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA REQUERIDA ($f'cr$)	
$f'c$ Inicial (Kg/cm ²)	$f'cr$ Requerida (Kg/cm ²)
Menores que 210	$f'c + 70$
De 210 a 350	$f'c + 84$
Mayores que 350	$f'c + 98$

Fuente: Norma ACI 211

- $f'cr$: 210 Kg/cm² + 84 Kg/cm² = 294 Kg/cm²

2º Cálculo del asentamiento – SLUMP

Tabla 29. Elección del asentamiento del concreto

CÁLCULO DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO – SLUMP EN Plg	
TIPO DE CONSISTENCIA	REVENIMIENTO
SECA	0" – 2"
PLASTICA	3" – 4"
FLUIDA	6" – 7"

Fuente: Norma ACI 211

Consistencia del concreto "**FLUIDA**" (6" a 7")

3º Relación de agua y cemento (a/c)

Tabla 30. Cálculo de la relación de agua - cemento

CÁLCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO R(a/c) – Li/Kg		
$f'c$ a los 28 días (Kg/cm ²)	Sin aire	Con aire
400	0.43	
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
280	0.57	0.48
250	0.62	0.53
210	0.68	0.59
200	0.70	0.61

Fuente: Norma ACI 211.

Interpolación de valores

- ✓ 300 ----- 0.55
- ✓ 294 ----- X
- ✓ 280 ----- 0.57

$$X = 0.556 \equiv R(a/c) = 0.566$$

4º Determinación de la cantidad de agua y aire atrapado

Tabla 31. Agua de mezclado y aire atrapado

CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE AGUA DE MEZCLADO Y AIRE ATRAPADO (Sin Aire Atrapado)							
SLUMP	Agua para el concreto de agregado con T.M.N. indicado (Plg)						
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
0" – 2"	207	199	190	180	166	154	130
3" – 4"	228	216	205	193	181	196	145
6" – 7"	243	228	216	205	190	178	160
Aire Atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30

Fuente. Norma ACI 211

- Agua de mezclado: 216 Li
- Aire atrapado: 2.00 %

5º Determinación de la cantidad de Cemento (Cc)

- Cc: $216 / 0.566 = 381.377 \text{ Kg} \leftrightarrow 381.377 / 42.5 = 8.974 \text{ Bolsas}$

6º Cálculo de la cantidad de agregado grueso (A.G.)

Tabla 32. Volumen de árido grueso

CÁLCULO DEL VOLUMEN DEL ARIDO GRUESO (m3)				
T.M.N. (Plg)	"Volumen del árido grueso varillado en seco por volumen unitario de concreto para distintos módulos de fineza"			
	2.40	2.60	2.80	3.00
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69

Fuente. Norma ACI 211.

Interpolación de valores

- 2.80 ----- 0.62
- 2.84 ----- X
- 3.00 ----- 0.60

$$X = 0.616 \equiv \text{V.A.G.} = 0.616$$

- Peso del agregado grueso (P.A.G.)

$$\text{P.A.G: } 1628.127 \times 0.616 = 1002.926 \text{ Kg}$$

7º Cálculo del volumen de los agregados

- Vo Cemento: 0.134 m³
- Vo Agregado Grueso: 0.383 m³
- Vo Agua: 0.216 m³
- Vo Aire: 0.020 m³
- **SUMATORIA: 0.753 m³**

❖ Volumen del agregado fino (V.A.F.)

$$\text{V.A.F: } 1 - 0.753 = 0.247 \text{ m}^3$$

❖ Peso del agregado fino (P.A.F.)

$$\text{P.A.F: } 0.247 \times 2690 = 664.685 \text{ Kg}$$

Peso seco de los materiales en seco

- Cemento: 381.377 Kg
- Agregado Fino: 664.685 Kg
- Agregado Grueso: 1002.926 Kg
- Agua: 216.000 Kg

8º CORRECCIÓN POR HUMEDAD (C.H.)

$$\text{C.H.} = W \cdot (1 + \%H / 100)$$

- Agregado Fino: 674.580 Kg
- Agregado Grueso: 1008.342 Kg

9º Corrección por Absorción (C.A.)

$$\text{C.A.} = W \cdot (\%H - \%A) / 100$$

- Agregado Fino: - 4.447 Kg
- Agregado Grueso: - 9.909 Kg
- **SUMATORIA: - 14.356 Kg**

10º Cálculo de agua efectiva (A.e.)

$$\text{A.e.} = \text{A.m.} - (\text{C.A.})$$

- A.e.: = 216 - (- 14.356) = 230.356 Kg

11º PESO DE INSUMOS CORREGIDOS

- **Cemento: 382.00 Kg**
- **Agregado Fino: 674.00 Kg**
- **Agregado Grueso: 1008.00 Kg**
- **Agua: 230.36 Kg**

12º Proporción en peso y volumen

Tabla 33. Cuadro de proporciones – concreto de referencia

PROPORCIÓN	CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
Peso	1	1.76	2.64	0.60
Volumen	1	1.62	2.87	0.91

Fuente. Elaboración propia

Tabla 34. Volumen total por diseño - briquetas y vigas prisma

EDAD DEL CONCRETO	CONCRETO PATRON	VOL POR MOLDE (m3)	VOL PARCIAL (m3)
7 Dias	03	0.0053	0.016
14 Dias	03	0.0053	0.016
28 Dias	03	0.0053	0.016
28 Dias	03	0.0113	0.034
VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO:			0.082
VOLUMEN TOTAL DE CONCRETO MÁS 20% DE DESPERDICIO:			0.100

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Proporción para Briquetas, Expediente Técnico y Obra (C – 1)

PROPORCIÓN	CEM.	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
9 Briq. y 3 Vigas (100 Li C^o)	37.34 Kg	65.89 Kg	98.54 Kg	22.58 Kg
E.T.	8.99 Bolsas	0.413 m3	0.730 m3	0.231 m3
Obra	1 Bolsa	2.25 Bal	3.97 Bal	1.26 Bal

Fuente: Elaboración propia

Para 100 Litros de concreto se requiere 37.34 kg de cemento.

Figura 49. Diseño del concreto patrón (C - 1)



Nota: Agregados naturales para la producción de concreto. Elaboración propia

2. Diseño (C – 2) concreto, $f'c$ igual a 210 Kg/cm² con 5% RCT + 15% RVM

1º Cálculo de la resistencia requerida para el diseño ($f'cr$) – (Tabla 30)

- $f'cr$: 210 Kg/cm² + 84 Kg/cm² = 294 Kg/cm²

2º Cálculo del asentamiento - (Tabla 31)

Consistencia del concreto “FLUIDA” (6” a 7”)

3º Relación de agua y cemento (a/c) – (Tabla 32)

Interpolación de valores

- ✓ 300 ----- 0.55
- ✓ 294 ----- X
- ✓ 280 ----- 0.57

$$X = 0.556 \equiv R(a/c) = 0.566$$

4º Cálculo de la cantidad de agua y aire atrapado – (Tabla 33)

- Agua de mezclado: 216 Li
- Aire atrapado: 2.00 %

5º Cálculo de Cemento

- C: 216 / 0.566 = 381.377 Kg
- Cantidad de cemento: 381.377 / 42.5 = 8.974 Bolsas

6º Cálculo de la cantidad de agregado grueso (A.G.) – (Tabla 34)

Interpolación de valores

- 2.80 ----- 0.62
- 2.84 ----- X
- 3.00 ----- 0.60

$$X = 0.616 \equiv V.A.G. = 0.616$$

- Peso del agregado grueso (P.A.G.)

$$P.A.G.: 1628.127 \times 0.616 = 1002.926 \text{ Kg}$$

7º Cálculo del volumen de los agregados

- Vo Cemento: 0.134 m³
- Vo Agregado Grueso: 0.383 m³
- Vo Agua: 0.216 m³
- Vo Aire: 0.020 m³
- **SUMATORIA: 0.753 m³**

❖ Volumen del agregado fino (V.A.F.)

$$\text{V.A.F: } 1 - 0.753 = 0.247 \text{ m}^3$$

❖ Peso del agregado fino (P.A.F.)

$$\text{P.A.F: } 0.247 \times 2690 = 664.685 \text{ Kg}$$

Descuento en relación al peso del agregado fino (5% RCT, 15% RVM)

$$\text{P.A.F: } 664.685 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.C.T: } 664.685 \times 0.05 = 33.234 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.V.M: } 664.685 \times 0.15 = 99.703 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.C.T.} + \text{P.R.V.M.} = 132.937$$

Descuento con respecto al P.A.F: 664.685 – 132.937 = 531.748 Kg

Peso seco de los materiales en seco

- Cemento: 381.377 Kg
- Agregado Fino: 531.748 Kg
- Agregado Grueso: 1002.926 Kg
- Agua: 216.000 Kg
- Caucho Triturado: 33.234 Kg
- Vidrio Molido: 99.703 Kg

8º CORRECCIÓN POR HUMEDAD (C.H.)

$$\text{C.H.} = W \cdot (1 - \%H / 100)$$

- Agregado Fino: 539.671 Kg
- Agregado Grueso: 1008.342 Kg

9º Corrección por Absorción (C.A.)

$$\text{C.A.} = W \cdot (\%H - \%A) / 100$$

- Agregado Fino: - 3.557 Kg
- Agregado Grueso: - 9.909 Kg
- **SUMATORIA: - 13.466 Kg**

10º Cálculo de agua efectiva (A.e.)

$$A.e. = A.m. - (C.A.)$$

- A.e: = 216 - (- 13.466) = 229.466 Kg

11º PESO DE MATERIALES CORREGIDOS

- **Cemento:** 382.00 Kg
- **Agregado Fino:** 539.00 Kg
- **Agregado Grueso:** 1008.00 Kg
- **Agua Efectiva:** 229.47 Kg
- **Caucho Molido:** 34.00 Kg
- **Vidrio Molido:** 100.00 Kg

12º Proporción en peso y volumen

Tabla 36. Proporción de concreto con 5% de RCT + 15% de RVM

PROPORCIÓN	C.	A. F.	A. G.	C.T.	V.M.	AGUA
Peso	1	1.41	2.64	0.09	0.26	0.60
Volumen	1	1.30	2.87	0.31	0.27	0.90

Fuente: Elaboración propia

Figura 50. Diseño con el 5% RCT + 15% RVM



Nota: Diseño C – 2. Elaboración propia

Tabla 37. Proporciones de Diseño (C – 2)

PROPORCION	CEM.	A. F.	A. G.	R.C.T.	R.V.M.	AGUA
9 Briq. y 3 Vigas (100 Li Cº)	37.34 Kg	52.69 Kg	98.538 Kg	3.32 Kg	9.80 Kg	22.48 Kg
E.T.	8.99 Bolsas	0.330 m3	0.730 m3	34.00 Kg	100.00 Kg	0.230 m3
Obra	1 Bolsa	1.80 Bal	3.97 Bal	0.43 Bal	0.37 Bal	1.25 Bal

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N° 39 Para 100 Litros de concreto se requiere 3.32 kg de RCT y 9.80 Kg de RVM.

3. Diseño (C – 3) concreto, $f'c$ igual a 210 Kg/cm² con 10% RCT + 15% RVM

1º Cálculo de la resistencia requerida para el diseño ($f'cr$) – (Tabla 30)

- $f'cr$: 210 Kg/cm² + 84 Kg/cm² = 294 Kg/cm²

2º Cálculo del asentamiento – (Tabla 31)

Consistencia del concreto “**FLUIDA**” (6” a 7”)

3º Relación de agua y cemento (a/c) – (Tabla 32)

Interpolación de valores

- ✓ 300 ----- 0.55
 - ✓ 294 ----- X
 - ✓ 280 ----- 0.57
- $X = 0.556 \equiv R(a/c) = 0.566$

4º Cálculo de la cantidad de agua y aire atrapado – (Tabla 33)

- Agua de mezclado: 216 Li
- Aire atrapado: 2.00 %

5º Cálculo de Cemento

- C: 216 / 0.566 = 381.377 Kg
- Cantidad de cemento: 381.377 / 42.5 = 8.974 Bolsas

6º Cálculo de la cantidad de agregado grueso (A.G.) – (Tabla 34)

Interpolación de valores

- 2.80 ----- 0.62
 - 2.84 ----- X
 - 3.00 ----- 0.60
- $X = 0.616 \equiv V.A.G. = 0.616$

- Peso del agregado grueso (P.A.G.): 1628.127 x 0.616 = 1002.926 Kg

7º Cálculo del volumen de los agregados

- Vo Cemento: 0.134 m³
- Vo Agregado Grueso: 0.383 m³
- Vo Agua: 0.216 m³
- Vo Aire: 0.020 m³
- **SUMATORIA: 0.753 m³**
- ❖ Volumen del agregado fino (V.A.F.)

$$V.A.F: 1 - 0.753 = 0.247 \text{ m}^3$$

❖ Peso del agregado fino (P.A.F.)

$$P.A.F: 0.247 \times 2690 = 664.685 \text{ Kg}$$

Descuento en relación al peso del agregado fino (10% RCT, 15% RVM)

$$P.A.F: 664.685 \text{ Kg}$$

$$P.R.C.T: 664.685 \times 0.10 = 66.468 \text{ Kg}$$

$$P.R.V.M: 664.685 \times 0.15 = 99.703 \text{ Kg}$$

$$P.R.C.T. + P.R.V.M. = 166.171 \text{ Kg}$$

Descuento con respecto al P.A.F: $664.685 - 166.171 = 498.514 \text{ Kg}$

Peso seco de los materiales en seco

- Cemento: 381.377 Kg
- Agregado Fino: 498.514 Kg
- Agregado Grueso: 1002.926 Kg
- Agua: 216.000 Kg
- Caucho Triturado: 66.468 Kg
- Vidrio Molido: 99.703 Kg

8º CORRECCIÓN POR HUMEDAD (C.H.)

$$C.H. = W \cdot (1 - \%H / 100)$$

- Agregado Fino: 505.942 Kg
- Agregado Grueso: 1008.342 Kg

9º Corrección por Absorción (C.A.)

$$C.A. = W \cdot (\%H - \%A) / 100$$

- Agregado Fino: - 3.335 Kg
- Agregado Grueso: - 9.909 Kg
- **SUMATORIA:** - 13.244 Kg

10º Cálculo de agua efectiva (A.e.)

$$A.e. = A.m. - (C.A.)$$

- A.e: = $216 - (- 13.244) = 229.244 \text{ Kg}$

11º PESO DE MATERIALES CORREGIDOS

- **Cemento:** 382.00 Kg
- **Agregado Fino:** 505.00 Kg
- **Agregado Grueso:** 1008.00 Kg
- **Agua Efectiva:** 229.24 Kg
- **Caucho Molido:** 67.00 Kg
- **Vidrio Molido:** 100.00 Kg

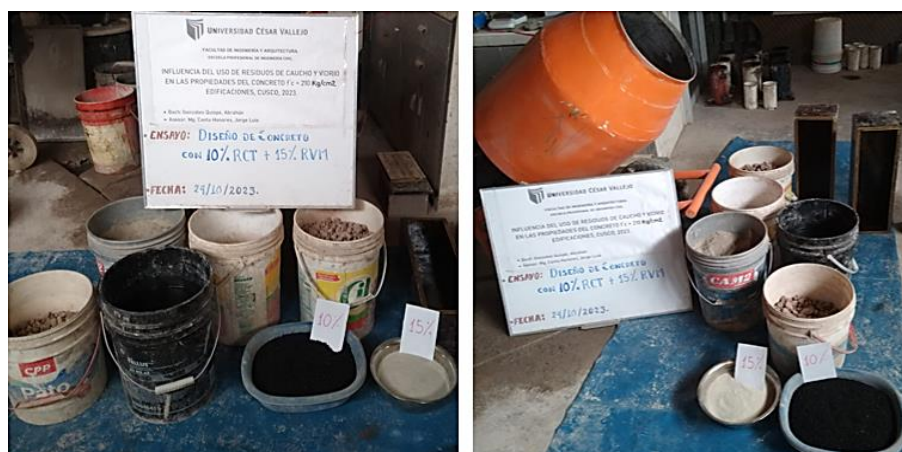
12º Proporción en peso y volumen

Tabla 38. Proporción de concreto con 10% de RCT + 15% de RVM

PROPORCIÓN	C.	A. F.	A. G.	C.T.	V.M.	AGUA
Peso	1	1.32	2.64	0.18	0.26	0.60
Volumen	1	1.22	2.87	0.61	0.27	0.90

Fuente: Elaboración propia

Figura 51. Diseño con el 10% RCT + 15% RVM



Nota: Diseño C – 3. Elaboración propia

Tabla 39. Proporciones de Diseño (C – 3)

PROPORCION	CEM.	A. F.	A. G.	R.C.T.	R.V.M.	AGUA
9 Briq. y 3 Vigas (100 Li Cº)	37.34 Kg	49.37 Kg	98.54 Kg	6.55 Kg	9.80 Kg	22.48 Kg
E.T.	8.99 Bolsas	0.309 m3	0.730 m3	67.00 Kg	100.00 Kg	0.230 m3
Obra	1 Bolsa	1.68 Bal	3.97 Bal	0.84 Bal	0.37 Bal	1.25 Bal

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N° 41 Para 100 Litros de concreto se requiere 6.55 kg de RCT y 9.80 Kg de RVM.

4. Diseño (C – 4) concreto, $f'c$ igual a 210 Kg/cm² con 15% RCT + 15% RVM

1º Cálculo de la resistencia requerida para el diseño ($f'cr$) – (Tabla 30)

- $f'cr: 210 \text{ Kg/cm}^2 + 84 \text{ Kg/cm}^2 = 294 \text{ Kg/cm}^2$

2º Cálculo del asentamiento – (Tabla 31)

Consistencia del concreto **“FLUIDA” (6” a 7”)**

3ª Relación de agua y cemento (a/c) – (Tabla 32)

Interpolación de valores

- ✓ 300 ----- 0.55
- ✓ 294 ----- X
- ✓ 280 ----- 0.57

$$X = 0.556 \equiv R(a/c) = 0.566$$

4º Cálculo de la cantidad de agua y aire atrapado – (Tabla 33)

- Agua de mezclado: 216 Li
- Aire atrapado: 2.00 %

5º Cálculo de Cemento

- C: $216 / 0.566 = 381.377 \text{ Kg}$
- Cantidad de cemento: $381.377 / 42.5 = 8.974 \text{ Bolsas}$

6º Cálculo de la cantidad de agregado grueso (A.G.) – (Tabla 34)

Interpolación de valores

- 2.80 ----- 0.62
- 2.84 ----- X
- 3.00 ----- 0.60

$$X = 0.616 \equiv V.A.G. = 0.616$$

- Peso del agregado grueso (P.A.G.)

$$P.A.G: 1628.127 \times 0.616 = 1002.926 \text{ Kg}$$

7º Cálculo del volumen de los agregados

- Vo Cemento: 0.134 m³
- Vo Agregado Grueso: 0.383 m³
- Vo Agua: 0.216 m³
- Vo Aire: 0.020 m³
- **SUMATORIA: 0.753 m³**

❖ Volumen del agregado fino (V.A.F.)

$$\text{V.A.F: } 1 - 0.753 = 0.247 \text{ m}^3$$

❖ Peso del agregado fino (P.A.F.)

$$\text{P.A.F: } 0.247 \times 2690 = 664.685 \text{ Kg}$$

Descuento en relación al peso del agregado fino (15% RCT, 15% RVM)

$$\text{P.A.F: } 664.685 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.C.T: } 664.685 \times 0.15 = 99.703 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.V.M: } 664.685 \times 0.15 = 99.703 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.C.T.} + \text{P.R.V.M.} = 199.405 \text{ Kg}$$

Descuento con respecto al P.A.F: 664.685 – 199.405 = 465.279 Kg

Peso seco de los materiales en seco

- Cemento: 381.377 Kg
- Agregado Fino: 465.279 Kg
- Agregado Grueso: 1002.926 Kg
- Agua: 216.000 Kg
- Caucho Triturado: 99.703 Kg
- Vidrio Molido: 99.703 Kg

8º CORRECCIÓN POR HUMEDAD (C.H.)

$$\text{C.H.} = W \cdot (1 - \%H / 100)$$

- Agregado Fino: 472.212 Kg
- Agregado Grueso: 1008.342 Kg

9º Corrección por Absorción (C.A.)

$$\text{C.A.} = W \cdot (\%H - \%A) / 100$$

- Agregado Fino: - 3.113 Kg
- Agregado Grueso: - 9.909 Kg
- **SUMATORIA: - 13.022 Kg**

10º Cálculo de agua efectiva (A.e.)

$$A.e. = A.m. - (C.A.)$$

- A.e: = 216 - (- 13.022) = 229.022 Kg

11º PESO DE MATERIALES CORREGIDOS

- **Cemento:** 382.00 Kg
- **Agregado Fino:** 472.00 Kg
- **Agregado Grueso:** 1008.00 Kg
- **Agua Efectiva:** 229.02 Kg
- **Caucho Molido:** 100.00 Kg
- **Vidrio Molido:** 100.00 Kg

12º Proporción en peso y volumen

Tabla 40. Proporción de concreto con 15% de RCT + 15% de RVM

PROPORCIÓN	C.	A. F.	A. G.	C.T.	V.M.	AGUA
Peso	1	1.24	2.64	0.26	0.26	0.60
Volumen	1	1.14	2.87	0.91	0.27	0.90

Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Diseño con el 15% RCT + 15% RVM



Nota: Concreto tipo C – 4. Elaboración propia

Tabla 41. Proporciones de Diseño (C – 4)

PROPORCION	CEM.	A. F.	A. G.	R.C.T.	R.V.M.	AGUA
9 Briq. y 3 Vigas (100 Li Cº)	37.343 Kg	46.14 Kg	98.54 Kg	9.80 Kg	9.80 Kg	22.45 Kg
E.T.	8.99 Bolsas	0.289 m3	0.730 m3	100.00 Kg	100.00 Kg	0.230 m3
Obra	1 Bolsa	1.57 Bal	3.97 Bal	1.26 Bal	0.37 Bal	1.25 Bal

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N° 43 Para 100 Litros de concreto se requiere 9.80 kg de RCT y 9.80 Kg de RVM.

5. Diseño (C – 5) concreto, $f'c$ igual a 210 Kg/cm² con 22% RCT + 15% RVM

1º Cálculo de la resistencia requerida para el diseño ($f'cr$) – (Tabla 30)

- $f'cr$: 210 Kg/cm² + 84 Kg/cm² = 294 Kg/cm²

2º Cálculo del asentamiento – (Tabla 31)

Consistencia del concreto “*FLUIDA*” (6” a 7”)

3ª Relación de agua y cemento (a/c) – (Tabla 32)

Interpolación de valores

- ✓ 300 ----- 0.55
- ✓ 294 ----- X
- ✓ 280 ----- 0.57

$$X = 0.556 \equiv R(a/c) = 0.566$$

4º Cálculo de la cantidad de agua y aire atrapado – (Tabla 33)

- Agua de mezclado: 216 Li
- Aire atrapado: 2.00 %

5º Cálculo de Cemento

- C: 216 / 0.566 = 381.377 Kg
- Cantidad de cemento: 381.377 / 42.5 = 8.974 Bolsas

6º Cálculo de la cantidad de agregado grueso (A.G.) – (Tabla 34)

Interpolación de valores

- 2.80 ----- 0.62
- 2.84 ----- X
- 3.00 ----- 0.60

$$X = 0.616 \equiv V.A.G. = 0.616$$

- Peso del agregado grueso (P.A.G.)

$$P.A.G.: 1628.127 \times 0.616 = 1002.926 \text{ Kg}$$

7º Cálculo del volumen de los agregados

- Vo Cemento: 0.134 m³
- Vo Agregado Grueso: 0.383 m³
- Vo Agua: 0.216 m³
- Vo Aire: 0.020 m³
- **SUMATORIA: 0.753 m³**

❖ Volumen del agregado fino (V.A.F.)

$$\text{V.A.F: } 1 - 0.753 = 0.247 \text{ m}^3$$

❖ Peso del agregado fino (P.A.F.)

$$\text{P.A.F: } 0.247 \times 2690 = 664.685 \text{ Kg}$$

Descuento en relación al peso del agregado fino (22% RCT, 15% RVM)

$$\text{P.A.F: } 664.685 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.C.T: } 664.685 \times 0.22 = 146.231 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.V.M: } 664.685 \times 0.15 = 99.703 \text{ Kg}$$

$$\text{P.R.C.T.} + \text{P.R.V.M.} = 245.933 \text{ Kg}$$

Descuento con respecto al P.A.F: 664.685 – 245.933 = 418.752 Kg

Peso seco de los materiales en seco

- Cemento: 381.377 Kg
- Agregado Fino: 418.752 Kg
- Agregado Grueso: 1002.926 Kg
- Agua: 216.000 Kg
- Caucho Triturado: 146.231 Kg
- Vidrio Molido: 99.703 Kg

8º CORRECCIÓN POR HUMEDAD (C.H.)

$$\text{C.H.} = W \cdot (1 - \%H / 100)$$

- Agregado Fino: 424.991 Kg
- Agregado Grueso: 1008.342 Kg

9º Corrección por Absorción (C.A.)

$$\text{C.A.} = W \cdot (\%H - \%A) / 100$$

- Agregado Fino: - 2.801 Kg
- Agregado Grueso: - 9.909 Kg
- **SUMATORIA: - 12.710 Kg**

10º Cálculo de agua efectiva (A.e.)

$$A.e. = A.m. - (C.A.)$$

- A.e: = 216 - (- 12.710) = 228.710 Kg

11º PESO DE MATERIALES CORREGIDOS

- **Cemento:** 382.00 Kg
- **Agregado Fino:** 424.00 Kg
- **Agregado Grueso:** 1008.00 Kg
- **Agua Efectiva:** 228.71 Kg
- **Caucho Molido:** 147.00 Kg
- **Vidrio Molido:** 100.00 Kg

12º Proporción en peso y volumen

Tabla 42. Proporción de concreto con 22% de RCT + 15% de RVM

PROPORCIÓN	C.	A. F.	A. G.	C.T.	V.M.	AGUA
<i>Peso</i>	1	1.11	2.64	0.38	0.26	0.60
<i>Volumen</i>	1	1.02	2.87	1.34	0.27	0.90

Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Diseño con el 22% RCT + 15% RVM



Nota: Concreto tipo C – 5. Elaboración propia

Tabla 43. Proporciones de Diseño (C – 5)

PROPORCION	CEM.	A. F.	A. G.	R.C.T.	R.V.M.	AGUA
<i>9 Briq. y 3 Vigas (100 Li Cº)</i>	37.34 Kg	41.45 Kg	98.54 Kg	14.40 Kg	9.80 Kg	22.39 Kg
<i>E.T.</i>	8.99 Bolsas	0.260 m3	0.730 m3	147.00 Kg	100.00 Kg	0.229 m3
<i>Obra</i>	1 Bolsa	1.41 Bal	3.97 Bal	1.85 Bal	0.37 Bal	1.25 Bal

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N° 45 Para 100 Litros de concreto se requiere 14.40 kg de RCT y 9.80 Kg de RVM.

Seguidamente se hará el desarrollo de las dimensiones del proyecto; **O.E.1. “Con respecto al uso de residuos de caucho más vidrio y sus efectos en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones”**. Se realizó la prueba de consistencia ello con la finalidad de saber el módulo del asentamiento del hormigón tal ensayo se hizo bajo los perfiles señalados en la norma técnica 339.035 y la norma ASTM C143.

Figura 54. *Análisis de la fluidez del concreto*



Nota: Para el control del slump se hizo uso del cono de Abrams.
Elaboración propia

En el presente estudio, se configuraron cuatro formulaciones de concreto que incorporaron arena de caucho en tasas de 5%, 10%, 15% y 22%; arena de vidrio en un 15%. Además, se desarrolló un concreto de referencia y se llevó a cabo la supervisión de los niveles de plasticidad correspondientes para cada variante de concreto (Corporación AYAR, 2023).

Figura 55. *Grado de fluidez de los concretos C - 1 y C - 2*



Nota: Control del grado de plasticidad del concreto. Elaboración propia

Figura 56. Grado de fluidez de los concretos C - 3 y C - 4



Nota: Control del grado del Slump del concreto. Elaboración propia

Figura 57. Grado de fluidez del concreto C - 5



Nota: Control del grado de plasticidad de la mezcla.
Elaboración propia

Durante la realización de las evaluaciones de trabajabilidad, se observó un aumento en la altura de asentamiento del concreto que incluía partículas de caucho y vidrio en comparación con el concreto estándar. De acuerdo con las indicaciones proporcionadas por Hunaq, et al., (2016), la adición de hasta un 20% de arena de caucho con tamaños medios inferiores a 4.75 milímetros resulta en un aumento de hasta 20 milímetros en el grado de plasticidad del concreto. Por otra parte, según las observaciones de Helmy, et al., (2023), la utilización de vidrio fragmentado, ya sea de manera parcial o completa, conlleva a un aumento en el grado de asentamiento del concreto. En respuesta a lo anteriormente expuesto, se infiere que el incremento en el asentamiento podría ser atribuible a la naturaleza hidrofóbica tanto del

caucho granulado como del vidrio molido, los cuales presentan una capacidad de repeler el agua.

O.E.2. “Con respecto al uso de residuos de caucho más vidrio y sus efectos en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones”. Se realizó los especímenes cilíndricos con el objetivo de verificar la resistencia del hormigón a los 7, 14 y 28 días de edad desde su curado. Dichos trabajos se hicieron bajo los perfiles señalados en la normativa NTP 339.034 así como la normativa ASTM C39.

Figura 58. *Elaboración de probetas cilíndricas*



Nota: Proceso de elaboración de briquetas según la norma. Elaboración propia

Figura 59. *Desmoldado y curado de especímenes cilíndricos*



Nota: Probetas cilíndricas. Elaboración propia

O.E.3. “Con respecto al uso de residuos de caucho más vidrio y sus efectos en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones”. Se hizo la elaboración de vigas prismáticas para cada porcentaje de sustitución de residuos de caucho y residuos de vidrio. A los 28 días desde su curado serán sometidas a los ensayos que permitirán evaluar la resistencia a la flexión del concreto. Las normas que corresponden a este ensayo son; ASTM C78 al igual que NTP 339.078.

Figura 60. *Elaboración de vigas prismáticas*



Nota: En la imagen se observa el proceso de fabricación de vigas prisma para flexión. Elaboración propia

Figura 61. *Desmoldado y curado de viga prisma*



Nota: Vigas prisma para el control de flexión. Elaboración propia

O.E.4. “Con respecto al uso de residuos de caucho más vidrio y su incidencia en los costos de producción del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones”. Se realizó un análisis de gastos unitarios para cada insumo empleado para la producción del mencionado compuesto. Según señalan Liu, et al, (2018) el caucho al ser reciclado en forma de arena, a largo plazo permitirá crear un material capaz de abaratar los costos de fabricación del 1 m³ de concreto. En la presente investigación la molienda para la obtención de la arena de caucho tuvo un precio de 25.00 S/. por cada 50 Kg. Con respecto al vidrio el precio de su molienda es de 35.00 S/. por cada 50 kg. Considerando los costos de producción de cada insumo (caucho triturado y vidrio molido), se procede a realizar el cuadro de Análisis de Precios Unitarios para cada tipo de mezcla en el estudio (Capeco, 2014).

Tabla 44. A.P.U. Concreto de Referencia

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - MATERIALES						
PARTIDA:		Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - PATRON				
PRECIO POR M3:		S/.	354.24			
RECURSO	UND	CANTIDAD	P. UNIT	TOTAL		
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND IP	BLS	8.990	S/.	27.80	S/.	249.92
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3	0.730	S/.	80.00	S/.	58.40
ARENA GRUESA	M3	0.413	S/.	100.00	S/.	41.30
AGUA	M3	0.231	S/.	20.00	S/.	4.62
					S/.	354.24

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. A.P.U. Concreto de Referencia con 5% RCT + 15% RVM

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - MATERIALES						
PARTIDA:		Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - PATRON CON 5% RCT + 15% RVM				
PRECIO POR M3:		S/.	432.92			
RECURSO	UND	CANTIDAD	P. UNIT	TOTAL		
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND IP	BLS	8.990	S/.	27.80	S/.	249.92
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3	0.730	S/.	80.00	S/.	58.40
ARENA GRUESA	M3	0.330	S/.	100.00	S/.	33.00
ARENA DE CAUCHO	Kg	34.000	S/.	0.50	S/.	17.00
ARENA DE VIDRIO	Kg	100.000	S/.	0.70	S/.	70.00
AGUA	M3	0.230	S/.	20.00	S/.	4.60
					S/.	432.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. A.P.U. Concreto de Referencia con 10% RCT + 15% RVM

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - MATERIALES						
PARTIDA:		Concreto f _c = 210 Kg/cm ² - PATRON CON 10% RCT + 15% RVM				
PRECIO POR M3:		S/.	447.32			
RECURSO	UND	CANTIDAD	P. UNIT	TOTAL		
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND IP	BLS	8.990	S/.	27.80	S/.	249.92
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3	0.730	S/.	90.00	S/.	58.40
ARENA GRUESA	M3	0.309	S/.	100.00	S/.	30.90
ARENA DE CAUCHO	Kg	67.000	S/.	0.50	S/.	33.50
ARENA DE VIDRIO	Kg	100.000	S/.	0.90	S/.	70.00
AGUA	M3	0.230	S/.	20.00	S/.	4.60
					S/.	447.32

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. A.P.U. Concreto de Referencia con 15% RCT + 15% RVM

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - MATERIALES						
PARTIDA:		Concreto f _c = 210 Kg/cm ² - PATRON CON 15% RCT + 15% RVM				
PRECIO POR M3:		S/.	461.82			
RECURSO	UND	CANTIDAD	P. UNIT	TOTAL		
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND IP	BLS	8.990	S/.	27.80	S/.	249.92
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3	0.730	S/.	80.00	S/.	58.40
ARENA GRUESA	M3	0.289	S/.	100.00	S/.	28.90
ARENA DE CAUCHO	Kg	100.000	S/.	0.50	S/.	50.00
ARENA DE VIDRIO	Kg	100.000	S/.	0.90	S/.	70.00
AGUA	M3	0.230	S/.	20.00	S/.	4.60
					S/.	461.82

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. A.P.U. Concreto de Referencia con 22% RCT + 15% RVM

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS - MATERIALES						
PARTIDA:		Concreto f _c = 210 Kg/cm ² - PATRON CON 22% RCT + 15% RVM				
PRECIO POR M3:		S/.	482.40			
RECURSO	UND	CANTIDAD	P. UNIT	TOTAL		
MATERIALES						
CEMENTO PORTLAND IP	BLS	8.990	S/.	27.80	S/.	249.92
PIEDRA CHANCADA 3/4"	M3	0.730	S/.	80.00	S/.	58.40
ARENA GRUESA	M3	0.260	S/.	100.00	S/.	26.00
ARENA DE CAUCHO	Kg	147.000	S/.	0.50	S/.	73.50
ARENA DE VIDRIO	Kg	100.000	S/.	0.70	S/.	70.00
AGUA	M3	0.229	S/.	20.00	S/.	4.58
					S/.	482.40

Fuente: Elaboración propia

3.6. Método de análisis de información

En el presente estudio se emplearán plantillas Excel, ello para el procedimiento de los resultados adquiridos en los test para la trabajabilidad, compresión y resistencia a la flexión, así como indicas normas técnicas del Perú como las normas internacionales para el concreto armado para edificaciones. Con respecto a los resultados y las hipótesis se empleará el programa IBM SPSS V25 en aras de garantizar influencia de la variable independiente e sobre la variable dependiente.

3.7. Aspectos éticos

Para la ejecución de este proyecto de investigación se ha de emplearse las normas NTP, ASTM, RNE, MTC y la norma ISO 690 para la elaboración de tesis, así mismo se considerará el uso del sistema anti plagio Turnitin, todo ello con la finalidad de garantizar la transparencia de esta investigación, así como el respeto al derecho de autor con respecto al material bibliográfico utilizado. Por otro lado, durante el proceso de ejecución del actual estudio el investigador hizo el curso de conducta responsable – Concytec.

Figura 62. Certificado de conducta responsable



Nota: el presente certificado indica que el investigador realizó el curso de conducta responsable. Fuente Concytec

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre del proyecto

“Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023”.

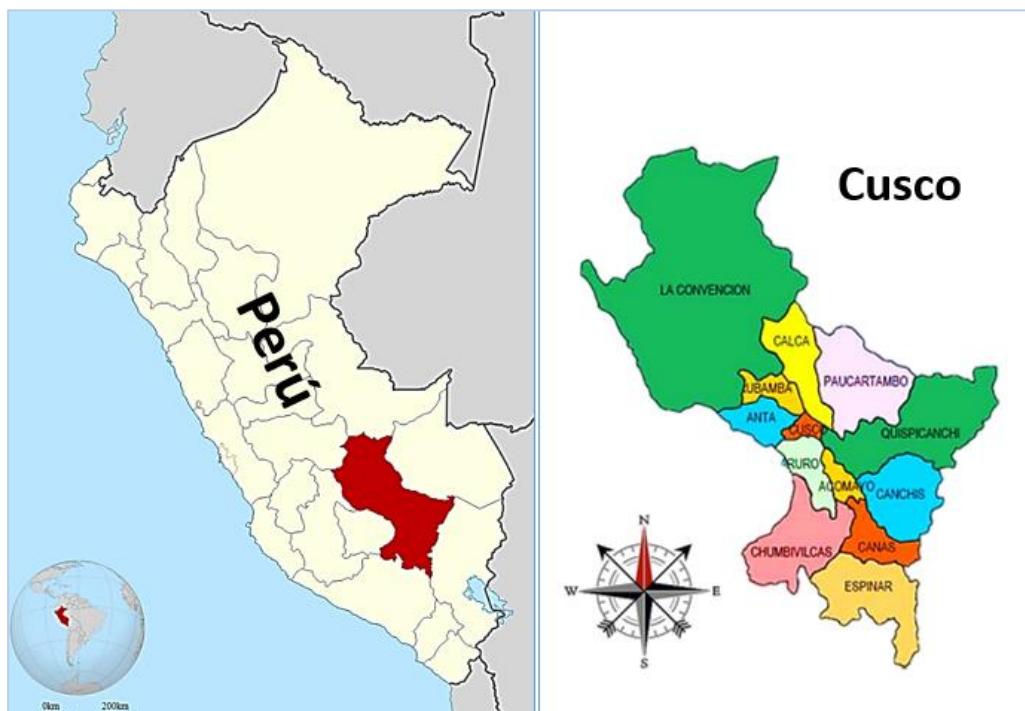
Ubicación política

Departamento : Cusco

Provincia : Cusco

Distrito : Cusco

Figura 63. Ubicación política - Provincia de Cusco



Fuente: (Enciclopedia libre., 2023)

Descripción geográfica

La provincia de Cusco presenta las siguientes características geográficas: Latitud $13^{\circ} 24' 49''$ Sur y Longitud $73^{\circ} 57' 45''$ Oeste. Se sitúa a 3398 m.s.n.m. y tiene una superficie equivalente a 617 Km² (Enciclopedia Libre., 2023).

Propiedades del concreto - Estado fresco

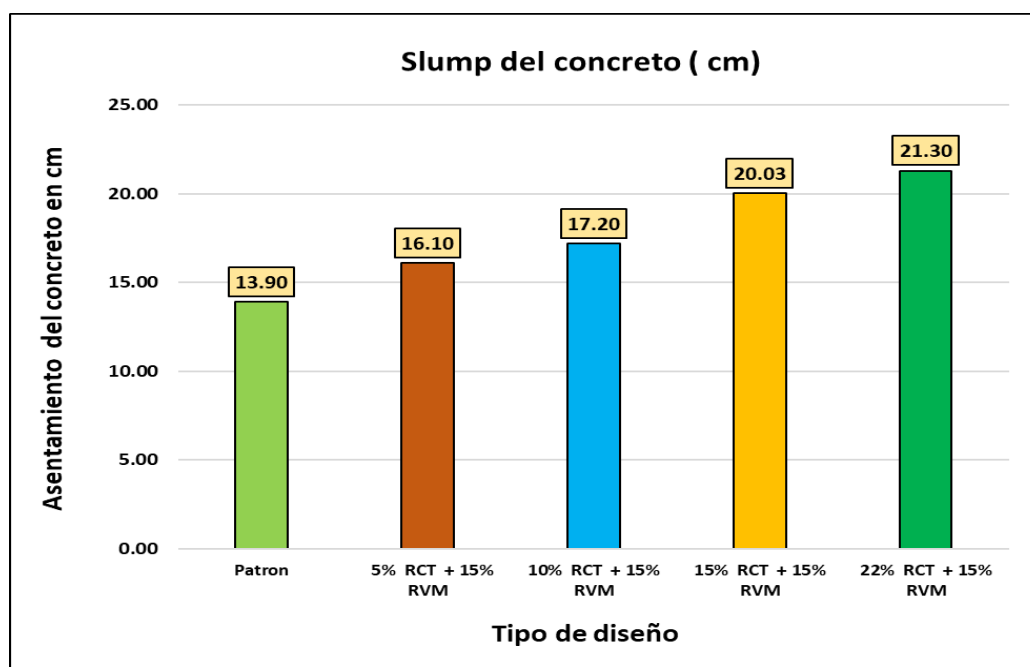
“Ensayo de trabajabilidad del concreto”. Bajo la guía de la normativa NTP 339.035 se procedió al control de la consistencia de cada concreto elaborado a partir del uso sinérgico de los finos de caucho y partículas de vidrio, en las tasas siguientes: 5%, 10%, 15% y 22% caucho y un 15% vidrio; así como el diseño patrón. A continuación, la Tabla 51 presenta los valores slump obtenidos durante el proceso de elaboración del pastón concreto en laboratorio (Corporación AYAR, 2023).

Tabla 49. *Trabajabilidad del concreto en laboratorio*

Asentamiento del concreto							
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	Slump (cm)				Slump (Plg)	
		1	2	3	Prom		
C - 1	Patron	14.10	13.70	13.90	13.90	5.47	5 1/2
C - 2	5% RCT + 15% RVM	15.70	16.10	16.50	16.10	6.34	6 1/3
C - 3	10% RCT + 15% RVM	17.90	16.90	16.80	17.20	6.77	6 7/9
C - 4	15% RCT + 15% RVM	20.20	19.80	20.10	20.03	7.89	7 8/9
C - 5	22% RCT + 15% RVM	20.50	22.10	21.30	21.30	8.39	8 2/5

Fuente: Elaboración propia

Figura 64. *Histograma de trabajabilidad del concreto*



Nota: Gráfico de barras - Slump. Elaboración propia

Según la tabla 51 y la figura 64, se observa el aumento del slump del concreto, siendo directamente proporcional al incremento del binomio caucho-vidrio. No obstante, los diseños C-2 y C-3 son considerados como óptimos debido a que

presentan una consistencia fluida con valores de 6.34 y 6.77 plg, situándose dentro el umbral de diseño estipulado por la guía ACI 211 (C. Fluida: 6 – 7 plg).

Propiedades del concreto - Estado endurecido

“**Ensayo de resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$** ”. El baremo NTP 339.034 establece las indicaciones para la ejecución del presente ensayo y bajo el aval de la norma se procede a ejecutar la rotura de los especímenes cilíndricos de concreto con dimensiones de 6 pulgadas diámetro por 12 pulgadas altura. Se tienen cinco tipos de concreto elaborados con la aplicación de arena de caucho más arena de vidrio en distintos porcentajes de sustitución con respecto al agregado fino. Los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días de edad a partir de su curación.

Figura 65. Ejemplares cilíndricos de concreto



Nota: Cámara de curado y probetas de 6" por 12". Elaboración propia

Figura 66. Ejecución del ensayo a la compresión del concreto



Nota: Se muestra los pasos realizados para la prueba de compresión de los ejemplares cilíndricos de concreto. Elaboración propia

Los siguientes cuadros muestran los resultados de las respectivas roturas de concreto a los 7, 14 y 28 días.

Compresion a la edad de 07 dias

Tabla 50. Rotura de briquetas a los 07 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS – 07 días de edad								
Diseño	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Muestra	Diám (cm)	Área (cm ²)	Fuerza Max (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c Prom (kg/cm ²)
C - 1	23/10/23	30/10/23	Patrón	15.15	180.27	35582.80	197.39	196.43
	23/10/23	30/10/23	Patrón	14.95	175.54	34427.80	196.13	
	23/10/23	30/10/23	Patrón	15.00	176.71	34597.70	195.78	
C - 2	24/10/23	31/10/23	5% RCT + 15% RVM	15.08	178.49	38932.80	218.13	218.06
	24/10/23	31/10/23	5% RCT + 15% RVM	15.08	178.49	39120.20	219.18	
	24/10/23	31/10/23	5% RCT + 15% RVM	15.05	177.89	38579.60	216.87	
C - 3	25/10/23	01/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.15	180.27	38129.00	211.51	210.89
	25/10/23	01/11/23	10% RCT + 15% RVM	14.98	176.13	36225.30	205.68	
	25/10/23	01/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.05	177.89	38329.80	215.46	
C - 4	26/10/23	02/11/23	15% RCT + 15% RVM	15.00	176.71	26522.40	151.60	155.63
	26/10/23	02/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.95	175.54	27186.30	154.87	
	26/10/23	02/11/23	15% RCT + 15% RVM	15.05	177.89	28916.10	160.41	
C - 5	27/10/23	03/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.08	178.49	25615.10	143.51	145.15
	27/10/23	03/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.03	177.30	25464.90	143.62	
	27/10/23	03/11/23	22% RCT + 15% RVM	14.93	174.95	25945.70	148.30	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Resumen de roturas a los 07 días

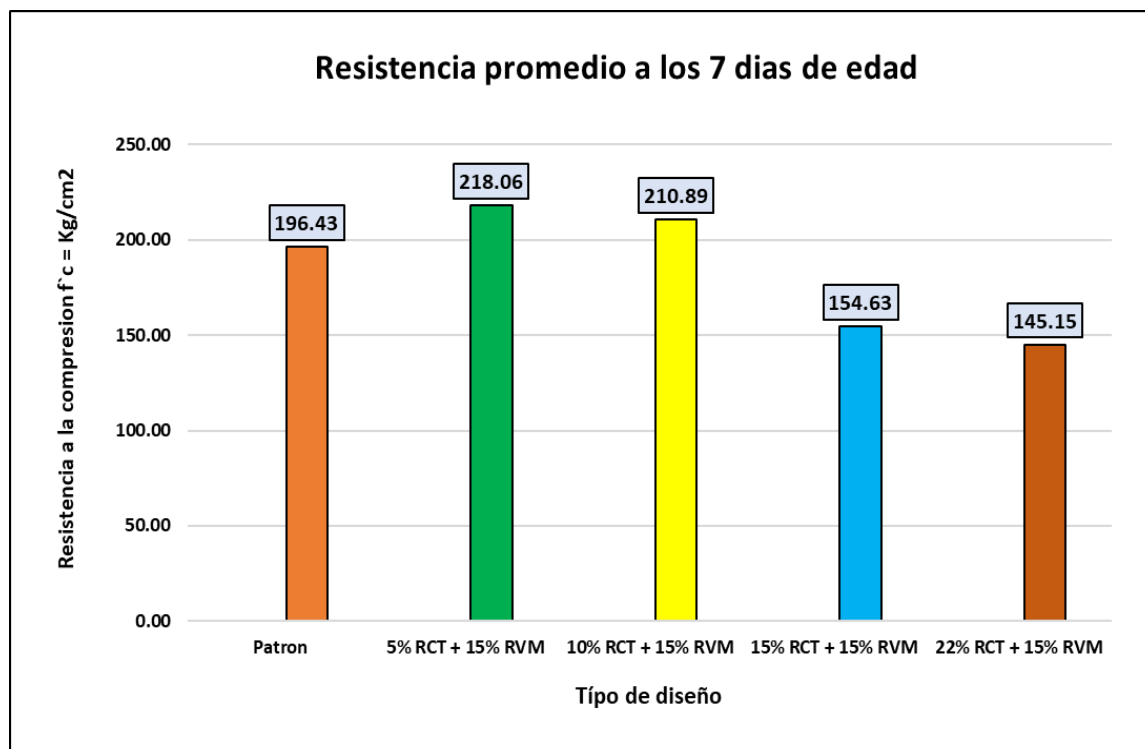
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (Kg/cm²) - edad 07 días							
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	ROTURA Nº 1	ROTURA Nº 2	ROTURA Nº 3	ROTURA PROM	(%)	DIF. (%)
C - 1	Patrón	197.39	196.13	195.78	196.43	100.00	0.00
C - 2	5% RCT + 15% RVM	218.13	219.18	216.87	218.06	111.01	11.01
C - 3	10% RCT + 15% RVM	211.51	205.68	215.46	210.89	107.36	7.36
C - 4	15% RCT + 15% RVM	151.60	154.87	160.41	155.63	79.23	-20.77
C - 5	22% RCT + 15% RVM	143.51	143.62	148.30	145.15	73.89	-26.11

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 53 expresa las respuestas de la prueba comprensiva en briquetas de concreto, obtenidos a los 7 días de edad. Y según Aliabda, et al., (2016) realizaron un análisis sobre la viabilidad de reemplazar el cemento con partículas de vidrio proveniente de desechos, y determinaron que la inclusión del mencionado insumo, especialmente en una proporción del 15%, presentó un incremento significativo en la resistencia inicial. En particular, los diseños C-2 y C-3, son considerados como

óptimos ya que presentan incrementos considerables equivalentes al 11.01% y 7.36% en la resistencia, ello comparado con la muestra de referencia.

Figura 67. Histograma de roturas para cada tipo de concreto a los 07 días



Nota: Resultados estadísticos. Elaboración propia

Compresion a la edad de 14 días

Tabla 52. Rotura de briquetas a los 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS – 14 días de edad								
Diseño	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Muestra	Diám (cm)	Área (cm ²)	Fuerza Max (kg)	$f'c$ (kg/cm ²)	$f'c$ Prom (kg/cm ²)
C - 1	23/10/23	06/11/23	Patrón	14.90	174.37	43018.10	246.71	248.44
	23/10/23	06/11/23	Patrón	15.13	179.67	44565.50	248.04	
	23/10/23	06/11/23	Patrón	15.15	180.27	45170.90	250.58	
C - 2	24/10/23	07/11/23	5% RCT + 15% RVM	14.95	175.54	46174.80	263.05	263.62
	24/10/23	07/11/23	5% RCT + 15% RVM	14.88	173.78	45827.70	263.71	
	24/10/23	07/11/23	5% RCT + 15% RVM	15.10	179.08	47296.30	264.11	
C - 3	25/10/23	08/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.10	179.08	45012.60	251.36	252.65
	25/10/23	08/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.03	177.30	44958.50	253.57	
	25/10/23	08/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.05	177.89	45012.10	253.03	
C - 4	26/10/23	09/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.93	174.95	31707.70	181.24	181.85
	26/10/23	09/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.98	176.13	32121.90	182.38	
	26/10/23	09/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.95	175.54	31938.40	181.95	
C - 5	27/10/23	10/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.10	179.08	30722.60	171.56	170.29
	27/10/23	10/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.13	179.67	30598.50	170.30	
	27/10/23	10/11/23	22% RCT + 15% RVM	14.98	176.13	29769.30	169.02	

Fuente: Elaboración propia

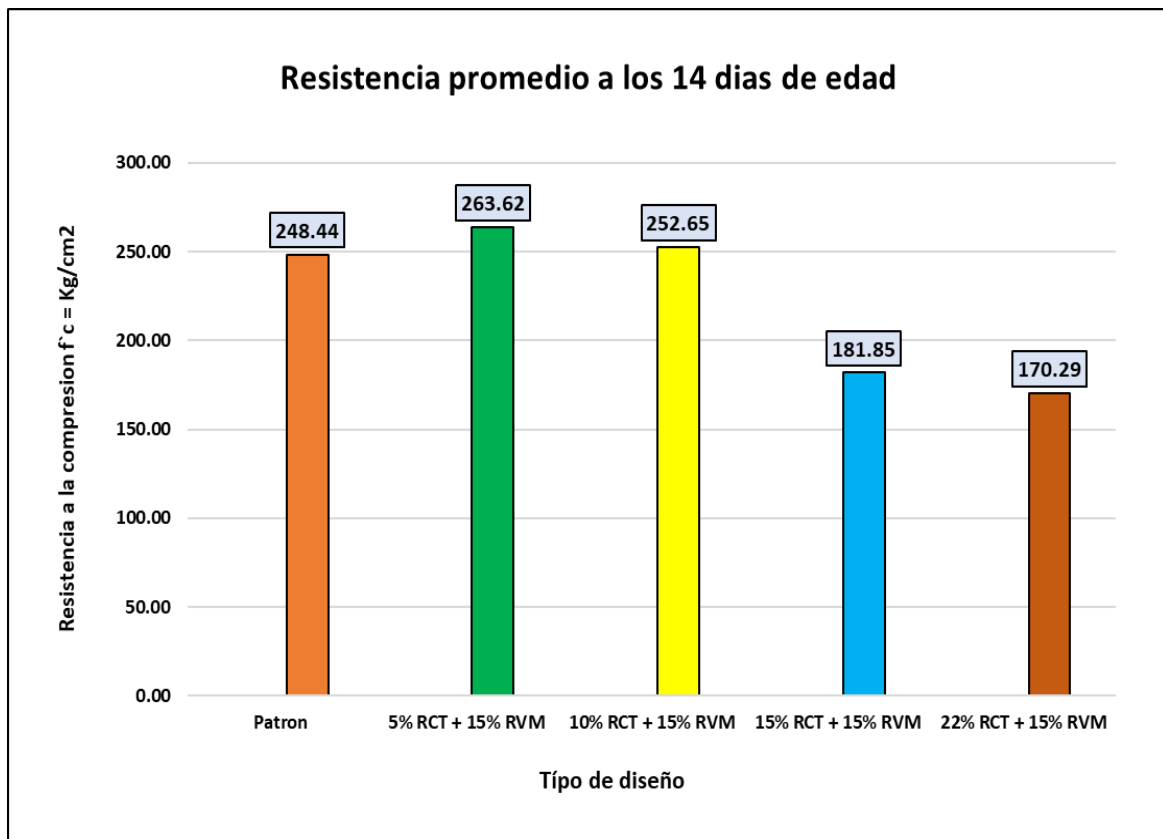
Tabla 53. Resumen de roturas a los 14 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (Kg/cm ²) - edad 14 días							
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	ROTURA Nº 1	ROTURA Nº 2	ROTURA Nº 3	ROTURA PROM	(%)	DIF. (%)
C - 1	Patrón	246.71	248.04	250.58	248.44	100.00	0.00
C - 2	5% RCT + 15% RVM	263.05	263.71	264.11	263.62	106.11	6.11
C - 3	10% RCT + 15% RVM	251.36	253.57	253.03	252.65	101.69	1.69
C - 4	15% RCT + 15% RVM	181.24	182.38	181.95	181.85	73.20	-26.80
C - 5	22% RCT + 15% RVM	171.56	170.30	169.02	170.29	68.54	-31.46

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la rotura de ejemplares correspondientes a los 14 días de edad, la Tabla 55 muestra los resultados en compresión del concreto, y se observa que los resultados de los diseños C-2 y C-3 muestran un ligero acercamiento con el concreto de referencia.

Figura 68. Histograma de roturas para cada tipo de concreto a los 14 días



Nota: valores en compresión del concreto. Elaboración propia

Compresion a la edad de 28 dias

Tabla 54. Rotura de briquetas a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS – 28 días de edad								
Diseño	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Muestra	Diám (cm)	Área (cm ²)	Fuerza Max (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c Prom (kg/cm ²)
C - 1	23/10/23	20/11/23	Patrón	14.90	174.37	48879.30	280.33	281.20
	23/10/23	20/11/23	Patrón	14.93	174.95	49173.80	281.07	
	23/10/23	20/11/23	Patrón	15.03	177.30	50035.70	282.20	
C - 2	24/10/23	21/11/23	5% RCT + 15% RVM	14.98	176.13	52115.10	295.90	296.86
	24/10/23	21/11/23	5% RCT + 15% RVM	15.10	179.08	52944.50	295.65	
	24/10/23	21/11/23	5% RCT + 15% RVM	15.08	178.49	53374.40	299.04	
C - 3	25/10/23	22/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.05	177.89	49853.80	280.24	284.79
	25/10/23	22/11/23	10% RCT + 15% RVM	14.93	174.95	50105.30	286.39	
	25/10/23	22/11/23	10% RCT + 15% RVM	14.98	176.13	50679.10	287.74	
C - 4	26/10/23	23/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.98	176.13	38716.80	219.82	225.56
	26/10/23	23/11/23	15% RCT + 15% RVM	15.15	180.27	41822.00	232.00	
	26/10/23	23/11/23	15% RCT + 15% RVM	15.00	176.71	39736.30	224.86	
C - 5	27/10/23	24/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.00	176.71	34073.80	196.73	199.92
	27/10/23	24/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.10	179.08	36618.20	203.13	
	27/10/23	24/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.00	176.71	35329.70	199.93	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Resumen de roturas a los 28 días

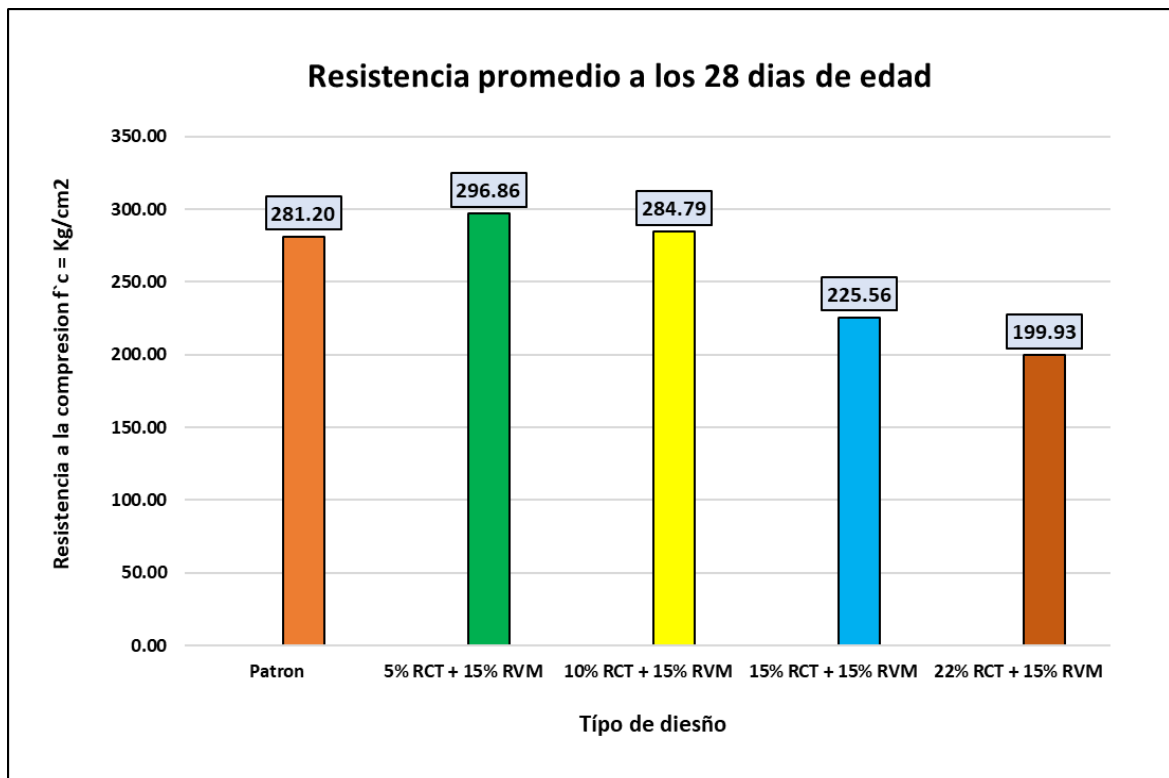
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO (Kg/cm ²) - edad 28 dias							
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	ROTURA Nº 1	ROTURA Nº 2	ROTURA Nº 3	ROTURA PROM	(%)	DIF. (%)
C - 1	Patrón	280.33	281.07	282.20	281.20	100.00	0.00
C - 2	5% RCT + 15% RVM	295.90	295.65	299.04	296.86	105.57	5.57
C - 3	10% RCT + 15% RVM	280.24	286.39	287.74	284.79	101.28	1.28
C - 4	15% RCT + 15% RVM	219.82	232.00	224.86	225.56	80.21	-19.79
C - 5	22% RCT + 15% RVM	196.73	203.13	199.93	199.92	71.10	-28.90

Fuente: Elaboración propia

El cuadro número 57 exhibe los resultados definitivos en relación con la evaluación de la resistencia compresiva del concreto. Dicho cuadro presenta resultados óptimos para los primeros tres diseños, con valores de 281.20 Kg/cm² para el concreto convencional. En el caso del concreto con un 5% de residuos de caucho fino y un 15% de partículas vítreas, el resultado es de 296.86 Kg/cm², registrando un incremento del 5.57% en comparación con el concreto de referencia. Asimismo, en relación con la incorporación del 10% de caucho fino y un 15% de arena de vidrio, se obtiene una respuesta de 284.79 Kg/cm², sobrepasando al concreto estándar en un 1.28%. Cabe mencionar que la proporción de partículas de vidrio

en las composiciones de concreto son del 15%, en contraste con el contenido de caucho, cuyos índices de sustitución oscilan entre el 5% y el 10%. La eficacia de la reacción de este último se ve eclipsada por la presencia predominante de partículas de vidrio molido, lo que resulta en mejoras evidentes en la resistencia del material concreticio. Además, es relevante señalar que la presencia aglutinante del 15% de vidrio molido obstaculiza la reactividad del caucho fino cuando se aplica en proporciones del 5% y 10%. En el análisis correspondiente, se observa que la sustitución de un 15 y 22% de caucho, junto con un 15% de vidrio para ambos casos, resulta en una reducción del esfuerzo a la compresión del concreto en -19.79 y -28.90%, respectivamente, en comparación con el concreto convencional. Este fenómeno se atribuye principalmente a la presencia predominante de partículas de caucho, las cuales inhiben la acción puzolánica de la arena de vidrio. Además, se pudo percibir que la proporción volumétrica de caucho molido es significativamente mayor que la del volumen de arena de vidrio. La mayor presencia de caucho genera baja adherencia con la pasta cementosa, afectando la resistencia del concreto (Mohsen, et al., 2021).

Figura 69. Histograma de roturas para cada tipo de concreto a los 28 días



Nota: Valores estadísticos. Elaboración propia

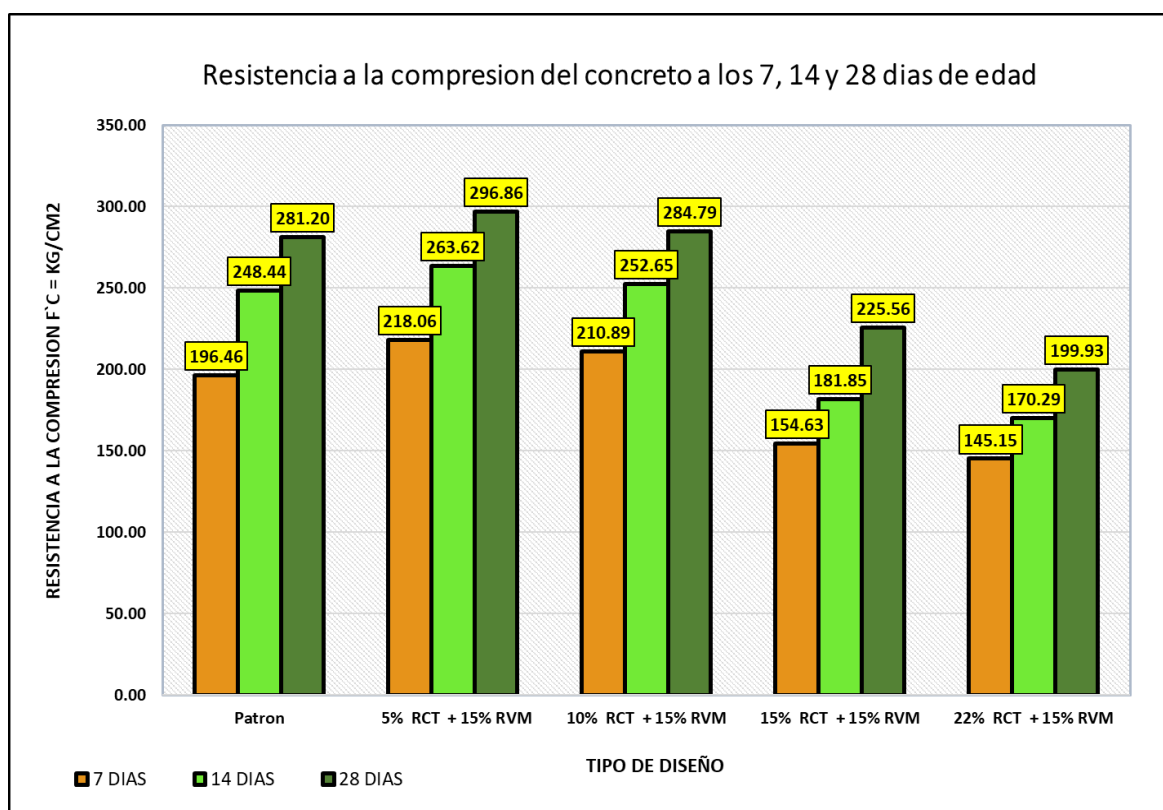
Resumen de los ensayos de compresión – 07, 14 y 28 días de edad

Tabla 56. Resumen global de resultados pasado los 07, 14 y 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ - 07, 14 y 28 días, edad				
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
C - 1	Patrón	196.43	248.44	281.20
C - 2	5% RCT + 15% RVM	218.06	263.62	296.86
C - 3	10% RCT + 15% RVM	210.89	252.65	284.79
C - 4	15% RCT + 15% RVM	154.63	181.85	225.56
C - 5	22% RCT + 15% RVM	145.15	170.29	199.93

Fuente: Elaboración propia

Figura 70. Histograma General de resultados



Nota: Comparación de resultados en forma estadística. Elaboración propia

La tabla número 58 permite observar los resultados del esfuerzo compresivo del concreto, a las edades de 07, 14 y 28 días desde su curado. Además, se puede percibir que las probetas mantienen un ritmo proporcional de madurez. Y según la figura 70, el pico más alto es el concreto de diseño C-2 que supera en un 5.57% al f_c del diseño patrón; como segunda ubicación se tiene la mezcla C-3 que excede en 1.28% al f_c del concreto de control. Dicha situación indica la influencia de las arenas de caucho y vidrio, en el esfuerzo de compresión del concreto (Corporación AYAR, 2023).

“Resistencia a la flexión del concreto”. Según lo estipulado en la normativa NTP 339.078 se procede a realizar dicho ensayo, se elaboraron 15 vigas prismáticas para cada serie de mezcla, elaborado a partir de la combinación del 5%, 10%, 15% y 22% de arena de caucho más un 15% de arenas vítreas. Tamanna, et al., (2020) hicieron roturas de dichos especímenes (vigas prismáticas) a los 28 días de edad desde su curación. Por otro lado, la normativa NCh 170 avala el realizar roturas de vigas prisma a los 28 días. Y frente a lo mencionado las roturas de los elementos prismáticos se realizan a los 28 días de edad desde su curado.

Figura 71. Especímenes prismáticos de concreto



Nota: Flexión en vigas prisma. Elaboración propia

Tabla 57. Rotura de vigas prismáticas - 28 días

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN ESPECÍMENES PRISMÁTICOS – 28 días de edad								
Diseño	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	Muestra	Diám (cm)	Área (cm ²)	Fuerza Max (kg)	f'c (kg/cm ²)	f'c Prom (kg/cm ²)
C - 1	23/10/23	20/11/23	Patrón	15.00	15.05	3144.90	41.65	40.34
	23/10/23	20/11/23	Patrón	15.00	14.95	2929.40	39.32	
	23/10/23	20/11/23	Patrón	15.00	14.98	2993.80	40.05	
C - 2	24/10/23	21/11/23	5% RCT + 15% RVM	15.00	14.98	3006.30	40.22	40.16
	24/10/23	21/11/23	5% RCT + 15% RVM	15.03	15.00	3189.60	42.43	
	24/10/23	21/11/23	5% RCT + 15% RVM	15.00	14.98	2828.60	37.84	
C - 3	25/10/23	22/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.00	14.93	2440.40	32.87	36.73
	25/10/23	22/11/23	10% RCT + 15% RVM	15.03	15.03	2945.00	39.05	
	25/10/23	22/11/23	10% RCT + 15% RVM	14.97	14.95	2845.60	38.28	
C - 4	26/10/23	23/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.97	14.95	2632.00	35.41	36.94
	26/10/23	23/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.97	15.00	2854.80	38.15	
	26/10/23	23/11/23	15% RCT + 15% RVM	14.90	15.03	2785.50	37.26	
C - 5	27/10/23	24/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.00	15.00	2618.50	34.91	36.07
	27/10/23	24/11/23	22% RCT + 15% RVM	15.00	15.00	2757.40	36.77	
	27/10/23	24/11/23	22% RCT + 15% RVM	14.97	14.98	2725.60	36.54	

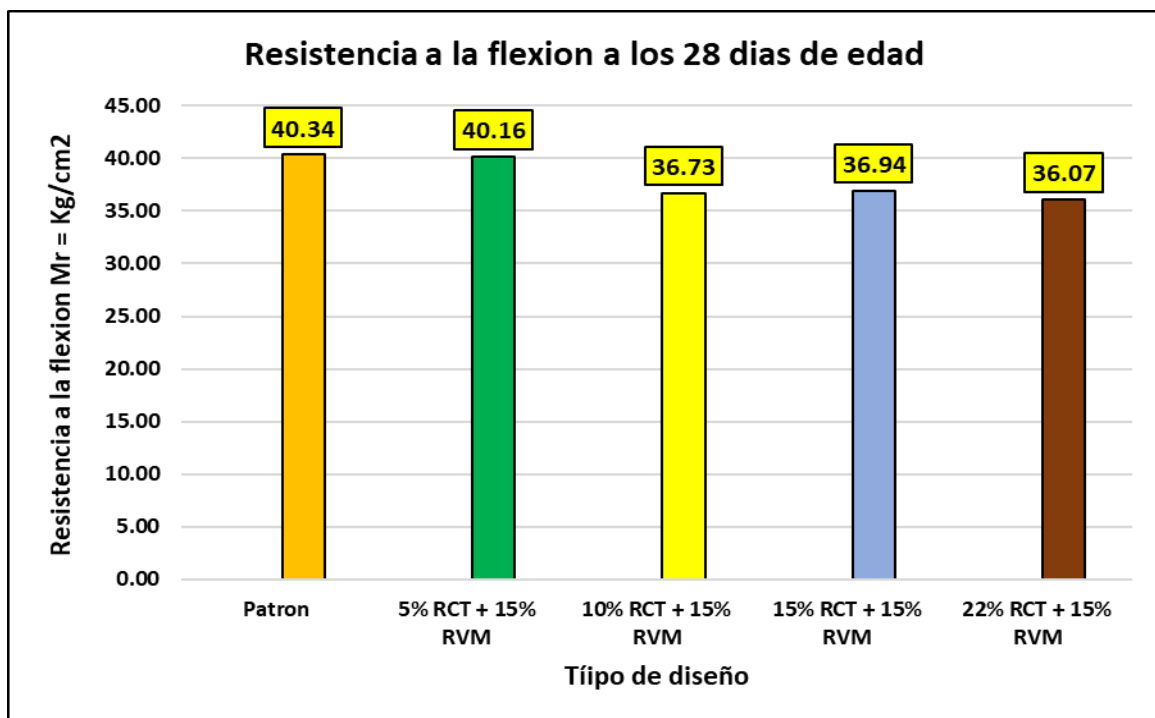
Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Cuadro de resumen de resultados promedio

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO (KG/CM2) – 28 DIAS DE EDAD				
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	M. DE ROTURA (MR)	(%)	DIF. (%)
C – 1	Patrón	40.34	100.00	0.00
C – 2	5% RCT + 15% RVM	40.16	99.60	- 0.40
C – 3	10% RCT + 15% RVM	36.73	91.00	- 9.00
C – 4	15% RCT + 15% RVM	36.94	91.70	- 8.30
C – 5	22% RCT + 15% RVM	36.07	89.50	- 10.50

Fuente: Elaboración propia

Figura 72. Histograma de resultados - Modulo de flexión



Fuente: Elaboración propia

En relación con la evaluación a la flexión del concreto, se llevó a cabo después de transcurridos los 28 días. Para el concreto referencial, se registró un valor de 40.34 Kg/cm², y al introducir un 5% RCT junto con un 15% RVM, el resultado fue de 40.16 Kg/cm². Mediante el uso del 10%, 15% y 22% de RCT mezclados con un 15% de RVM individual; se realizaron roturas obteniéndose resultados similares de 36.76 Kg/cm², 36.94 Kg/cm² y 36.07 Kg/cm² respectivamente. Cabe señalar que todas las roturas estuvieron dentro del tercio central de cada viga, permitiendo su cálculo mediante la primera ecuación dada por la normativa correspondiente. (Corporación AYAR, 2023). Además, es pertinente destacar que todos los valores obtenidos se encuentran en concordancia con el rango preestablecido por el documento CIP 16 para el módulo de rotura ($0.10 \cdot f_c$ y $0.15 \cdot f_c$) basado en el baremo ASTM C 78.

Análisis de precios unitarios

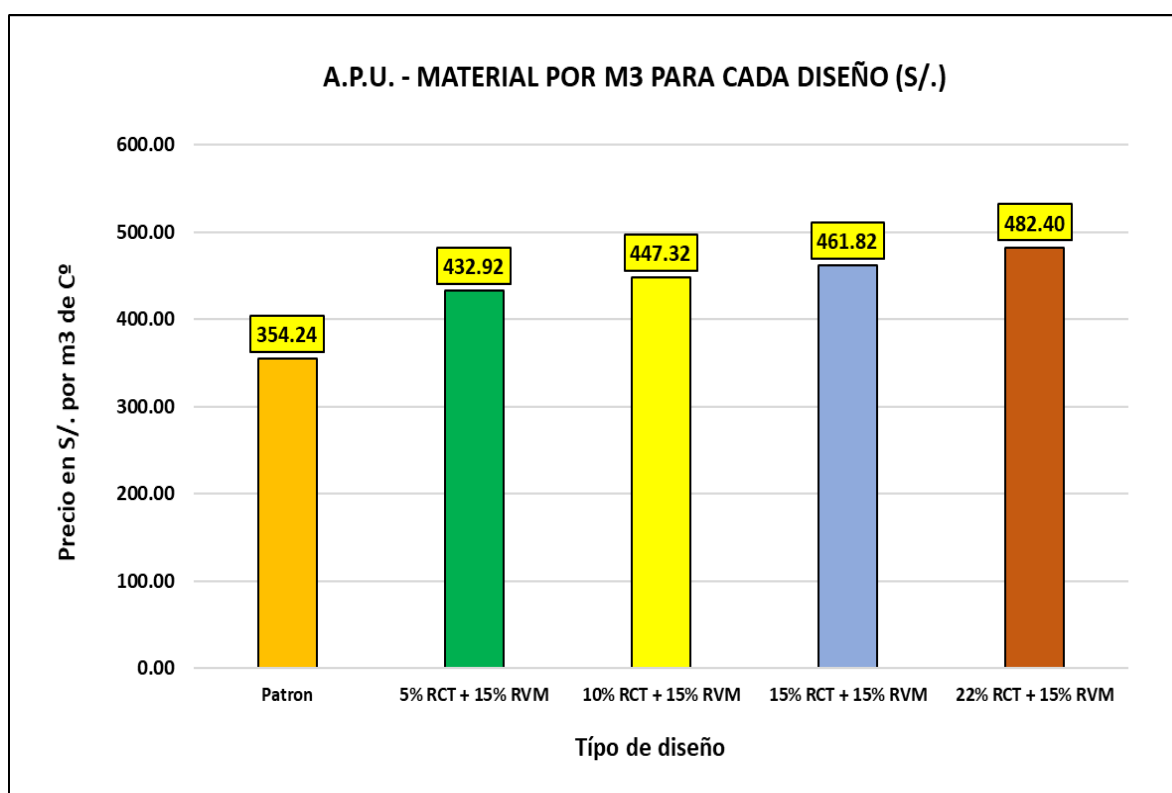
Análisis económico. Para la formulación del concreto $f'c$ igual a 210 Kg/cm², incorporado con residuos de caucho triturado y residuos de vidrio molido, se hace el análisis comparativo en relación al costo del concreto de referencia.

Tabla 59. Comparación de los costos de producción por m³ de concreto

RESUMEN DE PRECIOS POR M3 DE CADA DISEÑO DE CONCRETO (S/.)						
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	PRECIO POR M3	PRECIO Cº PATRON	DIFERENCIA	(%)	DIF. (%)
C – 1	Patrón	S/. 354.24	S/. 354.24	S/. -	100.00	0.00
C – 2	5% RCT + 15% RVM	S/. 432.92	S/. 354.24	S/. 78.68	122.21	22.21
C – 3	10% RCT + 15% RVM	S/. 447.32	S/. 354.24	S/. 93.08	126.28	26.28
C – 4	15% RCT + 15% RVM	S/. 461.82	S/. 354.24	S/. 107.58	130.37	30.37
C – 5	22% RCT + 15% RVM	S/. 482.40	S/. 354.24	S/. 128.16	136.18	36.18

Fuente: Elaboración propia

Figura 73. Histograma de precios de producción de concreto



Nota: La imagen presenta la diferencia de precios existente frente al concreto Patrón. Elaboración propia

Según se observa en la tabla 61 y la figura 73, el uso de las partículas de caucho, así como vidrio incrementan los costos de producción del concreto; tal evento surge debido a los costos de molienda electrónica para ambos insumos.

Evaluación estadística de resultados

En el marco de esta investigación, la validación de hipótesis se ejecutó mediante la evaluación de la normalidad utilizando la prueba estadística de Shapiro-Wilk. Este procedimiento fue aplicado específicamente a muestras con un tamaño inferior a 50. Además, se optó por emplear el “test estadístico de ANOVA de una vía” dado que el estudio involucra dos variables cuantitativas.

Tabla 60. Fórmulas para el cuadro de análisis de varianza

CUADRO PARA EL ANALISIS DE VARIANZA “ANOVA”				
Fuente de variación	Sumatoria de cuadrados	Grado de libertad	Media cuadrática	Estadístico de Fisher
Tratamiento o Intergrupo	SCTr	K - 1	$CMT_r = SCT / K - 1$	$F = CMT_r / CME$
Error o Intragrupo	SCE	N - K	$CME = SCE / N - K$	
Total	STC	N - 1		

Fuente: YouTube - Educación Sin Limites

❖ Análisis normal para la trabajabilidad del concreto

a. Formulación de normalidad para la hipótesis nula y alternativa

- Ho: “La distribución de la variable trabajabilidad del concreto $f_c = 210$ Kg/cm², SI está sujeto a la normalidad”.
- Ha: “La distribución de la variable trabajabilidad del concreto $f_c = 210$ Kg/cm², NO está sujeto a la normalidad”.

b. Nivel signifiante: $\alpha < 0.05$, con garantía de confiabilidad de 95%.

c. Elección del test estadístico: Se optó por la técnica analítica de Shapiro-Wilk y ello debido a la presencia de 15 grados de libertad.

Tabla 61. Prueba normal – Trabajabilidad del concreto

PRUEBAS DE NORMALIDAD				
Dosificación		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Grados de libertad	Significancia
Trabajabilidad	Patron	1.000	3	1.000
	5% RCT + 15% RVM	1.000	3	1.000
	10% RCT + 15% RVM	0.818	3	0.157
	15% RCT + 15% RVM	0.923	3	0.463
	22% RCT + 15% RVM	1.000	3	1.000

Fuente: SPSS V25

d. Regla de decisión

✓ Si la sig. ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se toma la hipótesis alternativa

✓ Si la sig. > 0.05 se toma la hipótesis nula

La significancia ofrece valores mayores a 0.05, por lo tanto, se toma la hipótesis nula.

e. Conclusión: Los datos de la variable trabajabilidad del concreto $f'c = 210$ Kg/cm², SI están sujetos a la normalidad, con un alcance significativo de 5%.

Evaluación Anova de una ruta

a. Planteamiento del problema

- Ho: “El uso de residuos de caucho y vidrio NO influye en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210$ Kg/cm²”.
- Ha: “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210$ Kg/cm²”.

Alcance de significancia: ($\alpha = 0.05 = 5\%$)

b. Determinación del test estadístico - ANOVA

Tabla 62. *Influencia en la Trabajabilidad*

Análisis de varianza					
Trabajabilidad					
	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Estadístico de Fisher	Significancia
Inter grupos	106.963	4	26.741	106.678	0.000
Intra grupos	2.507	10	0.251		

Fuente: SPSS – V25

c. Regla de decisión

✓ Si la Significancia ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa

✓ Si la Significancia > 0.05 se acepta la hipótesis nula

El valor significativo es = 0.000, por lo tanto $0.000 < 0.05$, entonces se rechaza Ho y se acepta Ha.

d. Se concluye que hay evidencia estadística, y se indica que: “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210$ Kg/cm²”.

❖ **Análisis normal para la resistencia a la compresión del concreto - 07 días**

- a. Formulación de normalidad para la hipótesis nula y alternativa
- Ho: “La distribución de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SI está sujeto a la normalidad”.
 - Ha: “La distribución de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, NO está sujeto a la normalidad”.
- b. Nivel significante: $\alpha < 0.05$, con garantía de confiabilidad al 95%.
- c. Elección del test estadístico: Se optó por el análisis de Shapiro-Wilk debido a la presencia de 15 grados de libertad.

Tabla 63. Prueba normal - Compresión del concreto pasado los 07 días

Pruebas de normalidad				
Dosificación		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Grado de libertad	Significancia
Compresion pasado los 7 Dias	Patron	0.904	3	0.398
	5% RCT + 15% RVM	0.997	3	0.900
	10% RCT + 15% RVM	0.960	3	0.614
	15% RCT + 15% RVM	0.978	3	0.718
	22% RCT + 15% RVM	0.785	3	0.080

Fuente: SPSS – V25

- d. Regla de decisión
- ✓ Si la Sig. ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa
 - ✓ Si la Sig. > 0.05 se acepta la hipótesis nula
- La significancia presenta valores superiores a 0.05, entonces, se opta por la hipótesis nula.
- e. Conclusión: Los datos de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 07 días, SI están sujetos a la normalidad, con un alcance significativo de 5%.

Evaluación Anova de una ruta

- a. Planteamiento del problema
- Ho: “El uso de residuos de caucho y vidrio NO influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 07 días”.
 - Ha: “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 07 días”.

Alcance de significancia: ($\alpha = 0.05 = 5\%$)

b. Determinación del test estadístico - ANOVA

Tabla 64. *Influencia en la compresión del concreto*

ANALISIS DE VARIANZA					
Compresion pasado los 07 Dias					
	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Estadístico de Fisher	Significancia
Intergrupo	13265.843	4	3316.461	619.485	0.000
Intragrupo	53.536	10	5.354		
Total	13319.379	14			

Fuente: SPSS – V25

c. Regla de decisión

- ✓ Si la sig. ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (hipótesis del estudio).
- ✓ Si la sig. > 0.05 se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa (hipótesis del estudio).

La significancia es = 0.000, por lo tanto $0.000 < 0.05$, entonces se acepta la hipótesis de la investigación y se rechaza H_0 .

d. Se concluye que existe evidencia estadística para indicar que “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7 días”.

❖ **Análisis normal para la resistencia a la compresión del concreto – 14 días**

a. Formulación de normalidad para la hipótesis nula y alternativa

- H_0 : “La distribución de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SI está sujeto a la normalidad”.
- H_a : “La distribución de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, NO está sujeto a la normalidad”.

b. Nivel significante: $\alpha < 0.05$, con garantía de confiabilidad al 95%.

c. Elección del test estadístico: Se optó por el análisis de Shapiro-Wilk debido a la presencia de 15 grados de libertad.

Tabla 65. Prueba normal - Compresión del concreto pasado los 14 días

Pruebas de normalidad				
Dosificación		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Grado de libertad	Significancia
Compresion pasado los 14 Dias	Patron	0.968	3	0.659
	5% RCT + 15% RVM	0.980	3	0.731
	10% RCT + 15% RVM	0.920	3	0.452
	15% RCT + 15% RVM	0.980	3	0.731
	22% RCT + 15% RVM	0.980	3	0.731

Fuente: SPSS – V25

d. Regla de decisión

✓ Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa

✓ Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta la hipótesis nula

P-valor presenta valores superiores a 0.05, entonces, se opta por la hipótesis nula.

e. Conclusión: Los datos de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SI están sujetos a la normalidad, con una significancia de 5%.

Evaluación Anova de una ruta

a. Planteamiento del problema

- H_0 : “El uso de residuos de caucho y vidrio NO influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 14 días”.
- H_a : “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 14 días”.

Alcance de significancia: ($\alpha = 0.05 = 5\%$)

b. Determinación del test estadístico – ANOVA

Tabla 66. Influencia en la compresión del concreto

ANALISIS DE VARIANZA					
Compresion pasado los 14 Dias					
	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Estadístico de Fisher	Significancia
Intergrupo	19579.186	4	4894.797	3984.001	0.000
Intragrupo	12.286	10	1.229		
Total	19591.473	14			

Fuente: SPSS – V25

c. Regla de decisión

- ✓ Si la sig. ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (hipótesis del estudio).
- ✓ Si la sig. > 0.05 se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa (hipótesis del estudio).

La significancia es = 0.000, por lo tanto $0.000 < 0.05$, entonces se acepta la hipótesis de la investigación y se rechaza H_0 .

d. Se concluye que existe evidencia estadística para indicar que “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 14 días”.

❖ **Análisis normal para la resistencia a la compresión del concreto - 28 días**

a. Formulación de normalidad para la hipótesis nula y alternativa

- H_0 : “La distribución de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SI está sujeto a la normalidad”.
- H_1 : “La distribución de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, NO está sujeto a la normalidad”.

b. Nivel significativo: $\alpha < 0.05$, con garantía de confiabilidad al 95%.

c. Elección del test estadístico: Se optó por el análisis de Shapiro-Wilk debido a la presencia de 15 grados de libertad.

Tabla 67. Prueba normal - Compresión del concreto pasado los 28 días

Evaluación de normalidad				
Dosificación		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Compresion pasado 28 Días	Patrón	0.986	3	0.771
	5% RCT + 15% RVM	0.805	3	0.126
	10% RCT + 15% RVM	0.880	3	0.324
	15% RCT + 15% RVM	0.990	3	0.811
	22% RCT + 15% RVM	1.000	3	1.000

Fuente: SPSS – V25

d. Regla de decisión

- ✓ Si la Sig. ≤ 0.05 se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa
- ✓ Si la Sig. > 0.05 se acepta la hipótesis nula

La significancia presenta valores superiores a 0.05, entonces, se opta por la hipótesis nula.

- e. Conclusión: Los datos de la variable resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SI están sujetos a la normalidad, con una significancia de 5%.

Evaluación Anova de una ruta

- a. Planteamiento del problema

- Ho: “El uso de residuos de caucho y vidrio NO influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días”.
- Ha: “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días”.

Alcance de significancia: ($\alpha = 0.05 = 5\%$)

- b. Determinación del test estadístico - ANOVA

Tabla 68. *Influencia en la compresión del concreto*

ANALISIS DE VARIANZA					
Compresion pasado 28 Dias					
	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Estadístico de Fisher	Significancia
Intergrupo	21570.697	4	5392.674	395.740	0.000
Intragrupo	136.268	10	13.627		
Total	21706.965	14			

Fuente: SPSS – V25

- c. Regla de decisión

- ✓ Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa (hipótesis del estudio).
- ✓ Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa (hipótesis del estudio).

$P\text{-valor} = 0.000$, por lo tanto $0.000 < 0.05$, entonces se acepta la hipótesis de la investigación y se rechaza Ho.

- d. Se concluye que existe evidencia estadística para indicar que “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días”.

❖ Análisis normal para la resistencia a la Flexión del concreto - 28 Días

- a. Formulación de normalidad para la hipótesis nula y alternativa
- Ho: “La distribución de la variable resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SI está sujeto a la normalidad”.
 - Ha: “La distribución de la variable resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, NO está sujeto a la normalidad”.
- b. Nivel significante: $\alpha < 0.05$, con garantía de confiabilidad al 95%.
- c. Elección del test estadístico: Se optó por la prueba de Shapiro-Wilk ello debido a la presencia de 15 grados de libertad.

Tabla 69. Prueba de normalidad - Flexión del concreto

Evaluación de normalidad				
Dosificación		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	Grados de libertad	Significancia
Flexión pasado 28 Días	Patrón	0.956	3	0.594
	5% RCT + 15% RVM	1.000	3	0.959
	10% RCT + 15% RVM	0.842	3	0.219
	15% RCT + 15% RVM	0.961	3	0.619
	22% RCT + 15% RVM	0.841	3	0.217

Fuente: SPSS – V25

- d. Regla de decisión
- ✓ Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa
 - ✓ Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta la hipótesis nula
- La tabla 71 presenta el P-valor con resultados superiores a 0,05 por lo tanto se toma la hipótesis nula.
- e. Conclusión: Los datos de la variable resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, SI están sujetos a la normalidad, con nivel significativo de 5%.

Evaluación Anova de una ruta

- a. Planteamiento del problema
- Ho: “El uso de residuos de caucho y vidrio NO influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días”.
 - Ha: “El uso de residuos de caucho y vidrio SI influye en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días”.

Alcance de significancia: ($\alpha = 0.05 = 5\%$)

b. Determinación del análisis estadístico - ANOVA

Tabla 70. *Influencia en la flexión del concreto*

ANALISIS DE VARIANZA					
Flexión pasado 28 Dias					
	Sumatoria de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	Estadístico de Fisher	Significancia
Intergrupo	49.750	4	12.437	2.959	0.075
Intragrupo	42.028	10	4.203		
Total	91.777	14			

Fuente: SPSS V25

c. Regla de decisión

✓ Si $p\text{-valor} \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa

✓ Si $p\text{-valor} > 0.05$ se acepta la hipótesis nula

$P\text{-valor} = 0.075$, por lo tanto $0.075 > 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula y se rechaza hipótesis alternativa.

d. Conclusión: La Tabla 72 muestra evidencia estadística, y se concluye que “El uso de residuos de caucho y vidrio NO influye en la resistencia a la flexión del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ ”.

V. DISCUSIÓN

Discusión 01: Con respecto al objetivo específico uno; demostrar los efectos de la influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023; se realizó pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk y Anova, este último presenta un valor significativo de 0.000 siendo menor 0.05, coeficiente que permite aprobar la hipótesis propuesta y bajo tal respaldo se indica que los residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molido (RVM) influyen incrementando el grado de trabajabilidad del concreto. Por lo mencionado se observó que, al hacer el recambio parcial del árido fino con tasas del 5%, 10%, 15% y 22% de RCT más un 15% de RVM de manera estable, incrementa el asentamiento, obteniendo valores de 16.10 cm, 17.20 cm, 20.00 cm y 21.30 cm respectivamente y ello en comparación con el concreto de referencia cuyo resultado promedio es 13.90 cm (5 1/2 pulgadas). En ese sentido se tiene concordancia con el artículo de Ma, et al., (2023) quienes tuvieron entre sus objetivos el demostrar la influencia del caucho molido (CM) y vidrio triturado (VT) en la trabajabilidad para la elaboración de un eco-hormigón; los resultados más influyentes para la trabajabilidad fueron con el uso del 10%, 20% y 30% de VT combinados de forma individual con un 10% CM, dichas combinaciones aumentaron el grado de asentamiento a 6.00 cm, 6.20 cm y 6.50 cm en forma respectiva, ello comparado con diseño patrón con slump de 5.60 cm. De igual manera se coincide con la tesis de Valencia y otros, (2019) quienes tuvieron el objetivo de evaluar los efectos sinérgicos de las microesferas de vidrio (V) y desechos de neumáticos de caucho (C) en las cualidades físicas del concreto; para la trabajabilidad los resultados que obtuvieron son los siguientes: para el concreto patrón 7.20 cm y con relación al uso de caucho más vidrio se realizaron cinco diseños con proporciones en porcentaje (15 C + 0 V, 0 C + 15 V, 7.5 C + 7.5 V, 11.25 C + 3.75 V y 3.75 C + 11.25 V). En los cinco tipos de concreto se observó incrementos de la trabajabilidad teniendo valores de 8.00 cm, 9.00 cm, 13.00 cm, 15.00 cm y 20.00 cm ello frente a su respectivo patrón. En discusión, con los trabajos mencionados la presente investigación corrobora que el uso de caucho triturado y el vidrio molturado en forma combinada aumentan la capacidad trabajable de la mezcla

concreto, comparado a su respectivo concreto de control. Y según menciona Helmy, et al., (2023) tal situación se da debido a la naturaleza hidrofóbica de ambos insumos (no absorben agua), además esta condición permitirá una mejor adaptabilidad del concreto a su respectiva zona de trabajo. No obstante, es importante considerar las limitaciones indicadas por la norma ACI 211 ya que, de no cumplirse con tales requisitos, se tendrán problemas de segregación del concreto.

Discusión 02: Con respecto al segundo objetivo específico que consiste en demostrar los efectos de la influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023; mediante el uso de la técnica estadística Anova se determinó el valor de significancia cuyo resultado es 0.000; tal valor al ser menor a 0.05 indica la influencia de los residuos de caucho triturado (RCT) más residuos de vidrio molturado (RVM) en la fuerza de presión del concreto; la evidencia estadística es el reflejo de los resultados determinados en laboratorio. Para la compresión pasado 28 días, el concreto de referencia es de 281.20 Kg/cm^2 y al hacer el uso del 5% y 10% de RCT más un 15% RVM para ambos casos, los valores en compresión son 296.86 y 284.79 Kg/cm^2 respectivamente, demostrando una mejora considerable de 5.57% y 1.28% frente al concreto de control; el aumento de la capacidad resistente se da debido a la mayor presencia de RVM, que viene a ser 15% frente a un 5% y 10% de RCT; la arena de vidrio al tener mayor presencia en el concreto ofrecen mayor acción puzolánica sobrepasando la capacidad de reacción del 5 y 10% de caucho fino, además vale la pena mencionar que la arena de caucho libre en porcentajes menores, por sí sola mejora la resistencia a la fuerza compresiva del concreto. No obstante, con el uso del 15% y 22% de RCT más el 15% de RVM, los resultados decrecen en -19.79% y -28.90% respectivamente y ello en relación al concreto patrón; dichos valores en compresión son equivalentes a 225.56 Kg/cm^2 y 199.93 Kg/cm^2 . Cabe señalar que en descenso del $f'c$ ocurre debido a la gran presencia de caucho que en volumen sobrepasa considerablemente al insumo vítreo no dándole lugar a su efecto puzolánico además el caucho al sobrepasar el volumen de arena de vidrio, debilita la unión con la pasta. Bajo ese entender se tiene coincidencia con la investigación de Saavedra y Valladolid (2023) quienes

tuvieron como uno de sus objetivos, evaluar las cualidades mecánicas del concreto con $f'c$ de diseño 280 kg/cm^2 , reemplazando la arena tradicional al 4%, 8%, 12% y 16% en relación a su masa, por caucho molturado (CM) y 12% de vidrio molido (VM) de forma individual. A los 28 días de curado, los investigadores obtuvieron resultados positivos en compresión ello al hacer la aplicación del 4% y 8% de CM y en los dos casos combinados con un 12% de VM, por lo que las respuestas son; 317.85 Kg/cm^2 y 312.60 Kg/cm^2 en forma respectiva; dichos resultados exceden en un 9.75% y 7.94% al concreto de control cuyo resultado es 289.61 Kg/cm^2 . Con respecto a los diseños que emplean el 12% y 16% de CM combinado con el 12% de VM en ambos casos, los resultados dan 285.98 Kg/cm^2 y 266.69 Kg/cm^2 ello según el orden dado; en forma porcentual se traducen a un -1.25% y -7.90%. De igual modo se concuerda con la tesis de Quispe, y Zarate, (2020) quienes tuvieron como propósito de su investigación analizar la modificación en el comportamiento del hormigón con $f'c$ igual a 210 Kg/cm^2 mediante la incorporación de partículas vítreas. Los investigadores hicieron el uso de arena de vidrio como reemplazo del agregado menor en porcentajes del 20%, 30% y 40%, los resultados que obtuvieron al aplicar el 20% y 30% presentan valores muy ideales en comparación al concreto patrón, siendo dichos resultados 226.40 y 219.00 Kg/cm^2 respectivamente, para el concreto patrón 215.10 Kg/cm^2 . El hormigón con el 40% de vidrio presenta un valor de 211.80 Kg/cm^2 , siendo este valor inferior a sus precedentes. Y finalmente se concuerda con la tesis de Flores, (2023) quien dentro de sus objetivos específicos se propuso demostrar los efectos del uso de Caucho reciclado tratado térmicamente, en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ igual a 245 Kg/cm^2 Juliaca – 2023. El investigador hizo el uso de caucho tratado con calor en porcentajes del 5, 10 y 15% para la formulación de tres tipos de concreto y en los resultados se obtuvo 272.50 Kg/cm^2 para el patrón concreto mientras que la adición del 5% de caucho ofrece un resultado de 274.60 Kg/cm^2 existiendo una mejora de 0.80% frente al patrón. Frente a los resultados evaluados se confirma que las arenas de vidrio y caucho, en porcentajes adecuados tienen efectos positivos que mejoran el esfuerzo de compresión en el concreto; contrario a ello el uso de porcentajes mayores reduce su resistencia.

Bajo el aval de lo mencionado se llena el vacío de conocimiento en cuanto al uso de residuos de caucho más vidrio como agregados para concreto.

Discusión 03: En relación al objetivo específico tres, demostrar los efectos de la influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la fuerza de flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023; las pruebas estadísticas muestran evidencias, indicando que el uso de arena de caucho más arena de vidrio no tienen influencia en el esfuerzo flector del concreto, ya que para la significancia las pruebas por Anova muestran un valor de 0.075, siendo superior a 0.05 y en ese sentido se tienen los siguientes resultados: para el concreto de control la respuesta promedio pasado 28 días, es de 40.34 Kg/cm^2 , y para los diseños con 5%, 10%, 15% y 22% de caucho más 15% de vidrio, los resultados siguen la siguiente secuencia: 40.16 Kg/cm^2 , 36.73 Kg/cm^2 , 36.94 Kg/cm^2 y 36.07 Kg/cm^2 . Y se percibe que los diseños con partículas de caucho y vidrio no superan al concreto de control, sin embargo, la diferencia entre los resultados es mínima; por lo que se consideran aptos para su aplicación en el concreto. Por lo tanto, se tiene concordancia con los resultados obtenidos por Huaroc., (2021) quien tuvo en sus finalidades específicas determinar el efecto de los porcentajes del adición de vidrio reciclado con residuos de construcción en la resistencia a la flexión del concreto 210 Kg/cm^2 en estructura de edificaciones Lima, 2021; para el ensayo a la flexión el valor promedio obtenido después de 28 días fue de 31.10 Kg/cm^2 y ello con respecto al concreto de control. Asimismo, se observa que la adición del 18%, 26% y 30% de residuos vítreos más residuos inertes, muestran resultados de 29.70, 29.60 v y 29.50 Kg/cm^2 respectivamente, percibiendo un equilibrio en los resultados. Por otro lado, se tiene concordancia con la tesis de Mundaca (2022) tal investigador tuvo entre sus objetivos específicos el determinar la resistencia a la flexión del concreto con $f'c$ igual a 210 kg/cm^2 con incorporación de caucho y vidrio reciclado, Lima - 2022. El investigador hizo el uso de arena de caucho más vidrio en porcentajes del 5%, 10% y 15%. Los insumos en mención actúan como un reemplazante parcial del agregado fino. Pasado los 28 días realizaron los ensayos de flexión para el concreto, los resultados que obtuvieron son los siguientes: para el concreto de referencia 28.30 Kg/cm^2 para la adición del 5%

de caucho más vidrio se hallaron resultados con valor de 30.00 Kg/cm²; para el uso de un 10% de caucho con vidrio su resultado obtenido es 28.70 Kg/cm²; por último, la aplicación del 15% de la mezcla mencionada, ofrece el menor resultado equivalente a 28.00 Kg/cm². En relación a los resultados hallados en mencionados estudios, se llega a deducir que la arena de vidrio en porcentajes ideales mantiene un equilibrio con los resultados del concreto patrón. Con lo que respecta al caucho su uso en porcentajes adecuados ofrece un efecto fibroso que mejora la resistencia a la flexión del concreto. Y finalmente se reafirma que el uso sinérgico de ambos elementos tiene efectos positivos para el concreto sometido a condiciones de flexión.

Discusión 04: Con respecto al punto económico en la actual indagación se tiene el objeto comparar el costo que implica un concreto tradicional y un concreto con la incorporación de residuos de caucho y vidrio. Para la elaboración de 1 m³ de concreto convencional se estima un costo base de 354.20 S/. Y con el uso de la arena de caucho en tasas del 5%, 10%, 15% y 22% mezclados con un 15% de arenas vítreas, se observó que su aplicación eleva los costos de producción a tarifas de 432.90 S/, 447.30 S/, 461.80 S/ y 482.40 S/. respectivamente. Y en ese sentido se concuerda con la tesis de Castro y Sotomayor (2019) quienes dentro de sus objetivos específicos elaboraron una propuesta económica para el diseño de concreto con $f'c$ igual a 210 kg/cm², ello con la incorporación de gránulos de caucho (GC) y vidrio sódico cálcico (VSC) en tasas de recambio equivalente al 10%, 20% y 30% para ambos materiales. Los autores determinaron que el uso de tales insumos incrementa los costos de la siguiente manera; para los porcentajes de caucho con montos de 281.54 S/., 326.19 S/. y 370.82 S/., con el uso de vidrio valores de 274.52 S/., 312.12 S/. y 349.71 S/. y ello en comparación con el concreto de referencia cuya tarifa es 218.45 S/. Y en discusión con los resultados se determina que el uso de dichos insumos de forma combinada, así como independientemente, incrementan los costos de producción de concreto en la actualidad. Sin embargo, con el transcurso de los años y las nuevas políticas de reciclaje de residuos sólidos como el hule y el vidrio encaminan a realizar nuevas investigaciones para su reutilización, en ese entender se estima que sus costos de producción serán más bajos para su uso en la construcción.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 01: Inicialmente, se llevaron a cabo las pruebas estadísticas de Shapiro-Wilk y Anova. La evaluación de la varianza, reveló una significancia de 0.000, inferior 0.05, indicando así la presencia de influencia en la trabajabilidad del concreto. Al emplear los residuos de caucho triturado (RCT) y residuos de vidrio molturado (RVM), se observó incrementos en el asentamiento del concreto; este fenómeno se explica por la naturaleza hidrofóbica del caucho y vidrio, que impide la absorción de agua. La inclusión del 5% y 10% de RCT en ambos casos mezclados con el 15% de RVM resulta en un aumento de 2.20 cm y 3.30 cm en el asentamiento, ello en comparación con el concreto estándar cuyo resultado es de 13.90 cm (5 1/2 pulgadas); tales diseños son considerados óptimos debido a que cumplen los parámetros de la norma ACI 211 (consistencia fluida). Por otro lado, los diseños con un 15% y 22% de RCT, junto con un 15% de RVM, aumentan el grado de asentamiento en 6.13 cm y 7.40 cm respectivamente. La fluidez excesiva de la mezcla debido a estos porcentajes, tiene un impacto desfavorable en las cualidades mecánicas del hormigón. En última instancia, se concluye que la adición de RCT en proporciones del 5% y 10%, mas un 15% de RVM, mejora progresivamente la trabajabilidad del concreto sin comprometer sus propiedades fundamentales.

Conclusión 02: Según la respuesta del análisis de la varianza se tiene un p valor de 0.000 siendo menor a 0.05, ello da a concluir la influencia de residuos de caucho triturado (RCT) y residuos de vidrio molturado (RVM) en el esfuerzo compresivo para el concreto. El uso conjunto de RCT y RVM dan origen a un nuevo agregado sintético capaz de sustituir al árido fino, frente a ello se observa que el recambio del árido fino por un 5% y 10% de RCT, más un 15% de RVM, mejoran la resistencia a la fuerza compresiva del concreto (pasado los 28 días), presentando resultados de 296.86 Kg/cm², así como 284.79 Kg/cm² de modo respectivo, ello comparado con el diseño patrón que brinda un valor de 281.20 Kg/cm². Los resultados en mención se traducen a una mejora porcentual de 5.57% y 1.28% con relación al concreto referencial. Por otro lado, el uso del 15% y 22% de RCT combinado con el 15% de RVM, generan resistencias que varían

en un -19.79% y -28.90% . Frente a lo expuesto se concluye que el uso de RCT en tasas del 5% y 10% combinados con el 15% de RVM, son aptos para el uso parcial como sustituto del árido fino para elaborar un concreto estructural.

Conclusión 03: Respecto a la resistencia por falla de momento flector, el análisis estadístico muestra un p valor de 0.075 siendo mayor a 0.05 , indicando que no existe influencia de los residuos de caucho triturado (RCT) y vidrio molturado (RVM) en la flexión del concreto. Al ejecutar los ensayos prácticos, se observa que el uso de un 5% RCT más 15% RVM presenta resultados similares en comparación con el diseño patrón, tales valores vienen a ser 40.16 Kg/cm^2 , así como 40.34 Kg/cm^2 según la secuencia dada. Con los porcentajes del 10% , 15% y 22% de RCT mas el 15% RVM, se observa resultados similares con ligeras variaciones respecto al diseño de referencia, por lo que se concluye que “el uso de residuos de caucho y vidrio NO influye en la resistencia a la flexión del concreto”, además se concluye que el 5% y 10% RCT más 15% RVM son aptos para su uso en los diseños de hormigón estructural, ya que estos se encuentran dentro del rango normativo.

Conclusión 04: El uso de los desechos sólidos como el caucho y vidrio para la producción de concreto, es un proceso que trae beneficios a favor de la sociedad y la ecología, no obstante, mencionados materiales deben ser sometidos a procesos industriales que permitan la obtención de partículas ideales para la producción de la masa concreto; dichos procesos tienen un costo ligeramente elevado. Frente a lo expuesto se concluye que la producción de un árido sintético a base de residuos de caucho y vidrio, presenta un costo que excede al precio de producción del concreto convencional. Sin embargo, es conveniente asumir dicho presupuesto ya que la aplicación del 5% y 10% de RCT más un 15% de RVM, si mejoran las cualidades del concreto para edificaciones.

Conclusión 05: Con respecto al objetivo general del estudio, se demostró que el uso sinérgico de los finos de caucho y vidrio en porcentajes adecuados, influyen positivamente en el pastón concreto, ya que los resultados obtenidos mejoran sus propiedades mecánicas y físicas. Por lo tanto, se llega a concluir que las dosificaciones del 5% y 10% de RCT, más un 15% de RVM, son aptos para ser utilizados en la construcción de edificaciones en la metrópoli del Cusco.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 01: Para la manipulación de los residuos de caucho triturado (RCT) y residuos de vidrio molturado (RVM), así como para su respectivo proceso de molienda, se recomienda hacer el uso obligatorio de implementos de seguridad, ello debido a que dichos insumos son dañinos para la salud. En caso de la manipulación del vidrio, es recomendable hacer el uso de lentes y mascarillas, ya que las partículas finas podrían ocasionar daños en la salud visual y pulmonar.

Recomendación 02: Con respecto a la trabajabilidad del concretó se recomienda hacer el uso de los siguientes diseños: 5% RCT más 15% RVM y 10% RCT más 15% RVM, ya que los diseños en mención se encuentran dentro del parámetro indicado por el baremo ACI 211, aparte que mejora la trabajabilidad del concreto sin alterar de forma negativa sus cualidades mecánicas.

Recomendación 03: Respecto a la compresión del concreto, se observa mejoras al hacer uso de los diseños con 5% RCT más 15% RVM y 10% RCT más 15% RCT. Sin embargo, se recomienda investigar incrementando los porcentajes de vidrio molido, para combinarlo con elementos como el asbesto desechado; residuos de metal y plástico, dichos materiales molidos finamente, con el propósito de crear un agregado sintético, capaz de ser reemplazante parcial o total del agregado fino; ya que aún existen vacíos por llenar frente a la aplicación de nuevos insumos para el concreto. Asimismo, se recomienda hacer el uso de los residuos de caucho molido con tamaños que sean inferiores a la malla N° 16, ya que al tener gránulos de mayor dimensión debilitan la fuerza de unión con la pasta aglomerante.

Recomendación 04: Para la flexión del concreto, los diseños con 5% RCT más 15% RVM y 10% RCT más 15% RVM presentan una ligera disminución respecto al módulo de rotura del concreto patrón, pero aun así se recomienda su uso para la fabricación de un concreto estructural ya que sus resultados se encuentran dentro del intervalo indicado por la norma CIP. Por otro lado, se recomienda investigar el comportamiento conjunto de los desechos de vidrio,

caucho e hilos de acero, ya que se asume que dicha combinación podría mayorar la resistencia en la flexión del concreto.

Recomendación 05: En relación a las tarifas de producción para cada diseño, se observó que a mayor adición de los finos de caucho y vidrio los precios de producción incrementan, tal situación ocurre debido a la poca demanda de mencionados insumos. En aras de minimizar los precios de producción, se recomienda poner en práctica el uso de partículas de caucho y finos de vidrio para la producción del concreto; de esta manera generar mayor demanda que permita abaratar sus costos, aparte que a largo plazo será de gran beneficio para la ecología.

Recomendación 06: Para futuros trabajos con la variable caucho y vidrio se recomienda hacer los ensayos de Tracción indirecta, Absorción y Densidad del concreto. Por otro lado, se recomienda investigar haciendo el uso de partículas de vidrios planos; para su molienda es necesario emplear molinos de piedra ya que el vidrio plano por su gran dureza genero gran complicación para su molienda.

REFERENCIAS

Alkali-silica reaction and strength of concrete with pretreated glass particles as fine aggregates. **Lianfang, S., et al. 2021.** 02 15, 2021, Construction and Construction Materials, Vol. 271.

Arias, J. L. 2020. Metodos de Investigacion Online. 1. Arequipa : s.n., 2020.

Arispe, C. M., y otros. 2020. *La investigacion cientifica (Una aproximacion para los estudios de posgrado).* [ed.] Universidad Internacional de Ecuador. 2020. Vol. 1.

Arquitecturacivil. 2019. www.arquitecturacivil.blog. www.arquitecturacivil.blog. [Online] 2019. <https://arquitecturacivil.blog>

ASTM C78. 2021. Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la flexión del hormigón (Usando una viga simple con carga en los tercios). 10 03, 2021.

ASTM C143. 2015. Asentamiento del hormigon fresco. 2015.

ASTM C39. 2020. Determinacion del esfuerzo de compresión. 2020.

Ayuntamiento de Alpedrete. 2017. www.alpedrete.es. www.alpedrete.es. [Online] 2017. <https://www.alpedrete.es>

Batch grinding kinetics of scrap tire rubber particles in a fluidized-bed jet mill. **Liu, F., et al. 2018.** 12 28, 2018, Powder Technology., Vol. 305.

Benegas, Y. M. and Hurtado, E. M. 2017. *Agregados de la construccion.* 2017.

Biodegradation of natural and synthetic rubbers: A review. **Shah, A. A., et al. 2013.** 09 2013, International Biodeterioration & Biodegradation., Vol. 83.

Borja, M. 2016. *Metodologia de la Investigacion Cientifica para Ingenieros.* 2016.

Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. **Leon, M. P. y Ramirez, F. 2010.** 02, 08 de 2010, Revista Ingeniería de Construcción., Vol. 25.

Carrasco, S. 2006. *Metodologia de la Investigacion Cientifica.* 1. s.l. : San Marcos, 2006.

Castillo, P. M. y Fuentes, R. 2023. *Estudio de las propiedades mecánicas de bloques de concreto de baja densidad como material sostenible de construcción con adición de caucho reciclado triturado de llantas en desuso como agregado fino y material puzolánico como agregado grueso, Cusco, 2018.* Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Cusco : s.n., 2023. Tesis.

Castro, D. V. 2019. *Comportamiento del concreto a altas temperaturas con material reciclado: polvo de caucho y vidrio sódico cálcico.* 2019. Tesis.

Cement pastes modified with recycled glass and supplementary cementitious materials: Properties at the ambient and high temperatures. **Ling, C. T., et al. 2019.** 12 20, 2019, Journal of Cleaner Production., Vol. 241.

Characterization of synthetic turf rubber granule infill in Japan: Polyaromatic hydrocarbons and related compounds. **Nishia, I., et al. 2022.** 10 10, 2022, Science of The Total Environment., Vol. 842.

Cienciosi, P. and Marino, M. 2014. *Vidrio.* 2014.

CIP16 - Resistencia al a flexion del concreto. 2017. www.concretesupplyco.com.
www.concretesupplyco.com. [Online] 2017. <https://concretesupplyco.com>

Compression behavior and permeability of concrete composed of glass sand and rice husk ash. **Qiang, S. and Jinming, X. 2023.** 10 01, 2023, Journal of Building Engineering., Vol. 76.

Concrete containing waste recycled glass, plastic and rubber as sand replacement. **Steyn, Z., et al. 2021.** 02 01, 2021, Construction and Building Materials.

Corporacion AYAR S.A.C. 2023. *Laboratorio de Suelos, Concreto y Materiales.* Cusco, Coporacion AYAR S.A.C. Cusco : s.n., 2023. Tecnico.

Covinos, M. and Arias, J. L. 2021. *Diseño y Metodología de la Investigacion.* 1. Arequipa : s.n., 2021.

Desguases. 2021. *Desguase la Cabaña.* [Online] Enero 21, 2021. <https://xn--desguaceslacabaa-lub.com>

Design Glass Objects: The Portuguese Panorama. **Almeida, T. 2020.** 07 12, 2020, Arts.

Durability and mechanical properties of rubber concrete incorporating basalt and polypropylene fibers: Experimental evaluation at elevated temperatures. **Su, Q. and Xu, J. 2023.** 03 03, 2023, Construction and Building Materials, Vol. 368.

Effect of Maximum Aggregate Size on the Strength of Normal and High Strength Concrete. **Mohammed, G. A. and AL-Mashhadi, S. A. 2020.** 06, 2020, Civil Engineering Journal., Vol. 06.

Effect of waste glass bottles-derived nanopowder as slag replacement on mortars with alkali activation: Durability characteristics. **Hamzah, H. K., et al. 2021.** 12 2021, Case Studies in Construction Materials., Vol. 15.

Effects of rubber aggregates from grinded used tyres on the concrete resistance to cracking. **Ho, A. C., et al. 2012.** 01, 03 01, 2012, Journal of Cleaner Production., Vol. 23.

Efficiency of Ground Glass Fiber as a cementitious material, in mitigation of alkali-silica reaction of glass aggregates in mortars and concrete. **Hassan, R. D., Kaveh, A. and Prasada, R. R. 2018.** 01 2018, Journal of Building Engineering., Vol. 15.

Environmental and economic assessment on 3D printed buildings with recycled concrete. **Yilong, H., Zhihan, Y. and Jianzhuang, X. 2021.** 01 01, 2021, Journal of Cleaner Production.

Environmental pollution due to road vehicles, alternative solutions (electric vehicles, hybrids, bicycles) sustainability of crowded centers of cities. **Rusca, M., Dimen, L. and Marcuta, L. 2023.** 03 05, 2023, Scientific papers-series e-land reclamation earth observations & surveying environmental engineering.

Epoxy resin and ground tyre rubber replacement for cement in concrete: Compressive behaviour and durability properties. **Fernandez, M., et al. 2018.** 06 10, 2018, Construction and Building Materials., Vol. 173.

Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas. **Valencia, J. P., Gonzales, A. M. y Arbelaez, O. F. 2019.** 22, Medellin : s.n., 07 de 2019, Lampsakos.

Evaluación del rendimiento de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finalmente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio. **Ruiz, M. y Rodriguez, M. 2016.** 2016, Revista facultad de ciencias exactas, físicas y naturales., Vol. 3.

Evaluating mechanical properties and impact resistance of modified concrete containing ground Blast Furnace slag and discarded rubber tire crumbs. **Mhaya, A. M., et al. 2021.** 08 09, 2021, Construction and Building Materials., Vol. 295.

Evaluation of ASR of residual glass fine aggregates in alkali-activated concrete using concrete prism tests. **Khan, M. N., Saha, A. K. and Sarker, P. K. 2021.** 01 10, 2021, Construction and Building Materials, Vol. 266.

Evaluation of mechanical and durability properties of crumb rubber concrete. **Ramana, P. V. and Bisht, K. 2017.** 11 30, 2017, Construction and Building Materials., Vol. 115.

Experimental investigation of concrete prepared with waste rubber and waste glass. **Ma, Q., et al. 2023.** [ed.] Vincenzini P. 06 01, 2023, Ceramics International, Vol. 49.

Experimental Investigation of Self-Compacting Concrete with Recycled Concrete Aggregate. **Ahmed, S., et al. 2023.** 03 24, 2023, Buildings.

Experimental Study on Mechanical Properties of Concrete Containing Waste Glass and Its Application on Concrete-Filled Steel Tubular Columns. **Diao, Y., Chen, L. and Huang, Y. 2023.** 03 23, 2023, Processes.

Flexural strength and fracture size effects of pervious concrete. **Brake, N. A., Allahdadi, H. and Adam, F. 2016.** 06 15, 2016, Construction and Building Materials., Vol. 113.

Flores, O. G. 2023. *Influencia del uso del caucho de neumático reciclado con pretratamiento térmico en las propiedades mecánicas del concreto, Juliaca – 2023.* Universidad Cesar Vallejo. Juliaca : s.n., 2023. Tesis.

Fuel production from pyrolysis of natural and synthetic rubbers. **Kan, T., Strezov, V. and Evans, T. 2017.** 03 01, 2017, Fuel., Vol. 191.

Gallardo, E. E. 2017. *Metodologia de la Investigacion - Manual Autoformativo Interactivo.* Huancayo : Universidad Continental, 2017. Vol. 1.

Ground Waste Tire Rubber as a Total Replacement of Natural Aggregates in Concrete Mixes: Application for Lightweight Paving Blocks. **Sambucci, M. and Valente, M. 2021.** 12 07, 2021, Materials.

Guillen, L. F. and Llerena, I. M. 2020. *Influencia de forma, tamaño y textura de los agregados gruesos en las propiedades mecánicas del concreto.* 2020.

Haro, K. F. 2022. *Evaluación mecánica de bordillos prefabricados elaborados con hormigón que contiene áridos reciclados provenientes de elementos estructurales usados como sustituto parcial del árido natural.* Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. Quito : s.n., 2022.

Hernandez, E. and Rojas, J. P. 2021. *Estudio de la resistencia a la compresión del concreto, con vidrio molido reciclado como sustituto parcial del agregado fino.* 2021. Tesis.

Hernandez, R. and Mendoza, C. P. 2018. *Metodologia de la Investigacion, las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* 2018.

Hernandez, R., Fernandez, C. and Baptista, M. 2014. *Metodologia de la Investigacion.* 6. 2014.

Home Advances in Structural Engineering Conference paper. **Murugan, R. B. and Natarajan, C. 2015.** 2015, Advances in Structural Engineering.

Huaroc, M. E. 2021. *Adición de vidrio reciclado con residuos inertes para mejorar las propiedades mecánicas del concreto 210kg/cm² en estructuras de edificaciones, Lima, 2021.* Lima : s.n., 2021. Tesis.

Impact of combined use of ground glass powder and crushed glass aggregate on selected properties of Portland cement concrete. **Afshinnia, K. and Rongaraju, P. R. 2016.** 08 01, 2016, Construction and Building Materials., Vol. 117.

Incorporating waste to develop environmentally-friendly concrete mixes. **Gonzalez, R. E., et al. 2022.** 01 03, 2022, Construction and Building Materials, Vol. 314.

Llanto, Y. 2016. www.udocz.com. *www.udocz.com.* [Online] 01 2016. <https://www.udocz.com/apuntes/413286/vidrio-propiedades>.

Lopez, P. L. 2012. Poblacion, Muestra y Muestreo. 2012.

Mechanical and durability properties of waste rubber fiber concrete with and without silica fume. **Gupta, T., Chaudhary, S. and Sharma, R. K. 2016.** 01 26, 2016, Journal of Cleaner Production, Vol. 112.

Mechanical Behavior of Crushed Glass Waste as Aggregate Replacement. **Ihsan, A., et al. 2022.** 2022, Materials.

Mechanical Behavior of Crushed Waste Glass as Replacement of Aggregates. **Ihsan, A., et al. 2022.** 11 15, 2022, Materials.

Mezzich, D. N. and Sedano , Z. A. 2022. *Influencia de vidrio reciclado y caucho molido en las propiedades del concreto para muros de contención, Santa Clara, Ate, Lima, 2021.* 2022. Tesis.

Morales, L., Haurie, L. and Montón, J. 2017. *El vidrio en la edificación. propiedades,.* 2017.

Mundaca, E. 2022. *Mejoramiento de Propiedades Físico-Mecánicas del Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, reciclado, Lima – 2022.* Lima : s.n., 2022. Tesis.

Muñoz, C. I. 2018. *Metodología de la Investigacion.* [ed.] Aguilar I. s.l. : Progreso S.A de C.V, 2018.

Muñoz, S., et al. 2021. *Uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto: una revisión literaria.* 2021.

NCh 170. 1985. Hormigon - Requiticos Generales. 1985.

Nieves, C. A. 2018. *Influencia de partículas de caucho reciclado en las propiedades mecánicas.* Lima., Universidad Cesar Vallejo. Lima. : s.n., 2018. Tesis.

Norma ACI 211. 1991. Diseño de Mezclas de Hormigon. 1991.

Norma E 060. 2019. Concreto Armado. 2019.

NTP 339.034. 2008. Metodo de ensayo normalizado para la determinacion de la resistencia a la compresion del concreto, en muestras cilindricas. 2008.

NTP 339.035. 1999. Hormigon - Metodo de ensayo para la medicion del asentameinto del hormigon con el cono de Abrams. 1999.

NTP 339.078. 2012. Concreto: Metodo de ensayo para determinara la resistencia a la flexion del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. 2012.

Optimisation of rubberised concrete with high rubber content: An experimental investigation. **Raffoul, S., et al. 2016.** 10 15, 2016, Construction and Building Materials., Vol. 124.

Pasquel, E. 1999. *Topicos de Tecnologia del Concreto en el Peru.* 1999.

Performance of geopolymmer concrete containing recycled rubber. **Muhammed, A., et al. 2019.** 05 20, 2019, Construction and Building Materials., Vol. 207.

Performance of recycled waste glass sand as partial replacement of sand in concrete. **Tamanna, N., Tuladhar, R. and Sivakugan, N. 2020.** 04 10, 2020, Construction and Building Materials., Vol. 239.

Performance optimization of ground rubberized green concrete with metakaolin. **Mohsen, H., et al. 2021.** 12 2021, Structures., Vol. 34.

Pineda, E. B., Alvarado, E. L. and Canales, F. H. 1994. Metodologia de la Investigacion. 1994, Vol. II, p. 232.

Planeta-Medio Ambiente. 2022. BBVA. [Online] Enero 21, 2022. <https://revistamedioambiente.bbva>.

Plaza, D. 2023. Motor.es. [Online] 2023. <https://www.motor.es/que-es/caucho>.

Potential use of waste tire rubber as aggregate in cement concrete – A comprehensive review. **Yang, L., et al. 2019.** 11 20, 2019, Construction and Building Materials., Vol. 225.

Practical Application of Crumb Rubber Concrete in Residential Slabs. **Osama, Y., et al. 2022.** 02 2022, Structures, Vol. 36.

Properties of the mechanical in controlled low-strength rubber lightweight aggregate concrete (CLSRLC). **Huanag, L. J., Wang, H. Y. and Wu, Y. W. 2016.** 06 01, 2016, Construction and Building Materials, Vol. 112.

Quispe, N. y Zarate, F. J. 2020. *Análisis de la variación en el comportamiento del concreto $f'c=210$ kg/cm² con la adición de vidrio molido.* Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Cusco : s.n., 2020. Tesis.

Ramos, J. 2014. *Costos y Presupuestos en Edificaciones - CAPECO.* 12. Lima : s.n., 2014.

Recycled Glass Blends with Recycled Concrete Aggregates in Sustainable Railway Geotechnics. **Naeini, M., et al. 2021.** 02 25, 2021, Sustainability.

Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review. **Lo Presti, D. 2013.** 12 2013, Construction and Building Materials., Vol. 49.

Recycling of waste glass as a partial replacement for fine aggregate in concrete. **Ismail, Z. Z. and Al-Hashmi, E. A. 2009.** 02 02, 2009, Waste Management, Vol. 29.

Review of using glass in high-performance fiber-reinforced cementitious composites. **Guo, P., Bao, Y. and Meing, W. 2021.** 04 08, 2021, Cement and Concrete Composites., Vol. 120.

Ricardo, J. and Jimenez, E. 2021. Régimen Especial de Gestión y Manejo. cdn.www.gob.pe. [Online] 2021. <https://cdn.www.gob.pe>

Rimac, E. P. 2022. *Incorporación de vidrio molido para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210$ kg/cm²* Comas, Lima 2022. Lima. 2022. Tesis.

Rubber/crete: Mechanical properties of scrap to reuse tire-derived rubber in concrete. **Valente, M. and Sibai, A. 2019.** 06 19, 2019, Journal of Applied Biomaterials & Functional Materials.

Saavedra, I. M. y Valladolid, A. E. 2023. *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia incorporando porcentajes de vidrio y caucho molido.* Universidad Señor de Sipan. Pimentel : s.n., 2023. Tesis.

Strength evaluation of utilizing recycled plastic waste and recycled crushed glass in concrete footpaths. **Alireza, M., et al. 2019.** 02 10, 2019, Construction and Building Materials., Vol. 197.

Supo, F. and Caverro, H. 2014. Fundamentos Teóricos y Procedimentales de la Investigación Científica en Ciencias Sociales. 2014.

Sustainable rubbers and rubber additives. **Sarkar, P. and Bhowmick, A. K. 2017.** 09 20, 2017, Applied Polymer, Vol. 135.

Sustainable use of palm oil fuel ash as a supplementary cementitious material: A comprehensive review. **Hamadaa, M., et al. 2021.** 2021, Journal of Building Engineering.

Systematic Experimental Assessment of POFA Concrete Incorporating Waste Tire Rubber Aggregate. **Mhaya, A. M., et al. 2022.** 06 05, 2022, Polymers.

The Use of Recycled Tire Rubber, Crushed Glass, and Crushed Clay Brick in Lightweight Concrete Production: A Review. **Helmy, S. H., et al. 2023.** 06 25, 2023, Sustainability.

Tipos de Concreto. **Macias, H., y otros. 2021.** Manabi. : s.n., 2021, Artículos Científicos.

Toledo, N. 2016. Técnica de la Investigación Cualitativa y Cuantitativa. 2016.

Toward the development of sustainable concrete with Crumb Rubber: Design-oriented Models, Life-Cycle-Assessment and a site application. **Gravina, R. J. and Tianyu, X. 2022.** 01 10, 2022, Construction and Building Materials., Vol. 315.

Universidad Cesar Vallejo. 2023. *Evaluación de competencias investigativas 2023.* Lima : s.n., 2023.

UPCT. 2007. Materiales de construcción II. 2007.

Use of ceramic wastes as aggregates in concrete production: A review. **Sourau, R., et al. 2021.** 11 2021, Journal of Building Engineering., Vol. 43.

Uso del caucho de neumáticos triturados y aplicados al concreto: una revisión literaria. **Muñoz, S., y otros. 2021.** 2021, Revista de Investigación Talentos., Vol. VIII (I).

Utilization of waste glass powder in the production of cement and concrete. **Aliabda, A. A., Elmoaty, A. E. and Aboshama, A. Y. 2016.** 10 15, 2016, Construction and Building Materials., Vol. 124.

Valderrama, S. 2015. *Pasos para la elaborar proyectos de investigacion cientifica.* s.l. : San Marcos, 2015.

Vazques, C. P. 2022. *Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con partículas recicladas de caucho de neumáticos.* 2022. Tesis.

Waste glass recycling: The combined effect of particle size and proportion in concrete manufactured with waste recycled glass. **Gebremichael, N. N., Jadidi, K. and Karakouzian, M. 2023.** 08 15, 2023, Construction and Building Materials., Vol. 392.

Waste Rubber Recycling: A Review on the Evolution and Properties of Thermoplastic Elastomers. **Fazli, A. and Rodrigue, D. 2020.** 3, 02 27, 2020, Materials., Vol. 13.

Wikipedia. Enciclopedia libre. 2023. es.wikipedia.org. [Online] 2023. <https://es.wikipedia.org>

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Operacionalización de variables

Título: Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023.					
Autor: Gonzales Quispe, Abrahan					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE	El empleo de caucho triturado y vidrio molido como agregados presenta una perspectiva prometedora para la formulación de mezclas de concreto, ofreciendo una alternativa potencial al reemplazo parcial de los agregados naturales (Ma, et al, 2023)	La sinérgica de estos materiales, en diferentes dosis podría mejorar las propiedades del concreto. Y para ello es menester analizar y comprobar los resultados mediante pruebas de laboratorio.	Sustitucion con residuos de caucho triturado mas residuos de vidrio molido	5%(RCM) + 15%(RVM), 10%(RCM) + 15%(RVM), 15%(RCM) + 15%(RVM), 22%(RCM) + 15%(RVM).	Razon
Residuos de caucho y vidrio				Propiedades fisicas y mecanicas	Razon
VARIABLE DEPENDIENTE	El concreto exhibe dos fases distintas; una fase en estado fresco, caracterizada por su capacidad de ser trabajable, y otra fase en estado endurecido, en la que se vuelve rígida e inmutable. Estos estados dan origen a las propiedades físicas y mecánicas del concreto (UPCT, 2007, pag. 80)	En el presente estudio se analizarán las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. Este proceso se realiza en laboratorio en estricto cumplimiento de la normativa vigente.	Propiedad Fisica	Trabajabilidad del concreto (cm)	Razon
Propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			Propiedad Mecanica	Resistencia a la Compresion (Kg/cm2)	Razon
			Propiedad Mecanica	Resistencia a la Flexion (Kg/cm2)	Razon

ANEXO 2: Matriz de Consistencia

Título: Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023.											
Autor: Gonzales Quispe, Abrahan											
Problema	Objetivo	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología				
Problema general	Objetivo general	Hipotesis general	Variable independiente	Sustitucion con resisduos de caucho y vidrio.	5%(RCM) + 15%(RVM), 10%(RCM) + 15%(RVM), 15%(RCM) + 15%(RVM), 22%(RCM) + 15%(RVM).	Balanza y fichas de laboratorio.	Tipo de Investigacion Aplicada Enfoque de Investigacion Cuantitativa				
¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones?	Demostrar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.	El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.	Residuos de caucho y vidrio.								
Problema especificos	Objetivos especificos	Hipotesis especificas	Variable dependiente	Propiedad fisica.	Trabajabilidad del concreto (cm)	Ensayo de Revenimiento (NTP 339.035)	Diseño de Investigacion Experimental / Cuasi - experimental Nivel de Investigacion explicativo				
¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones?	Determinar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.	El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en la trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.	Propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$								
¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones?	Determinar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.	El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.						Propiedad mecanica.	Resistencia a la Compresion (Kg/cm2)	Ensayo de Resistencia a la Compresion (NTP 339.034)	Poblacion: Compuesta por 60 unidades de estudio (Concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con sustitucion parcial de RCT mas RVM)
¿Qué efectos tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones?	Determinar los efectos que tiene el uso de residuos de caucho y vidrio en la resistencia a la flexión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.	El uso de residuos de caucho y vidrio si influye en la resistencia a la flexion del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para edificaciones.						Propiedad mecanica.	Resistencia a la Flexion (Kg/cm2)	Ensayo de Resistencia ala Flexion (NTP 339.078)	Muestra: 45 Probetas cilindricas y 15 Vigas prismaticas (con sustitucion de RCT mas RVM) Muestreo: No probabilistico

ANEXO 3: Validación de instrumentos de recolección de datos

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210$ KG/CM², EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Rozas Gomez Myail Elio

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL LIMA NORTE**, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi proyecto de investigación y con lo cual optare el Título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: "**Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210$ Kg/cm², edificaciones, Cusco, 2023.**" Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención. Hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Bach. Gonzales Quispe, Abrahán

D.N.I. 46589387



Ing. Myail E. Rozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 142088

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'C = 210 KG/CM2, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Mgt. César Edilberto Arbulú Jurado

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mi saludo y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO FILIAL LIMA NORTE**, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi proyecto de investigación y con lo cual optare el Título de Ingeniero Civil.

El título del proyecto de investigación es: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm2, edificaciones, Cusco, 2023." Y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención. Hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Certificado de validez de contenido de instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Bach. Gonzales Quispe, Abrahán
D.N.I. 46589387



CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 115764

1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

1.1. VARIABLE DEPENDIENTE

1.1.1. VARIABLE: V1-PROPIEDADES DEL CONCRETO

El concreto es un elemento cuyas componentes básicas son el agua, cemento y agregados (fino y grueso) y de ser necesario la adición de aditivos, el concreto en su estado fresco tiene la característica de ser trabajable, moldeable a sí mismo en su estado seco posee características rígidas (Pasquel, 1999). Y por lo expuesto se tiene el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, el cual posee la resistencia relativamente alta y su uso abarca ampliamente en construcciones como; edificios de gran altura, puentes, muros de contención, represas, túneles y otros (Arquitecturacivil, 2019).

El concreto exhibe dos fases distintas; una fase en estado fresco, caracterizada por su capacidad de ser trabajable, y otra fase en estado endurecido, en la que se vuelve rígida e inmutable. Estos estados dan origen a las propiedades físicas y mecánicas del concreto (UPCT, 2007).

1.1.2. Dimensiones de la variable:

- **Dimensión 1.- TRABAJABILIDAD**

Permite verificar la plasticidad de las mezclas de concreto en su estado fresco, es decir que tan dura o aguada esta la mezcla (Seca, Plástica y Fluida) La Norma ASTM C143 señala los pasos para su correcta elaboración, asimismo la norma NTP 339.035 indica que el tiempo para esta actividad tendrá una duración de 2 minutos con 30 segundos desde su inicio hasta su final.

- **Dimensión 2.- RESISTENCIA A LA COMPRESION**

La norma NTP 339.034, señala que el esfuerzo a la compresión es una cualidad importante del concreto y ello consiste en la suficiencia para resistir una fuerza por cada unidad de área. Según indica la norma ASTM C39, este ensayo evalúa el esfuerzo a la compresión en el concreto ($f'c$) por medio de la aplicación de una fuerza uniaxial sobre el testigo de concreto en forma de cilindro, hasta su respectiva falla. El valor numérico de esta prueba es

determinado mediante la división del esfuerzo máximo sobre la sección transversal del cilindro.

- **Dimensión 3.- RESISTENCIA A LA FLEXION**

Ensayo de Resistencia a la flexión del concreto es aquella prueba que permite observar la resistencia a las fallas por momento flector en una viga de concreto sin refuerzo (CIP, 2017). La normativa ASTM C 293 al igual que la norma NTP 339.079 señalan que este test consiste en colocar una carga de flexión en la zona central de un espécimen (viga prismática). Este ensayo permitirá determinar la unidad de quiebre de los especímenes con el fin de verificar el cumplimiento de las especificaciones requeridas para su aplicación satisfactoria en obra.

1.2. VARIABLE INDEPENDIENTE: RESISDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO

Según Valencia et al. (2019) en su artículo "Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas" la combinación de residuos de caucho granulado más residuos de vidrio molido son una potencial alternativa para la producción de mezclas de concreto esto haciendo un reemplazo parcial de los agregados naturales. Cabe mencionar que el binomio caucho-vidrio puede mejorar las características mecánicas del concreto. Asimismo Qiankun, et al., (2023) en su artículo "Investigación experimental de hormigones preparados con residuos de caucho y residuos de vidrio" señalan que el uso de residuos de caucho granulado más residuos de vidrio molido pueden ser una buena opción para la formulación de mezclas de concreto. En el proyecto de investigación a realizar se analizará las propiedades físico-mecánicas de aquel concreto elaborado con la incorporación de residuos de caucho triturado (RCT) más los residuos de vidrio molido (RVM) respecto al volumen del árido fino. El uso de estos materiales reduce la contaminación por desechos haciendo el reciclaje, además contribuye a salvaguardar el entorno ambiental y los recursos naturales.

Matriz de operacionalización de variables

Titulo: Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023.					
Autor: Gonzales Quispe, Abrahan					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE	El empleo de caucho triturado y vidrio molido como agregados presenta una perspectiva prometedora para la formulación de mezclas de concreto, ofreciendo una alternativa potencial al reemplazo parcial de los agregados naturales (Ma, et al, 2023)	La sinérgica de estos materiales, en diferentes dosis podría mejorar las propiedades del concreto. Y para ello es menester analizar y comprobar los resultados mediante pruebas de laboratorio.	Sustitucion con residuos de caucho triturado mas residuos de vidrio molido	5%(RCM) + 15%(RVM), 10%(RCM) + 15%(RVM), 15%(RCM) + 15%(RVM), 22%(RCM) + 15%(RVM).	Razon
Residuos de caucho y vidrio				Propiedades físicas y mecánicas	Razon
VARIABLE DEPENDIENTE	El concreto exhibe dos fases distintas; una fase en estado fresco, caracterizada por su capacidad de ser trabajable, y otra fase en estado endurecido, en la que se vuelve rígida e inmutable. Estos estados dan origen a las propiedades físicas y mecánicas del concreto (UPCT, 2007, pag. 80)	En el presente estudio se analizarán las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$. Este proceso se realiza en laboratorio en estricto cumplimiento de la normativa vigente.	Propiedad Fisica	Trabajabilidad del concreto (cm)	Razon
Propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$			Propiedad Mecanica	Resistencia a la Compresion (Kg/cm ²)	Razon
			Propiedad Mecanica	Resistencia a la Flexion (Kg/cm ²)	Razon



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

EVALUACION DE EXPERTOS

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:

Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023.

EXPERTO:

Mgt. Ing. Rozas Gomez Mijail Elio

Se presenta a usted el instrumento de recoleccion de datos del proyecto de investigacion para su revision y sugerencias.

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿ El instrumento de recoleccion de datos esta orientado a la investigacion?	SI
2. ¿ En el instrumento de recoleccion de datos se aprecia las variables de la investigacion?	SI
3. ¿ Los instrumentos de recoleccion de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigacion?	SI
4. ¿ Los instrumentos de recoleccion de datos se relacionan con la o las variables del estudio?	SI
5. ¿ La redaccion del instrumento de recoleccion de datos es coherente?	SI
6. ¿ El diseño del instrumento de recoleccion de datos sera accesible a la poblacion y muestra del estudio?	SI
7. ¿ La aplicacion del instrumento de recoleccion de datos es clara, sencilla y precisa para la investigacion?	SI

SUGERENCIAS:

Ninguna

ATENTAMENTE:

 CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
LABORATORIO DE ACIQUIL, CONCRETO Y ASFALTO

Mijail E. Rozas Gómez
Ing. Mijail E. Rozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 142088



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

EVALUACION DE EXPERTOS

TITULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION:

Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023.

EXPERTO:

Ing Mgt Cesar Edilberto Arbulu Jurado

Se presenta a usted el instrumento de recoleccion de datos del proyecto de investigacion para su revision y sugerencias.

CRITERIOS	OBSERVACIONES
1. ¿ El instrumento de recoleccion de datos esta orientado a la investigacion?	Si
2. ¿ En el instrumento de recoleccion de datos se aprecia las variables de la investigacion?	Si
3. ¿ Los instrumentos de recoleccion de datos facilitan el logro de los objetivos de la investigacion?	Si
4. ¿ Los instrumentos de recoleccion de datos se relacionan con la o las variables del estudio?	Si
5. ¿ La redaccion del instrumento de recoleccion de datos es coherente?	Si
6. ¿ El diseño del instrumento de recoleccion de datos sera accesible a la poblacion y muestra del estudio?	Si
7. ¿ La aplicacion del instrumento de recoleccion de datos es clara, sencilla y precisa para la investigacion?	Si

SUGERENCIAS:

Enfocar el mismo tema, pero añadiendo el análisis a través de un modelo de producción con base en redes neuronales.
(por ejemplo: NEURAL DESIGNER)

ATENTAMENTE:


CÉSAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 115704



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

CORPORACION AYAR S.A.C.

CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

La gerencia de la **Corporación Ayar S.A.C.** Laboratorio de Suelos, Concreto y Materiales.

CERTIFICA

Que el Bach. **ABRAHAN GONZALES QUISPE**, identificado con DNI N° 46589387, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, realizara sus ensayos de laboratorio de su tesis "**INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.**" A partir del 04 de septiembre del 2023.

Se expide el siguiente certificado a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Cusco 04 de septiembre del 2023


CORPORACIÓN AYAR S.A.C
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
Ing. Milail E. Rozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
C.I.R. 142088

Jr. Pisac Mza. A lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco – Cusco – Perú
Cel. 994 739 437, Tel. 084 235 370, WEB. www.ayar.pe



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

GRANULOMETRIA.

ENSAYO:	GRANULOMETRIA.		
NORMA:	MTC E204 / ASTM C136 / NTP 400.012		
CANTERA:		FECHA DE MUESTREO:	
UBICACIÓN:		FECHA DE ENSAYO:	

AGREGADO FINO		PESO DE LAMUESTRA SECA, Ws (g)			PORCENTAJE QUE PASA (%)		
TAMIZ.		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	ARENA	ESPECIFICACION.	
(pulg)	(mm)					MINIMO.	MAXIMO.
3/8"	9.50					100	100
Nº 4	4.75					95	100
Nº 8	2.36					80	100
Nº16	1.18					50	85
Nº 30	0.60					25	60
Nº 50	0.30					10	30
Nº 100	0.15					2	10
Nº 200	0.08					0	3
FONDO							

Error: _____

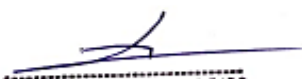
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO: _____

AGREGADO GRUESO		PESO DE LAMUESTRA SECA, Ws (g)			PORCENTAJE QUE PASA (%)		
TAMIZ.		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	GRAVA	ESPECIFICACION.	
(pulg)	(mm)					MINIMO.	MAXIMO.
1 1/2"	37.50					95	100
1"	25.00					52	87
3/4"	19.00					35	70
1/2"	12.50					20	45
3/8"	9.50					10	30
Nº 4	4.75					0	5
Nº 8	2.36						
Nº16	1.18						
Nº 30	0.60						
FONDO							

Error: _____

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO: _____

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO: _____


 CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 115784


 CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

 Ing. Mijail E. Rozas Gómez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 142088



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO:	CONTENIDO DE HUMEDAD.		
NORMA:	MTC E108 / ASTM D2216 / NTP 339.127		
CANTERA:		FECHA DE MUESTREO:	
UBICACIÓN:		FECHA DE ENSAYO:	

I.D.	DESCRIPCION.	ENSAYO N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)			
B	Peso Tara mas muestra Humeda (g)			
C	Peso Tara mas muestra Seca (g)			
D	Peso muestra Humeda - Ph (g). D = B - A			
E	Peso muestra Seca - Ps (g). E = C - A			
F	Peso del Agua (g). F = B - C			
G	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%) = $\frac{D - E}{E} \times 100$			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO. (W%)				

I.D.	DESCRIPCION.	ENSAYO N°		
		1	2	3
A	Peso Tara (g)			
B	Peso Tara mas muestra Humeda (g)			
C	Peso Tara mas muestra Seca (g)			
D	Peso muestra Humeda - Ph (g). D = B - A			
E	Peso muestra Seca - Ps (g). E = C - A			
F	Peso del Agua (g). F = B - C			
G	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%) = $\frac{D - E}{E} \times 100$			
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO. (W%)				

CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
LABORATORIO DE PUEBLOS, CONCRETO Y ASFALTO


Ing. Milail E. Rozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
CIR. 142008


CÉSAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 115764



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

PESO UNITARIO Y VACIO DE LOS AGREGADOS.

ENSAYO:	GRANULOMETRIA.		
NORMA:	MTC E203 / ASTM C29 / NTP 400.017		
CANTERA:		FECHA DE MUESTREO:	
UBICACIÓN:		FECHA DE ENSAYO:	

Diametro del Cilindro Metalico:	
Altura del Cilindro Metalico:	

AGREGADO FINO.		Tamaño Maximo Nominal (T.M.N.)		Volumen Molde.	0.0000 m3	
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	1	2	3	RESULTADOS.
A	Peso del Molde.	Kg				
B	Peso del Molde + A. F. Compactado.	Kg				
C	Peso del A.F. Compactado. $C = B - A$	Kg				
D	PESO UNITARIO COMPACTADO. $D = C / \text{Volumen del Molde.}$	Kg/m3				
E	Peso del Molde + A. F. Suelto.	Kg				
F	Peso del A.F. Suelto. $F = E - A$	Kg				
G	PESO UNITARIO SUELTO. $D = F / \text{Volumen del Molde.}$	Kg/m3				

Diametro del Cilindro Metalico:	
Altura del Cilindro Metalico:	

AGREGADO FINO.		Tamaño Maximo Nominal (T.M.N.)		Volumen Molde.	0.0000 m3	
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	1	2	3	RESULTADOS.
A	Peso del Molde.	Kg				
B	Peso del Molde + A. F. Compactado.	Kg				
C	Peso del A.F. Compactado. $C = B - A$	Kg				
D	PESO UNITARIO COMPACTADO. $D = C / \text{Volumen del Molde.}$	Kg/m3				
E	Peso del Molde + A. F. Suelto.	Kg				
F	Peso del A.F. Suelto. $F = E - A$	Kg				
G	PESO UNITARIO SUELTO. $D = F / \text{Volumen del Molde.}$	Kg/m3				

CORPORACIÓN AYAR S.A.C
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE CONCRETO Y ASFALTO

Ing. Mijail E. Kozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
C.I.R. 142088

CESAR EDLBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP. N° 115784



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION - A.F.

ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION - A.F.		
NORMA:	MTC E 05 / ASTM C128 / NTP 400.022		
CANTERA:		FECHA DE MUESTREO:	
UBICACIÓN:		FECHA DE ENSAYO:	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO.						
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	1	2	3	RESULTADOS.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (P.S.S.S.)	gr				
B	Peso del Frasco + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr				
C	Peso del Frasco + Agua + P.S.S.S. C = A + B	gr				
D	Peso del Frasco + P.S.S.S. + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr				
E	Volumen de Masa + volumen de vacío E = C - D	cm ³				
F	Peso Seco del Suelo (en estufa a 105°C +/- 5°C)	gr				
G	Volumen de Masa. G = E - (A - F)	cm ³				
H	PESO ESPECIFICO BULK. (base seca.) H = F / E	gr/m ³				
I	PESO ESPECIFICO BULK. (base saturada.) I = A / E	gr/m ³				
J	PESO ESPECIFICO APARENTE. (base seca.) J = F / G	gr/m ³				
K	ABSORCION. K = ((A - F) / F) * 100	%				

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION - A.G.

ENSAYO:	PESO ESPECIFICO Y ABSORCION - A.G.		
NORMA:	MTC E206 / ASTM C127 / NTP 400.021		
CANTERA:		FECHA DE MUESTREO:	
UBICACIÓN:		FECHA DE ENSAYO:	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO						
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	1	2	3	RESULTADOS.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en Aire.	gr				
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en Agua.	gr				
C	Volumen de Masa -Volumen de Vacío. C = A - B	gr				
D	Peso Seco del Suelo [en estufa a 105°C +/- 5°C]	gr				
E	Volumen de Masa. E = C - (A - D)	cm ³				
F	PESO ESPECIFICO BULK. (base seca.) F = D / C	gr/m ³				
H	PESO ESPECIFICO BULK. (base saturada.) G = A / C	gr/m ³				
I	PESO ESPECIFICO APARENTE. (base seca.) H = D / E	gr/m ³				
J	ABSORCION. K = ((A - D) / D) * 100	%				

CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Ing. Mitall E. Rozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 142088

CESAR EDILBERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP. N° 115764



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM2, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION

ENSAYO:	GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION - A.F.		
NORMA:	MTC E 05 / ASTM C 128 / NTP 400.022		
CANTERA:		FECHA DE MUESTREO:	
UBICACION:		FECHA DE ENSAYO:	

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO.						
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	1	2	3	RESULTADOS.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (P.S.S.S.)	gr				
B	Peso del Frasco + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr				
C	Peso del Frasco + Agua + P.S.S.S. C = A + B	gr				
D	Peso del Frasco + P.S.S.S. + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr				
E	Volumen de Masa + volumen de vacio E = C - D	cm ³				
F	Peso Seco del Suelo (en estufa a 105°C +/- 5°C)	gr				
G	Volumen de Masa. G = E - (A - F)	cm ³				
H	PESO ESPECIFICO BULK. (base seca.) H = F / E	gr/m ³				
I	PESO ESPECIFICO BULK. (base saturada.) I = A / E	gr/m ³				
J	PESO ESPECIFICO APARENTE. (base seca.) J = F / G	gr/m ³				
K	ABSORCION. K = [(A - F) / F] * 100	%				

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

ENSAYO:	PESO ESPECIFICO Y ABSORCION - A.G.		
NORMA:	MTC E 06 / ASTM C 127 / NTP 400.021		
CANTERA:		FECHA DE MUESTREO:	
UBICACION:		FECHA DE ENSAYO:	

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO						
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	1	2	3	RESULTADOS.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en Aire.	gr				
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en Agua.	gr				
C	Volumen de Masa - Volumen de Vacio. C = A - B	gr				
D	Peso Seco del Suelo (en estufa a 105°C +/- 5°C)	gr				
E	Volumen de Masa. E = C - (A - D)	cm ³				
F	PESO ESPECIFICO BULK. (base seca.) F = D / C	gr/m ³				
H	PESO ESPECIFICO BULK. (base saturada.) G = A / C	gr/m ³				
I	PESO ESPECIFICO APARENTE. (base seca.) H = D / E	gr/m ³				
J	ABSORCION. K = [(A - D) / D] * 100	%				


 Ing. Mijail E. Rozas Gómez
 JEFE DE LABORATORIO
 CIR. 142088


 CESAR EDULBERTO ARBULU JURADO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP. N° 115764



INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F'c = 210 KG/CM², EDIFICACIONES, CUSCO, 2023.

DISEÑO DE MEZCLAS POR EL METODO ACI 211			
CEMENTO			
		Tipo de Cemento:	
		Peso Especifico:	Kg/m ³
ITEN	CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO		
1	Resistencia a la Compresion		Kg/cm ²
	Resistencia a la Compresion Requerida		Kg/cm ²
2	Selección de Asentamiento	Consistencia	
		Asentamiento	
3	Aire Incorporado	SI	NO
	Volumen de Agua		Li/m ³
4	Contenido de Aire Total		(%)
5	Relacion Agua/Cemento		
6	Factor Cemento		Kg/m ³
			Bolsas/m ³
7	Contenido de agregado Grueso	Vol. Agregado Grueso	m ³
		Peso Agregado Grueso	Kg/m ³
8	Calculo del Volumen Absoluto	Cemento	m ³
		Agua	m ³
		Agregado Grueso	m ³
		Aire	m ³
		Sumatoria	m ³
9	Contenido de Agregado Fino	Vol. Agregado Fino	m ³
		Peso Agregado Fino	Kg/m ³
10	Presentacion en Estado Seco	Cemento	Kg
		Agua	Kg
		Agregado Grueso	Kg
		Agregado Fino	Kg
CORRECCION POR HUMEDAD			
11	Peso Humedo	Agregado Fino	
		Agregado Grueso	
12	Cantidad de Material en Estado Humedo	Cemento	Kg/m ³
		Agua	Kg/m ³
13	DOSIFICACION EN PESO (m ³)	Agregado Grueso	Kg/m ³
		Agregado Fino	Kg/m ³
14	DOSIFICACION EN VOLUMEN (m ³)	Cemento	Agua
		Agregado Fino	Agregado Grueso
15	DOSIFICACION POR BALDES DE 20 LI	Cemento	Agua
		Agregado Fino	Agregado Grueso


CORPORACIÓN AYAR S.A.C
LABORATORIO DE ENCUENTROS CONCRETOS AYAR

Ing. Milán E. Rozas Góñez
JEFE DE LABORATORIO
DIP. 342000


CESAR EDR. BERTO ARBULU JURADO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 115754

Anexo 4. Panel fotográfico



FIGURA 1: Recolección y limpieza de residuos de vidrio



FIGURA 2: Proceso para la obtención de arena de vidrio



FIGURA 3: Limpieza y preparación del caucho para su molienda



FIGURA 4: Molino triturador de caucho



FIGURA 5: Residuos de caucho triturado



FIGURA 6: Residuos de vidrio molido



FIGURA 7: Peso unitario para el caucho triturado

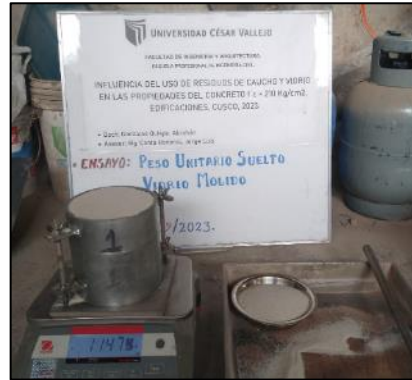


FIGURA 8: Peso unitario para el vidrio molido



FIGURA 9: Agregado fino



FIGURA 10: Agregado grueso



FIGURA 11: Proceso de cuarteo del agregado fino – cantera de Huambutio



FIGURA 12: Proceso de cuarteo del agregado grueso – cantera de Vichos



FIGURA 13: Análisis de granulometría para el agregado fino – cantera de Huambutio



FIGURA 14: Análisis de granulometría para el agregado grueso – cantera de Vichos

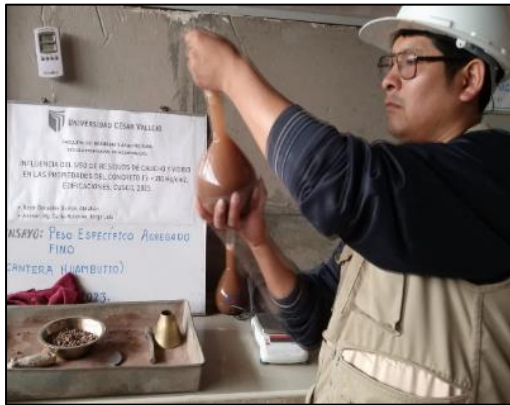


FIGURA 15: Peso específico para el agregado fino – cantera de Huambutio



FIGURA 16: Peso específico para el agregado grueso – cantera de Vichos



FIGURA 17: Peso unitario para el agregado fino – cantera de Huambutio



FIGURA 18: Peso unitario para el agregado grueso – cantera de Vichos



FIRURA 19: Material para el concreto



FIGURA 20. Preparación del concreto



FIRURA 21: Preparado de concreto



FIGURA 22: Trabajabilidad del concreto





FIGURA 23: Ensayo de trabajabilidad del concreto



FIGURA 24: Medición de la altura del asentamiento



FIGURA 25: Moldes primaticos para flexión



FIGURA 26: Moldes cilíndricos para Compresion



FIGURA 27: Llenado y varillado de vigas prisma



FIGURA 28: Llenado y golpeteo de vigas prisma



FIGURA 29: Llenado de probetas cilíndricas



FIGURA 30: Varillado de probetas cilíndricas



FIGURA 31: Probetas cilíndricas en estado fresco



FIGURA 32: Vigas prisma en estado fresco



FIGURA 33: Probetas cilíndricas en estado solido



FIGURA 34: Vigas prisma en estado solido



FIGURA 35: Desmoldado de briquetas



FIGURA 33: Desmoldado de vigas prisma



FIGURA 37: Curado de especímenes cilíndricos



FIGURA 38: Curado de especímenes prismáticos



FIGURA 39: Probetas cilíndricas de 15 cm x 30 cm



FIGURA 40: Vigas de 15 cm x 15 cm x 50 cm

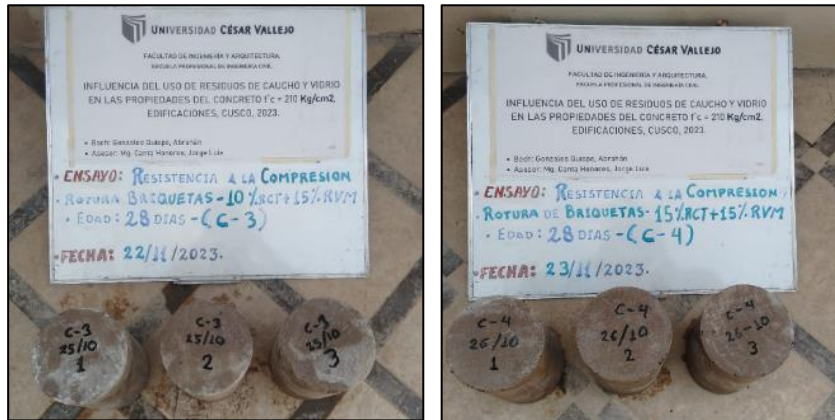


FIGURA 41: Preparación de probetas cilíndricas para ser sometidas a compresión

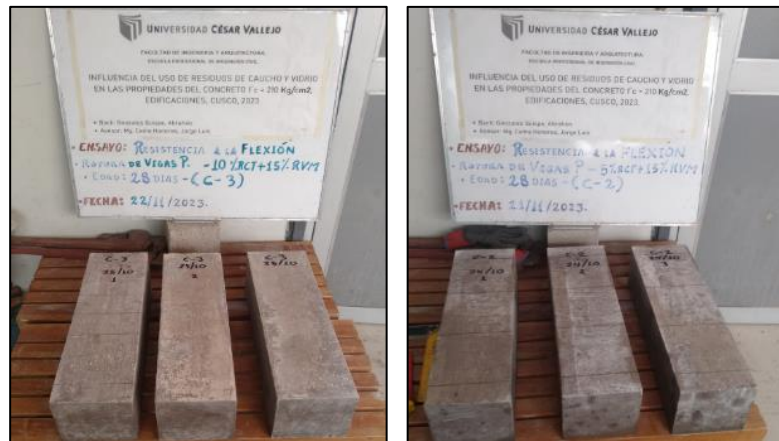


FIGURA 41: Preparación de vigas prismáticas para ser sometidas a flexión



FIGURA 42: Toma de medidas diametrales - probetas cilíndricas de 15 cm x 30 cm



FIGURA 43: Medición de la altura de las probetas cilíndricas



FIGURA 44: Medición de la altura de las probetas cilíndricas - lado opuesto



FIGURA 45: Medición y trazado de líneas en los tercios de las vigas prisma



FIGURA 46: Trazo de líneas en los tercios de las vigas para ser sometidas a flexión



FIGURA 47: Control y medición del peralte y base de las vigas prismáticas



FIGURA 48: Compresion de probetas cilíndricas



FIGURA 49: Flexión de vigas prismáticas



FIGURA 50: Ensayo a la compresión del concreto

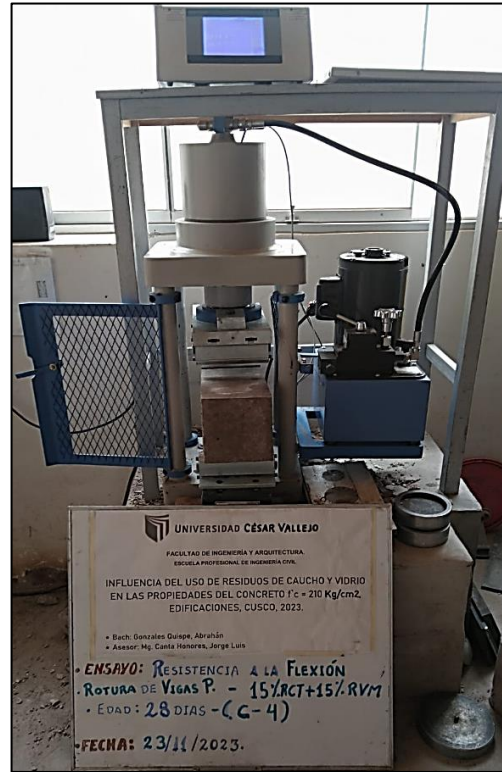


FIGURA 51: Ensayo a la flexión del concreto



FIGURA 52: Briquetas sometidas a compresión



FIGURA 53: Vigas sometidas a flexión



FIGURA 54: Desechos de briquetas y vigas destinados para relleno en edificaciones

Anexo 5. Certificado de ensayos de laboratorio

CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
Jr. Pisac Mza. A lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco – Cusco – Perú
Celular. 994 739 437, Tel. 084 235 370, pagina web. www.ayar.pe



CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

La gerencia de la **Corporación Ayar S.A.C.** Laboratorio de Suelos, Concreto y Materiales.

CERTIFICA

Que el Bach. **ABRAHAN GONZALES QUISPE**, identificado con DNI N° 46589387, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, ha realizado sus ensayos de laboratorio de su tesis **"INFLUENCIA DEL USO DE RESIDUOS DE CAUCHO Y VIDRIO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F´C = 210 KG/CM2, EDIFICACIONES, CUSCO, 2023."** A partir del 04 de septiembre del 2023 al 24 de noviembre del 2023

Se expide el siguiente certificado a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Cusco 24 de noviembre del 2023


CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS
Ing. Mijail E. Bozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 142088



**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
CORPORACION AYAR S.A.C.**

**INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO
INFORME TECNICO**

Nº 2023 - 125

**PROYECTO: "Influencia del uso de residuos de
caucho y vidrio en las propiedades del concreto
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".**



SOLICITANTE: Bach: Abraham Gonzales Quispe

RESPONSABLE: Mijail E. Rozas Gómez
Ingeniero Civil
CIP: 142088


UBICACIÓN: DISTRITO : CUSCO
PROVINCIA : CUSCO
REGION : CUSCO

NOVIEMBRE DEL 2023



Ing. Mijail E. Rozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 142088

1. Propiedades físicas y mecánicas – Agregado Grueso

Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".				
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco				
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe				
Fecha: 05 de Septiembre del 2023				
Cantera: Vicho - Pisac				
Ensayo:		CONTENIDO DE HUMEDAD		
Norma:		MTC E - 108 / ASTM D - 2216 / NTP 339.127		
AGREGADO GRUESO.				
ID.	DESCRIPCION.	ENSAYO N°		
		M-1	M-2	M-3
A	Peso Bandeja (g)	435.00	435.00	435.00
B	Peso Bandeja mas Muestra Humeda (g)	935.00	935.00	935.00
C	Peso Bandeja mas Muestra Seca (g)	932.00	933.00	932.00
D	Peso Muestra Humeda "Ph" (g). $D = B - A$	500.00	500.00	500.00
E	Peso Muestra Seca "Ps" (g). $E = C - A$	497.00	498.00	497.00
F	Peso del Agua (g). $F = B - C$	3.00	2.00	3.00
G	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%) = $100 * (D - E) / F$	0.60 %	0.40 %	0.60 %
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO. (W %)		0.54 %		
 <p style="text-align: center;">CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO</p>				

Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
Solicitante: Bach. Abraham Gonzales Quispe
Fecha: 05 de Septiembre del 2023
Cantera: Vicho - Pisac

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200

MTC E - 202 / ASTM C - 117 / AASHTO T - 11

DATOS DEL LAVADO DE LA MUESTRA

Peso de la Muestra Seca Antes del Lavado (gr) = 6150.00
 Peso de la Muestra Seca Después del Lavado (gr) = 6127.00
 Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) = 23.00

MATERIAL MAS FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200

Material que pasa el tamiz N° 200 (gr) = 23.00
 Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200 = 0.37 %

Fraciones Gruesa y Fina de la Muestra

Fraccion Fina (Pasa el Tamiz N° 200) = 0.37 %
 Fraccion Gruesa (Retiene el tamiz N° 200) = 99.63 %
 Total: 100.00 %

Cantidad de material que pasa el tamiz N° 200



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe
Fecha: 05 de Septiembre del 2023
Cantera: Vicho - Pisac

Ensayo: ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO
Norma: MTC E - 204 / ASTM C - 136 / NTP 400.012

AGREGADO GRUESO		PESO DE LA MUESTRA SECA, W_s (g)			6227.00		
TAM.		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)		
(ϕ)	(mm)				GRAVA	ESPECIFICACION	
					L. MINIMO.	L. MAXIMO.	
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
1"	25.00	108.90	1.75	1.75	98.25	52.00	87.00
3/4"	19.00	543.21	8.73	10.47	89.53	35.00	70.00
1/2"	12.50	2704.70	43.44	53.92	46.08	20.00	45.00
3/8"	9.50	1419.44	22.80	76.72	23.28	10.00	30.00
Nº 4	4.75	1244.56	19.99	96.71	3.29	0.00	5.00
Nº 8	2.36	125.73	2.01	98.72	1.28		
Nº 16	1.18	23.71	0.38	99.10	0.90		
Nº 30	0.60	10.78	0.17	99.27	0.73		
Nº 50	0.30	8.30	0.13	99.41	0.59		
Nº 100	0.15	12.61	0.20	99.61	0.39		
FONDO		24.34	0.39	100.00	0.00		
		6225.78	100.00				

Error: 0.0196% **ENSAYO ACEPTADO**

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO GRUESO: 6.80

TAMARO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO: 3/4"



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm², edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco

Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe

Fecha: 05 de Septiembre del 2023

Cantera: Vicho - Pisac

Ensayo: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Norma: MTC E - 05 / ASTM C - 128 / NTP 400.022

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

ID.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	M - 1	M - 2	RESULTADOS.
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en Aire.	gr	3006.30	3001.40	
B	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo en Agua.	gr	1857.00	1856.00	
C	Volumen de Masa -Volumen de Vacio. C = A - B	gr	1149.30	1145.40	
D	Peso Seco del Suelo (en estufa a 105°C +/- 5°C)	gr	2960.00	2957.30	
E	Volumen de Masa. E = C - (A - D)	cm ³	1103.00	1101.30	
F	PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E. m) F = D / C	gr/cm ³	2.575	2.582	2.579
G	PESO ESPECIFICO DE MASA. (P.E. sss) G = A / C	gr/cm ³	2.616	2.620	2.618
H	PESO ESPECIFICO APARENTE. (P.E.A.) H = D / E	gr/cm ³	2.684	2.685	2.684
I	ABSORCION. I = [(A - D) / D] * 100	%	1.564	1.491	1.528

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION - AGREGADO GRUESO



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe
Fecha: 05 de Septiembre del 2023
Cantera: Vicho - Pisac


Ensayo: PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO
Norma: MTC E - 203 / ASTM C - 29 / NTP 400.017

Diametro del Cilindro Metalico:	15.255 cm
Altura del Cilindro Metalico:	16.744 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO.						
AGREGADO GRUESO.		Tamaño Maximo Nominal (T.M.N.)	1 1/2"			0.0031 m3
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	M - 1	M - 2	M - 3	RESULTADOS.
A	Peso del Molde.	Kg	5.984	5.984	5.984	
B	Peso del Molde + A. F. Compactado.	Kg	11.937	11.979	11.984	
C	Peso del A.F. Compactado. C = B - A	Kg	4.953	4.995	5.000	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO. D = C / Volumen del Molde.	Kg/m ³	1618.433	1632.157	1633.791	1628.127
E	Peso del Molde + A. F. Suelto.	Kg	11.210	11.189	11.239	
F	Peso del A.F. Suelto. F = E - A	Kg	4.226	4.205	4.255	
G	PESO UNITARIO SUELTO. G = F / Volumen del Molde.	Kg/m ³	1380.880	1374.018	1390.356	1381.751



2. Propiedades físicas y mecánicas – Agregado Fino

Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".				
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: 05 de Septiembre del 2023 Cantera: Huambulo				
Ensayo:		CONTENIDO DE HUMEDAD		
Norma:		MTC E - 108 / ASTM D - 2216 / NTP 339.127		
AGREGADO FINO.				
I.D.	DESCRIPCION.	ENSAYO N°		
		M-1	M-2	M-3
A	Peso Bandeja (g)	384.00	385.00	384.00
B	Peso Bandeja mas Muestra Humeda (g)	884.00	885.00	884.00
C	Peso Bandeja mas Muestra Saca (g)	876.00	878.00	877.00
D	Peso Muestra Humeda "Ph" (g). $D = B - A$	500.00	500.00	500.00
E	Peso Muestra Saca "Ps" (g). $E = C - A$	492.00	493.00	493.00
F	Peso del Agua (g). $F = B - C$	8.00	7.00	7.00
G	CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO (W%) = $100 * (D - E) / E$	1.63 %	1.42 %	1.42 %
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO. (W %)		1.49 %		
CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO FINO				
				

Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco

Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe

Fecha: 05 de Septiembre del 2023

Cantera: Huambutio

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200

MTC E - 202 / ASTM C - 117 / AASHTO T - 11

DATOS DEL LAVADO DE LA MUESTRA

Peso de la Muestra Seca Antes del Lavado (gr) =	1745.00
Peso de la Muestra Seca Después del Lavado (gr) =	1531.00
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) =	214.00

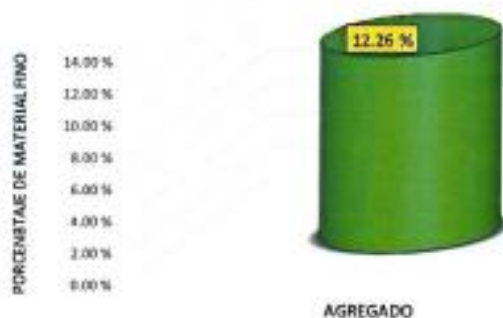
MATERIAL MAS FINO QUE PASA EL TAMIZ Nº 200

Material que pasa el tamiz Nº 200 (gr) =	214.00
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz Nº 200 =	12.26 %

Fraciones Gruesa y Fina de la Muestra

Fracion Fina (Pasa el Tamiz Nº 200) =	12.26 %
Fracion Gruesa (Retiene el tamiz Nº 200) =	87.74 %
Total:	100.00 %

Cantidad de material fino que pasa el tamiz Nº 200



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm², edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco

Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe

Fecha: 05 de Septiembre del 2023

Cantera: Huambulo

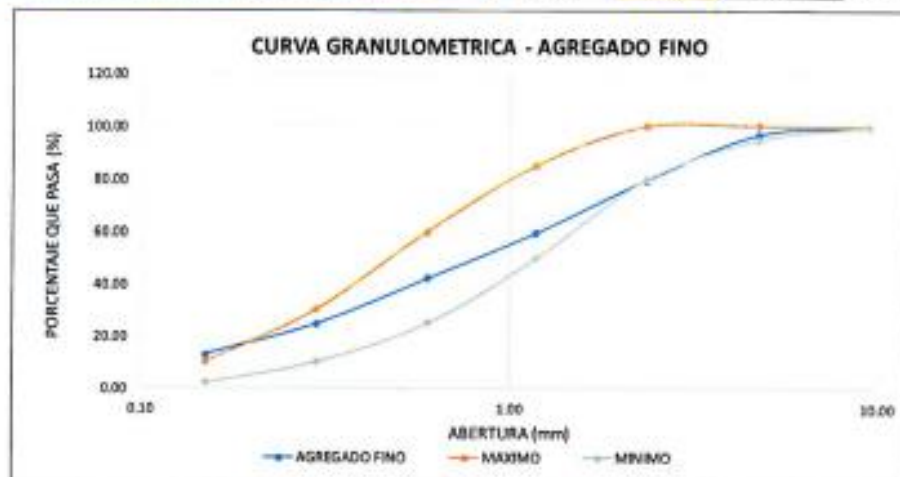
Ensayo: ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Norma: MTC E - 204 / ASTM C - 136 / NTP 400.012

AGREGADO FINO		PESO DE LA MUESTRA SECA, W _s (g)			2650.00		
TAM. (ϕ)	(mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	N° RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (N)		
					ARENA	ESPECIFICACION	
						L. MINIMO	L. MAXIMO
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.75	48.58	2.94	2.94	97.06	95.00	100.00
Nº 8	2.36	286.12	17.34	20.29	79.71	80.00	100.00
Nº 16	1.18	332.31	20.14	40.43	59.57	50.00	85.00
Nº 30	0.60	284.10	17.22	57.64	42.36	25.00	60.00
Nº 50	0.30	291.24	17.65	75.29	24.71	10.00	30.00
Nº 100	0.15	193.63	11.74	87.03	12.97	2.00	10.00
FONDO		214.00	12.97	100.00	0.00		
		1649.98	100.00				

Error: 0.0012% **ENSAYO ACEPTADO**

MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO: 2.30 **2.84** 3.10 **SI CUMPLE**



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm², edificaciones, Cusco, 2023".

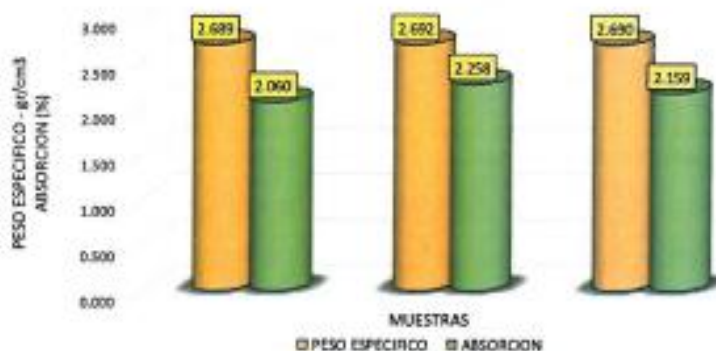
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe
Fecha: 05 de Septiembre del 2023
Cantera: Huambúto

Ensayo: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
Norma: MTC E - 05 / ASTM C - 128 / NTP 400.022

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO.

I.D.	DESCRIPCION	UNIDAD	M - 1	M - 2	RESULTADOS
A	Peso Saturado Superficialmente Seco del Suelo (P.S.S.S.)	gr	500.40	502.60	
B	Peso del Frasco + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr	1263.50	1257.50	
C	Peso del Frasco + Agua + P.S.S.S. C = A + B	gr	1763.90	1760.10	
D	Peso del Frasco + P.S.S.S. + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr	1577.80	1573.40	
E	Volumen de Masa + volumen de vacío E = C - D	cm ³	186.10	186.70	
F	Peso Seco del Suelo (en estufa a 105°C ± 5°C)	gr	490.30	491.50	
G	Volumen de Masa. G = E - (A - F)	cm ³	176.00	175.60	
H	PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E. m) /E	H = F gr/cm ³	2.635	2.633	2.634
I	PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E. sss) = A / E	I gr/cm ³	2.689	2.692	2.690
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A.) /G	J = F gr/cm ³	2.786	2.799	2.792
K	ABSORCION. [(F) - 100	K = [(A - F) %	2.060	2.208	2.159

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION - AGREGADO FINO



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto
 $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
Solicita: Bach. Abrahan Gonzales Quispe
Fecha: 05 de Septiembre del 2023
Cantera: Huambullo

Ensayo: PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO
Norma: MTC E - 203 / ASTM C - 29 / NTP 400.017

Diametro del Cilindro Metalico:	15.255 cm
Altura del Cilindro Metalico:	16.744 cm

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO.

I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.)			RESULTADOS.
			< 1/2"	M - 2	M - 3	
A	Peso del Molde.	Kg	6.984	6.984	6.984	
B	Peso del Molde + A. F. Compactado.	Kg	12.498	12.579	12.562	
C	Peso del A.F. Compactado. C = B - A	Kg	5.514	5.595	5.578	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO. D = C / Volumen del Molde.	Kg/m ³	1801.745	1828.212	1822.657	1817.538
E	Peso del Molde + A. F. Suelto.	Kg	11.975	11.907	12.059	
F	Peso del A.F. Suelto. F = E - A	Kg	4.991	4.923	5.075	
G	PESO UNITARIO SUELTO. G = F / Volumen del Molde.	Kg/m ³	1630.850	1608.631	1658.298	1632.593



3. Propiedades del Caucho Triturado

Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

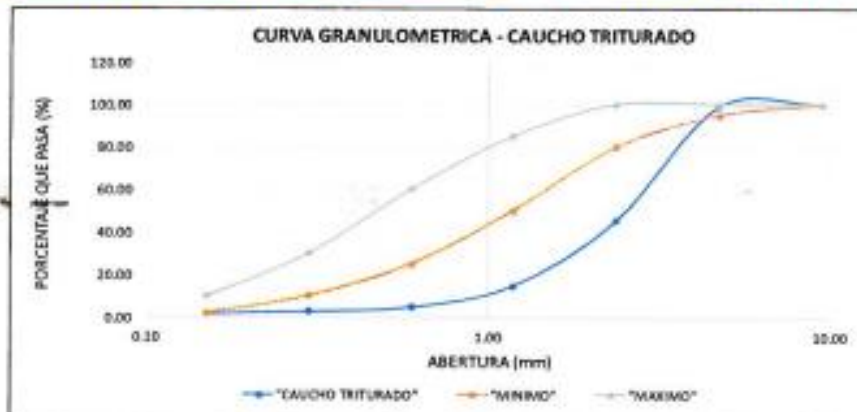
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
 Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe
 Fecha: 05 de Septiembre del 2023
 Origen: Reciclaje

Ensayo: **ANALISIS GRANULOMETRICO DEL CAUCHO TRITURADO**
 Norma: **MTC E - 204 / ASTM C - 136 / NTP 400.012**

CAUCHO TRITURADO		PESO DE LA MUESTRA SECA, W_s (g)			300.00			
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)		ESPECIFICACION	
(ϕ)	(mm)				CAUCHO TRITURADO	L. MINIMO	L. MAXIMO	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.75	2.20	0.73	0.73	99.27	95.00	100.00	100.00
Nº 8	2.36	161.80	54.01	54.74	45.26	80.00	100.00	100.00
Nº 16	1.18	91.10	30.41	85.15	14.85	50.00	85.00	85.00
Nº 30	0.60	29.70	9.91	95.06	4.94	25.00	60.00	60.00
Nº 50	0.30	6.30	2.10	97.16	2.84	10.00	30.00	30.00
Nº 100	0.15	3.10	1.03	98.20	1.80	2.00	30.00	30.00
FONDO		5.40	1.80	100.00	0.00			
		299.60	100.00					

Error: 0.3333% **ENSAYO ACEPTADO**

MODULO DE FIBRA DEL CAUCHO TRITURADO:	2.30	3.33	3.10
---------------------------------------	------	------	------



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco

Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe

Fecha: 05 de Septiembre del 2023

Origen: Reciclaje

Ensayo: **PESO UNITARIO DEL CAUCHO TRITURADO**
Norma: MTC E - 203 / ASTM C - 29 / NTP 400.017

Diametro del Cilindro Metalico:	15.255 cm
Altura del Cilindro Metalico:	16.744 cm

PESO UNITARIO DEL CAUCHO TRITURADO					
CAUCHO TRITURADO		Tamaño Máximo Nominal (T.M.N.)	< 1/2"	Volumen Molde.	0.0031 m ³
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	M - 1	M - 2	RESULTADOS.
A	Peso del Molde.	Kg	6.984	6.984	
B	Peso del Molde + A. F. Compactado.	Kg	8.819	8.599	
C	Peso del A.F. Compactado. C = B - A	Kg	1.635	1.615	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO. D = C / Volumen del Molde.	Kg/m ³	534.250	527.714	530.982
E	Peso del Molde + A. F. Suelto.	Kg	8.299	8.314	
F	Peso del A.F. Suelto. F = E - A	Kg	1.315	1.330	
G	PESO UNITARIO SUELTO. G = F / Volumen del Molde.	Kg/m ³	429.687	434.588	432.138

PESO UNITARIO COMPACTADO Y SUELTO - CAUCHO MOLIDO



	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA PROM
□ PESO U. COMPACTADO	534.250	527.714	530.982
■ PESO U. SUELTO	429.687	434.588	432.138

4. Propiedades del Vidrio Molido

Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco

Solicitante: Bach. Abraham Gonzales Quispe

Fecha: 05 de Septiembre del 2023

Origen: Reciclaje

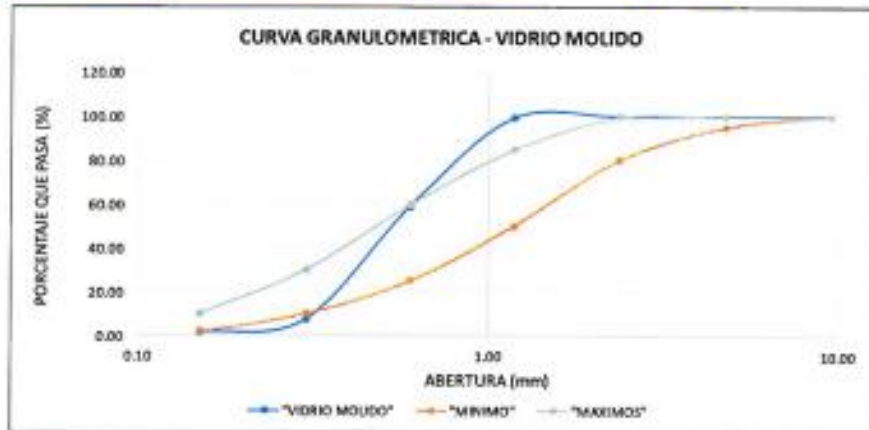
Ensayo: **ANALISIS GRANULOMETRICO DEL VIDRIO MOLIDO**

Norma: MTC E - 204 / ASTM C - 136 / NTP 400.012

VIDRIO MOLIDO		PESO DE LA MUESTRA SECA, W_s (g)			500.00		
TAMIZ		PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO (%)	N. RETENIDO ACUMULADO (%)	PORCENTAJE QUE PASA (%)		
(phi)	(mm)				VIDRIO MOLIDO	ESPECIFICACION	
					L. MINIMO	L. MAXIMO	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95.00	100.00
Nº 8	2.36	0.00	0.00	0.00	100.00	80.00	100.00
Nº 16	1.18	3.50	0.70	0.70	99.30	50.00	85.00
Nº 30	0.60	201.10	40.24	40.94	59.06	25.00	60.00
Nº 50	0.30	259.30	51.89	92.84	7.16	10.00	30.00
Nº 100	0.15	28.90	5.78	98.62	1.38	2.00	10.00
FONDO		6.90	1.38	100.00	0.00		
		499.70	100.00				

Error: 0.0600% **ENSAYO ACEPTADO**

MODULO DE FINURA DEL VIDRIO FINO: 2.30 **2.33** 3.10



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
Solicita: Bach. Abrahan Gonzales Quispe
Fecha: 05 de Septiembre del 2023
Origen: Reciclaje

Ensayo: PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL VIDRIO MOLIDO
Norma: MTC E - 05 / ASTM C - 128 / NTP 400.022

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL VIDRIO MOLIDO.

ID	DESCRIPCION	UNIDAD	N-1	N-2	RESULTADOS	
A	Peso Saturated Superficialmente Seco del Suelo (P.S.S.S.)	gr	500.00	500.00		
B	Peso del Frasco + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr	1257.60	1263.60		
C	Peso del Frasco + Agua + P.S.S.S. $C = A + B$	gr	1757.60	1763.60		
D	Peso del Frasco + P.S.S.S. + Agua hasta la marca de 500 ml.	gr	1568.00	1573.90		
E	Volumen de Masa + volumen de vacio $E = C - D$	cm ³	189.60	189.70		
F	Peso Seco del Suelo (en estufa a 105°C +/- 0°C)	gr	499.85	499.95		
G	Volumen de Masa. $G = E - (A - F)$	cm ³	189.45	189.65		
H	PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E. m) $= F / E$	H	gr/cm ³	2.636	2.635	2.636
I	PESO ESPECIFICO DE MASA (P.E. sas) $= A / E$	I	gr/cm ³	2.637	2.636	2.636
J	PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A.) $J = F / G$	J	gr/cm ³	2.638	2.636	2.637
K	ABSORCION. $= [(A - F) / F] * 100$	K	%	0.03	0.01	0.020

PESO ESPECIFICO - VIDRIO MOLIDO



Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".

Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe
Fecha: 05 de Septiembre del 2023
Origen: Reciclaje




Ensayo: **PESO UNITARIO DEL VIDRIO MOLIDO**
Norma: MTC E - 203 / ASTM C - 29 / NTP 400.017

Diametro del Cilindro Metalico:	15.255 cm
Altura del Cilindro Metalico:	16.744 cm


PESO UNITARIO DEL VIDRIO MOLIDO					
VIDRIO MOLIDO		Tamaño Maximo Nominal (T.M.N.)	< 1/2"	Volumen Molde.	0.0031 m3
I.D.	DESCRIPCION.	UNIDAD.	M - 1	M - 2	RESULTADOS.
A	Peso del Molde.	Kg	6.984	6.984	
B	Peso del Molde + A. F. Compactado.	Kg	11.996	12.042	
C	Peso del A.F. Compactado. $C = B - A$	Kg	5.012	5.058	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO. $D = C / \text{Volumen del Molde.}$	Kg/m ³	1637.712	1652.743	1645.227
E	Peso del Molde + A. F. Suelto.	Kg	11.507	11.515	
F	Peso del A.F. Suelto. $F = E - A$	Kg	4.523	4.531	
G	PESO UNITARIO SUELTO. $G = F / \text{Volumen del Molde.}$	Kg/m ³	1477.927	1480.541	1479.234



5. Resumen de datos para diseño de mezclas $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - METODO ACI 211					
INFORME TECNICO					
Basado a la norma ACI Comité 211					
<p>Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre del 2023</p>					
Numero de Formato:	1	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088
CARACTERISTICAS DE LOS AGREGADOS.			DATOS DE ENTRADA.		
DESCRIPCION	Agregado Fino	Agregado Grueso	Caucho Molido	Vidrio Molido	Unidad
Peso Unitario Suelto:	1632.593	1381.751	432.138	1479.234	Kg/m ³
Peso Unitario Compactado Suelto:	1817.538	1628.127	530.982	1645.227	Kg/m ³
Peso Especifico:	2690.000	2618.000	1050.000	2636.000	Kg/m ³
Humedad:	1.490	0.540	0.000	0.000	(%)
Absorcion:	2.159	1.528	0.000	0.000	(%)
Modulo de Fineza:	2.840	6.800	0.000	0.000	Adnmsl
Tamaño Máximo de Agregado Grueso:				3/4"	Plg
CARACTERISTICAS DEL CEMENTO					
Tipo de Cemento:		Yura		IP	
Peso:		42.50		Kg	
Volumen:		0.0283		m ³	
Volumen:		1.00		Pie ³	
Peso Especifico:		2850.00		Kg/m ³	
  Ing. Mijail E. Rozas Gómez JEFE DE LABORATORIO CIP. 142088					

6. Diseño del concreto patrón (C- 1)

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - METODO ACI 211									
INFORME TECNICO									
Basado a la norma ACI Comité 211									
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f _c = 210 Kg/cm ² , edificaciones, Cusco, 2023". Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre del 2023									
Numero de Formato:	2	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088				
CONCRETO PATRON									
ITEN	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO								
1	Porcentaje de Caucho Molido:						0	(%)	
	Porcentaje de Vidrio Molido:						0	(%)	
2	Resistencia a la Compresion (f _c)	210						Kg/cm ²	
	Resistencia a la Compresion Requerida (f' _{cr})	294						Kg/cm ²	
3	Selección de Asentamiento	Consistencia						FLUIDA	
		Asentamiento						6" - 7"	
4	Aire Incorporado						NO		
	Volumen de Agua						216.00	Li/m ³	
5	Contenido de Aire Total						2.00	(%)	
6	Relacion Agua/Cemento						0.966	Li/Kg	
7	Factor Cemento						381.377	Kg/m ³	
							8.974	Bolsas/m ³	
8	Contenido de agregado Grueso	Vol. Agregado Grueso						0.616	m ³
		Peso Agregado Grueso						1002.926	Kg/m ³
9	Volumen Absoluto	Sumatoria de volúmenes					0.753	m ³	
10	Contenido de Agregado Fino	Vol. Agregado Fino						0.247	m ³
11	CORRECCION POR HUMEDAD (1 m ³ de C ^o)								
	Concreto Para Uso Industrial				Valores Redondeados				
	Cemento						381.377	382.00	Kg
	Agua Efectiva						230.356	231.00	Kg
	Agregado Grueso						1008.342	1008.00	Kg
	Agregado Fino						674.589	674.00	Kg
	Caucho Molido						0.000	0.00	Kg
Vidrio Molido						0.000	0.00	Kg	
12	DOSIFICACION EN PESO GLOBAL								
	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA INDUSTRIA		
	1	1.76	2.64	0.00	0.00	0.60			
13	DOSIFICACION EN VOLUMEN GLOBAL								
	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA OBRA		
	1	1.62	2.87	0.00	0.00	0.91			


7. Diseño de concreto con 5% RCT + 15% RVM (C – 2)

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - METODO ACI 211							
INFORME TECNICO							
Basado a la norma ACI Comité 211							
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023". Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre del 2023							
Numero de Formato:		3	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088	
CONCRETO CON 5% RCT + 15% RVM							
ITEN	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO						
1	Porcentaje de Caucho Molido:				5	%	
	Porcentaje de Vidrio Molido:				15	%	
2	Resistencia a la Compresion (F'c)		210		Kg/cm ²		
	Resistencia a la Compresion Requerida (F'cr)		294		Kg/cm ²		
3	Selección de Asentamiento		Consistencia		FLUIDA		
			Asentamiento		6" - 7"		
4	Aire Incorporado				NO		
	Volumen de Agua		216.00		Li/m ³		
5	Contenido de Aire Total		2.00		%		
6	Relacion Agua/Cemento		0.556		Li/Kg		
7	Factor Cemento		381.377		Kg/m ³		
			8.974		Bolsas/m ³		
8	Contenido de agregado Grueso		Vol. Agregado Grueso		0.616 m ³		
			Peso Agregado Grueso		1002.926 Kg/m ³		
9	Volumen Absoluto		Sumatoria de volúmenes		0.753 m ³		
10	Contenido de Agregado Fino		Vol. Agregado Fino		0.247 m ³		
CORRECCION POR HUMEDAD (1 m ³ de C ^o)							
11	Concreto Para Uso Industrial			Valores Redondeados			
	Cemento	381.377	382.00	Kg			
	Agua Efectiva	229.466	230.00	Kg			
	Agregado Grueso	1008.342	1008.00	Kg			
	Agregado Fino	539.671	539.00	Kg			
	Caucho Molido	33.234	34.00	Kg			
	Vidrio Molido	99.703	100.00	Kg			
DOSIFICACION EN PESO GLOBAL							
12	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA INDUSTRIA
	1	1.41	2.64	0.09	0.26	0.60	
DOSIFICACION EN VOLUMEN GLOBAL							
13	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA OBRA
	1	1.30	2.87	0.31	0.27	0.90	

8. Diseño de concreto con 10% RCT + 15% RVM (C – 3)

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - METODO ACI 211								
INFORME TECNICO								
Basado a la norma ACI Comité 211								
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023". Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre del 2023								
Numero de Formato:	4	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088			
CONCRETO CON 10% RCT + 15% RVM								
ITEN	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO							
1	Porcentaje de Caucho Molido:						10	(%)
	Porcentaje de Vidrio Molido:						15	(%)
2	Resistencia a la Compresion (f_c)	210						Kg/cm ²
	Resistencia a la Compresion Requerida (f_{cr})	294						Kg/cm ²
3	Selección de Asentamiento	Consistencia	FLUIDA					
		Asentamiento	6" - 7"					
4	Aire Incorporado						ND	
	Volumen de Agua	216.00						Li/m ³
5	Contenido de Aire Total	2.00						(%)
6	Relacion Agua/Cemento	0.566						Li/Kg
7	Factor Cemento	381.377						Kg/m ³
		8.974						Bolsas/m ³
8	Contenido de agregado Grueso	Vol. Agregado Grueso	0.516					m ³
		Peso Agregado Grueso	1002.926					Kg/m ³
9	Volumen Absoluto	Sumatoria de volúmenes					0.753	m ³
10	Contenido de Agregado Fino	Vol. Agregado Fino	0.247					m ³
11	CORRECCION POR HUMEDAD (1 m ³ de C ³)							
	Concreto Para Uso Industrial				Valores Redondeados			
	Cemento	381.377			382.00		Kg	
	Agua Efectiva	229.244			230.00		Kg	
	Agregado Grueso	1008.342			1008.00		Kg	
	Agregado Fino	505.942			505.00		Kg	
	Caucho Molido	66.468			67.00		Kg	
	Vidrio Molido	99.703			100.00		Kg	
12	DOSIFICACION EN PESO GLOBAL							
	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA	
	1	1.32	2.64	0.18	0.26	0.60	INDUSTRIA	
13	DOSIFICACION EN VOLUMEN GLOBAL							
	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA OBRA	
	1	1.22	2.87	0.61	0.27	0.90		


9. Diseño de concreto con 15% RCT + 15% RVM (C – 4)

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - METODO ACI 211							
INFORME TECNICO							
Basado a la norma ACI Comité 211							
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023". Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abrahen Gonzales Quispe Fecha: Octubre del 2023							
Numero de Formato:	5	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088		
CONCRETO CON 15% RCT + 15% RVM							
ITEN	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO						
1	Porcentaje de Caucho Molido:				15	(%)	
	Porcentaje de Vidrio Molido:				15	(%)	
2	Resistencia a la Compresion (f_c)		210		Kg/cm ²		
	Resistencia a la Compresion Requerida (f_{cr})		294		Kg/cm ²		
3	Selección de Asentamiento		Consistencia		FLUIDA		
			Asentamiento		6" - 7"		
4	Aire Incorporado				NO		
	Volumen de Agua				216.00	Li/m ³	
5	Contenido de Aire Total				2.00	(%)	
6	Relacion Agua/Cemento				0.556	Li/Kg	
7	Factor Cemento				381.377	Kg/m ³	
					8.974	Bolsas/m ³	
8	Contenido de agregado Grueso		Vol. Agregado Grueso		0.626	m ³	
			Peso Agregado Grueso		1002.926	Kg/m ³	
9	Volumen Absoluto		Sumatoria de volúmenes		0.753	m ³	
10	Contenido de Agregado Fino		Vol. Agregado Fino		0.247	m ³	
11	CORRECCION POR HUMEDAD (1 m ³ de C ²)						
	Concreto Para Uso Industrial				Valores Redondeados		
	Cemento		381.377		382.00		Kg
	Agua Efectiva		229.022		230.00		Kg
	Agregado Grueso		1008.342		1008.00		Kg
	Agregado Fino		472.212		472.00		Kg
	Caucho Molido		99.703		100.00		Kg
Vidrio Molido		99.703		100.00		Kg	
12	DOSIFICACION EN PESO GLOBAL						
	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA INDUSTRIA
1	1.24	2.64	0.26	0.26	0.60		
13	DOSIFICACION EN VOLUMEN GLOBAL						
	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA OBRA
1	1.14	2.87	0.91	0.27	0.90		

10. Diseño de concreto con 22% RCT + 15% RVM (C – 5)

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - METODO ACI 211								
INFORME TECNICO								
Basado a la norma ACI Comité 211								
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm ² , edificaciones, Cusco, 2023". Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre del 2023								
Numero de Formato:	1	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez			CIP N° 142088
CONCRETO CON 22% RCT + 15% RVM								
ITEN	CARACTERISTICAS DEL CONCRETO							
1	Porcentaje de Caucho Molido:						22	(%)
	Porcentaje de Vidrio Molido:						15	(%)
2	Resistencia a la Compresion (f'c)	210						Kg/cm ²
	Resistencia a la Compresion Requerida (f'cr)	294						Kg/cm ²
3	Selección de Asentamiento	Consistencia	FLUIDA					
		Asentamiento	6" - 7"					
4	Aire Incorporado	NO						
	Volumen de Agua	216.00						Li/m ³
5	Contenido de Aire Total	2.00						(%)
6	Relacion Agua/Cemento	0.566						Li/Kg
7	Factor Cemento	381.377						Kg/m ³
		8.974						Bolsas/m ³
8	Contenido de agregado Grueso	Vol. Agregado Grueso	0.616					m ³
		Peso Agregado Grueso	1002.926					Kg/m ³
9	Volumen Absoluto	Sumatoria de volumenes					0.753	m ³
10	Contenido de Agregado Fino	Vol. Agregado Fino	0.247					m ³
CORRECCION POR HUMEDAD (1 m ³ de C ^o)								
11	Concreto Para Uso Industrial							
	Valores Redondeados							
	Cemento	381.377					382.00	Kg
	Agua Efectiva	228.710					229.00	Kg
	Agregado Grueso	1008.342					1008.00	Kg
	Agregado Fino	424.991					424.00	Kg
	Caucho Molido	146.231					147.00	Kg
	Vidrio Molido	99.703					100.00	Kg
DOSIFICACION EN PESO GLOBAL								
12	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA INDUSTRIA	
	1	1.11	2.64	0.38	0.26	0.60		
DOSIFICACION EN VOLUMEN GLOBAL								
13	Cemento	A.Fino	A.Grueso	Caucho M.	Vidrio M.	Agua	PARA OBRA	
	1	1.02	2.87	1.34	0.27	0.90		

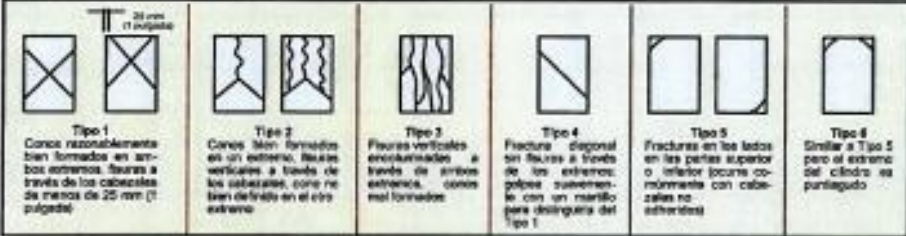
11. Trabajabilidad del concreto

TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO									
INFORME TECNICO									
Basado a la norma MTC E - 705, NTP - 339.035, ASTM C - 143									
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".									
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre - Noviembre del 2023 Edad: 07 días desde su curado									
Numero de Formato			Analista:		M.E.R.G.		Profesional Responsable:		Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088
DATOS DEL ENSAYO									
TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO EN PULGADAS									
ITEM	TIPO DE CONCRETO	Slump (cm)	Slump (cm)	Slump (cm)	Slump (Pig)	Slump (Pig)	Slump (Pig)	Slump Prom (Pig)	
C-1	Patron	14.10	13.70	13.90	5.55	5.39	5.47	5.47	
C-2	5% RCT + 15% RVM	15.70	16.10	16.50	6.18	6.34	6.50	6.34	
C-3	10% RCT + 15% RVM	17.90	16.90	16.80	7.05	6.65	6.61	6.77	
C-4	15% RCT + 15% RVM	20.20	19.80	20.10	7.95	7.80	7.91	7.89	
C-5	22% RCT + 15% RVM	20.50	22.10	21.30	8.07	8.70	8.39	8.39	
TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO EN PULGADAS									
ITEM	TIPO DE CONCRETO	Slump (Pig)	Diferencia	(%)	Dif. (%)				
C-1	Patron	5.47	0.00	100.00	0.00				
C-2	5% RCT + 15% RVM	6.34	0.87	115.83	15.83				
C-3	10% RCT + 15% RVM	6.77	1.30	123.74	23.74				
C-4	15% RCT + 15% RVM	7.89	2.41	144.12	44.12				
C-5	22% RCT + 15% RVM	8.39	2.91	153.24	53.24				
TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO									
									

12. Corrección diametral de probetas cilíndricas (Edad: 7 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO											
INFORME TECNICO											
Basado a la norma MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39											
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023". Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abrahan Gonzales Quispe Fecha: Octubre - Noviembre del 2023 Edad: 07 días desde su curado											
Numero de Formato:			8	Analista:		M.E.R.G.	Profesional Responsable:		Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088		
DATOS DEL ENSAYO											
CORRECCION DIAMETRAL Y RELACION ENTRE LA LONGITUD Y DIAMETRO - PROBETAS CILINDRICAS DE 6" POR 12"											
DISENO	CODIGO	DIAMETRO (cm)					ALTURA (cm)			R (A/D) - NTP 339.034	
		DIM SUP 1	DIM SUP 2	DIM INF 1	DIM INF 2	DIM PROM	ALTURA1	ALTURA2	ALTURA PROM	R (A/D)	R (A/D) > 1.75
C - 1	1	15.20	15.10	15.10	15.20	15.15	30.00	30.00	30.00	1.98	SI CUMPLE
	2	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	30.00	30.10	30.05	2.01	SI CUMPLE
	3	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	30.10	30.00	30.05	2.00	SI CUMPLE
C - 2	1	15.10	15.20	15.00	15.00	15.08	30.00	30.00	30.00	1.99	SI CUMPLE
	2	15.00	15.20	15.00	15.10	15.08	30.20	30.10	30.15	2.00	SI CUMPLE
	3	15.10	15.10	15.00	15.00	15.05	30.10	30.10	30.10	2.00	SI CUMPLE
C - 3	1	15.20	15.20	15.10	15.10	15.15	30.00	30.10	30.05	1.98	SI CUMPLE
	2	14.80	14.80	15.00	14.80	14.85	30.10	30.00	30.05	2.02	SI CUMPLE
	3	15.20	15.20	15.10	15.10	15.15	30.00	30.20	30.10	1.99	SI CUMPLE
C - 4	1	14.90	15.00	14.80	15.00	14.93	30.20	30.10	30.15	2.02	SI CUMPLE
	2	15.00	14.80	15.00	15.00	14.95	30.10	30.10	30.10	2.01	SI CUMPLE
	3	15.20	15.10	15.10	15.20	15.15	30.00	30.00	30.00	1.98	SI CUMPLE
C - 5	1	15.20	15.00	15.10	15.00	15.08	30.20	30.00	30.10	2.00	SI CUMPLE
	2	15.00	15.00	15.10	15.00	15.03	30.00	30.10	30.05	2.00	SI CUMPLE
	3	15.10	15.00	15.10	15.00	15.05	30.10	30.00	30.05	2.00	SI CUMPLE


12.1. Rotura de briquetas cilíndricas de 0.15 m x 0.30 m (Edad: 7 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO											
INFORME TECNICO											
Basado a la norma MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39											
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".											
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco											
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe											
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023											
Edad: 07 días desde su curado											
Numero de Formato:		9	Analista:		M.E.R.G.	Profesional Responsable:		Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088			
DATOS DEL ENSAYO											
Coeficio	ITSM	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	MUESTRA	EDAD (Días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	RUBIZA MAXIMA (Kg)	f_c (Kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	f_c PROM (Kg/cm ²)
C - 1	1	23/10/2023	30/10/2023	Patron	7	15.15	180.27	35582.80	197.39	T - 2	196.43
	2	23/10/2023	30/10/2023	Patron	7	14.95	175.54	34427.80	195.13	T - 3	
	3	23/10/2023	30/10/2023	Patron	7	15.00	176.71	34597.70	195.78	T - 2	
C - 2	1	24/10/2023	31/10/2023	5% RCT + 15% RVM	7	15.08	178.49	35932.80	218.13	T - 2	218.06
	2	24/10/2023	31/10/2023	5% RCT + 15% RVM	7	15.08	178.49	39120.20	219.18	T - 5	
	3	24/10/2023	31/10/2023	5% RCT + 15% RVM	7	15.05	177.89	38579.60	216.87	T - 3	
C - 3	1	25/10/2023	01/11/2023	10% RCT + 15% RVM	7	15.15	180.27	38129.00	211.51	T - 5	211.10
	2	25/10/2023	01/11/2023	10% RCT + 15% RVM	7	14.85	173.20	36225.30	209.16	T - 5	
	3	25/10/2023	01/11/2023	10% RCT + 15% RVM	7	15.15	180.27	38329.80	212.63	T - 2	
C - 4	1	26/10/2023	02/11/2023	15% RCT + 15% RVM	7	14.90	174.95	26522.40	151.60	T - 1	155.63
	2	26/10/2023	02/11/2023	15% RCT + 15% RVM	7	14.95	175.54	27186.30	154.87	T - 5	
	3	26/10/2023	02/11/2023	15% RCT + 15% RVM	7	15.15	180.27	38916.10	190.41	T - 3	
C - 5	1	27/10/2023	03/11/2023	22% RCT + 15% RVM	7	15.08	178.49	25615.10	143.51	T - 5	144.33
	2	27/10/2023	03/11/2023	22% RCT + 15% RVM	7	15.03	177.30	25464.90	143.62	T - 5	
	3	27/10/2023	03/11/2023	22% RCT + 15% RVM	7	15.05	177.89	25945.70	145.85	T - 4	
											
LAS BRIQUETAS DE CONCRETO FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE, LOS RESULTADOS DE ENSAYO AFECTAN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS – NO DEBE PRODUCIRSE ESTE INFORME SALVO QUE SE HAGA ÍNTEGRAMENTE Y CON LA APROBACIÓN DE CORPORACIÓN AYAR S.A.C.											

12.2. Resumen de roturas promedio (Edad: 7 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO							
INFORME TECNICO							
Basado a la norma: MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39							
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm ² , edificaciones, Cusco, 2023".							
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco							
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe							
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023							
Edad: 7 días desde su curado							
Numero de Formato:	10	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088		
DATOS DEL ENSAYO							
RESISTENCIA PROMEDIO							
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (Kg/cm ²) - EDAD 7 DIAS							
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	ROTURA Nº 1	ROTURA Nº 2	ROTURA Nº 3	ROTURA PROM	(%)	DIFF. (%)
C - 1	Patron	197.39	196.13	196.78	196.43	100.00	0.00
C - 2	5% RCT + 15% RVM	218.13	219.18	216.87	218.06	111.01	11.01
C - 3	10% RCT + 15% RVM	211.51	209.16	212.63	211.10	107.47	7.47
C - 4	15% RCT + 15% RVM	151.80	154.87	160.41	155.63	79.23	-20.77
C - 5	22% RCT + 15% RVM	143.51	143.62	145.85	144.33	73.47	-26.53

Resistencia Compresion - 7 dias de edad



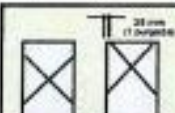
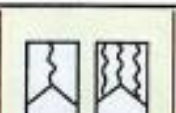




	Patron	5% RCT + 15% RVM	10% RCT + 15% RVM	15% RCT + 15% RVM	22% RCT + 15% RVM
• ROTURA PROM	196.43	218.06	211.10	155.63	144.33

13. Corrección diametral de probetas cilíndricas (Edad: 14 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO												
INFORME TECNICO												
Basado a la norma: MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39												
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Qulspe Fecha: Octubre - Noviembre del 2023 Edad: 14 días desde su curado												
Numero de Formulo:		11	Analista:		M.E.R.G.	Profesional Responsable:		Ing: Mijael E. Rozas Gomez CIP N° 142088				
DATOS DEL ENSAYO												
CORRECCION DIAMETRAL Y RELACION ENTRE LA LONGITUD Y DIAMETRO - PROBETAS CILINDRICAS DE 6" POR 12"												
DISEÑO	CODIGO	DIAMETRO (cm)					ALTURA (cm)			R (A/D) - (NTP 339.034)		
		DIM SUP 1	DIM SUP 2	DIM INF 1	DIM INF 2	DIM PROM	ALTURA1	ALTURA2	ALTURA PROM	R (A/D)	R (A/D) > 1.75	
C - 1	1	14.80	14.80	15.00	15.00	14.90	30.00	30.00	30.00	2.01	SI CUMPLE	
	2	15.20	15.10	15.10	15.10	15.13	30.00	30.00	30.00	1.98	SI CUMPLE	
	3	15.20	15.20	15.10	15.10	15.15	30.10	30.00	30.05	1.98	SI CUMPLE	
C - 2	1	15.00	14.80	15.00	15.00	14.95	30.00	30.00	30.00	2.01	SI CUMPLE	
	2	14.80	14.90	14.80	15.00	14.89	30.10	30.00	30.05	2.02	SI CUMPLE	
	3	15.10	15.00	15.20	15.10	15.10	30.10	30.00	30.05	1.98	SI CUMPLE	
C - 3	1	15.00	15.20	15.00	15.20	15.10	30.00	30.00	30.00	1.99	SI CUMPLE	
	2	15.00	15.00	15.10	15.00	15.03	30.10	30.00	30.05	2.00	SI CUMPLE	
	3	15.10	15.00	15.00	15.10	15.05	30.10	30.00	30.05	2.00	SI CUMPLE	
C - 4	1	15.00	14.80	14.80	15.10	14.83	30.00	30.00	30.00	2.01	SI CUMPLE	
	2	15.00	15.00	15.10	14.80	14.98	30.20	30.20	30.20	2.02	SI CUMPLE	
	3	15.00	15.00	15.00	14.80	14.95	30.00	30.10	30.05	2.01	SI CUMPLE	
C - 5	1	15.00	15.10	15.20	15.10	15.10	30.20	30.10	30.15	2.00	SI CUMPLE	
	2	15.10	15.10	15.20	15.10	15.13	30.20	30.20	30.20	2.00	SI CUMPLE	
	3	15.00	15.10	14.90	14.90	14.98	30.00	30.00	30.00	2.00	SI CUMPLE	

13.1. Rotura de briquetas cilíndricas de 0.15 m x 0.30 m (Edad: 14 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO											
INFORME TECNICO											
Basado a la norma MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39											
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".											
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco											
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe											
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023											
Edad: 14 días desde su curado											
Numero de Formato:		12		Analista:		M.E.R.G.		Profesional Responsable:		Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088	
DATOS DEL ENSAYO											
GRUPO	ITEM	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	MUESTRA	EDAD (Días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	FUERZA MAXIMA (Kg)	f_c (Kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	f_c PROM (Kg/cm ²)
C - 1	1	23/10/2023	06/11/2023	Patron	14	14.90	174.37	43018.10	286.71	T - 2	248.44
	2	23/10/2023	06/11/2023	Patron	14	15.13	179.67	44565.50	248.04	T - 2	
	3	23/10/2023	06/11/2023	Patron	14	15.15	180.27	45170.90	260.68	T - 3	
C - 2	1	24/10/2023	07/11/2023	5% RCT + 15% RVM	14	14.95	175.54	46174.80	263.05	T - 1	263.62
	2	24/10/2023	07/11/2023	5% RCT + 15% RVM	14	14.88	173.78	45827.70	263.71	T - 1	
	3	24/10/2023	07/11/2023	5% RCT + 15% RVM	14	15.10	179.08	47266.30	264.11	T - 2	
C - 3	1	25/10/2023	08/11/2023	10% RCT + 15% RVM	14	15.10	179.08	45012.00	281.26	T - 2	262.65
	2	25/10/2023	08/11/2023	10% RCT + 15% RVM	14	15.03	177.30	44956.50	263.67	T - 1	
	3	25/10/2023	08/11/2023	10% RCT + 15% RVM	14	15.05	177.89	45012.10	263.83	T - 1	
C - 4	1	26/10/2023	08/11/2023	15% RCT + 15% RVM	14	14.93	174.95	31707.70	181.24	T - 2	181.85
	2	26/10/2023	08/11/2023	15% RCT + 15% RVM	14	14.98	176.13	32121.90	182.38	T - 3	
	3	26/10/2023	08/11/2023	15% RCT + 15% RVM	14	14.95	175.54	31935.40	181.95	T - 4	
C - 5	1	27/10/2023	10/11/2023	22% RCT + 15% RVM	14	15.10	179.08	30722.60	171.66	T - 2	170.29
	2	27/10/2023	10/11/2023	22% RCT + 15% RVM	14	15.13	179.67	30598.50	170.30	T - 2	
	3	27/10/2023	10/11/2023	22% RCT + 15% RVM	14	14.98	176.13	29769.30	169.02	T - 2	


 <p>Tipo 1 Conos razonablemente bien formados en ambos extremos. Fractura a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>	 <p>Tipo 2 Conos bien formados en un extremo. Fractura vertical o través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo.</p>	 <p>Tipo 3 Fracturas verticales inclinadas a través de ambos extremos. Conos mal formados.</p>	 <p>Tipo 4 Fractura diagonal en fuente o través de los extremos. Golpe accidental con un martillo para distinguir del Tipo 1.</p>	 <p>Tipo 5 Fracturas en los lados en los partes superior o inferior (como comúnmente con cabezales no adheridos).</p>	 <p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero al extremo del cilindro es perforado.</p>
---	---	--	--	---	--

LAS BRIQUETAS DE CONCRETO FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE, LOS RESULTADOS DE ENSAYO AFECTAN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS – NO DEBE PRODUCIRSE ESTE INFORME SALVO QUE SE HAGA ÍNTEGRAMENTE Y CON LA APROBACIÓN DE CORPORACIÓN AYAR S.A.C.

13.2. Resumen de roturas promedio (Edad: 14 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO							
INFORME TECNICO							
Basado a la norma: MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39							
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".							
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco							
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe							
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023							
Edad: 14 días desde su curado							
Numero de Formato:	13	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088		
DATOS DEL ENSAYO							
RESISTENCIA PROMEDIO							
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (Kg/cm2) - EDAD 14 DIAS							
DISEÑO	TIPO DE CONCRETO	ROTURA Nº 1	ROTURA Nº 2	ROTURA Nº 3	ROTURA PROM	(%)	DIF. (%)
C - 1	Patron	246.71	248.04	250.58	248.44	100.00	0.00
C - 2	5% RCT + 15% RVM	263.05	263.71	264.11	263.62	106.11	6.11
C - 3	10% RCT + 15% RVM	251.38	253.57	253.03	252.65	101.69	1.69
C - 4	15% RCT + 15% RVM	181.24	182.38	181.95	181.85	73.20	-26.80
C - 5	22% RCT + 15% RVM	171.58	170.30	169.02	170.29	68.54	-31.46

Resistencia Compresion - 14 dias de edad



	PATRON	5% RCT + 15% RVM	10% RCT + 15% RVM	15% RCT + 15% RVM	22% RCT + 15% RVM
■ ROTURA PROM	248.44	263.62	252.65	181.85	170.29

14. Corrección diametral de probetas cilíndricas (Edad: 28 días)

ENSAYO DE RESIS+B124:M168TENENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO												
INFORME TECNICO												
Basado a la norma: MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39												
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm ² , edificaciones, Cusco, Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre - Noviembre del 2023 Edad: 28 días desde su curado												
Numero de Formato:			14	Analista:		M.E.R.G.	Profesional Responsable:		Ing. Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088			
DATOS DEL ENSAYO												
CORRECCION DIAMETRAL Y RELACION ENTRE LA LONGITUD Y DIAMETRO - PROBETAS CILINDRICAS DE 6" POR 12"												
DISEÑO	CODIGO	DIAMETRO (cm)					ALTURA (cm)			R (AVD) - (NTP 339.034)		
		DIM SUP 1	DIM SUP 2	DIM INF 1	DIM INF 2	DIM PROM	ALTURA1	ALTURA2	ALTURA PROM	R (AVD)	R (AVD) > 1.75	
C - 1	1	15.00	14.80	15.00	14.80	14.90	30.00	30.10	30.05	2.02	SI CUMPLE	
	2	14.80	15.00	14.90	15.00	14.93	30.10	30.10	30.10	2.02	SI CUMPLE	
	3	15.00	15.10	15.00	15.00	15.03	30.00	30.00	30.00	2.00	SI CUMPLE	
C - 2	1	14.90	14.90	15.10	15.00	14.98	30.00	30.00	30.00	2.00	SI CUMPLE	
	2	15.10	15.10	15.00	15.20	15.10	30.00	30.10	30.05	1.99	SI CUMPLE	
	3	15.10	15.10	15.00	15.10	15.08	30.10	30.00	30.05	1.99	SI CUMPLE	
C - 3	1	15.00	15.00	15.10	15.10	15.05	30.10	30.00	30.05	2.00	SI CUMPLE	
	2	14.90	15.00	15.00	14.80	14.90	30.00	30.10	30.05	2.01	SI CUMPLE	
	3	15.00	15.00	15.00	14.90	14.98	30.00	30.10	30.05	2.01	SI CUMPLE	
C - 4	1	15.00	15.10	14.90	14.90	14.98	30.10	30.10	30.10	2.01	SI CUMPLE	
	2	15.20	15.20	15.10	15.10	15.15	30.20	30.20	30.20	1.99	SI CUMPLE	
	3	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	30.20	30.20	30.20	2.01	SI CUMPLE	
C - 5	1	14.80	14.80	15.00	14.80	14.85	30.10	30.10	30.10	2.03	SI CUMPLE	
	2	15.20	15.10	15.20	15.10	15.15	30.10	30.10	30.10	1.99	SI CUMPLE	
	3	15.00	15.00	15.10	15.00	15.00	30.00	30.00	30.00	2.00	SI CUMPLE	

14.1. Rotura de briquetas cilíndricas de 0.15 m x 0.30 m (Edad: 28 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO											
INFORME TECNICO											
Basado a la norma MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39											
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm ² , edificaciones, Cusco, 2023".											
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco											
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe											
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023											
Edad: 28 días desde su curado											
Numero de Formato:		15	Analista:		M.E.R.G.	Profesional Responsable:		Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088			
DATOS DEL ENSAYO											
DISÑO	ITEM	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	MUESTRA	EDAD (Días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm ²)	FUERZA MAXIMA (kg)	f'c (Kg/cm ²)	TIPO DE ROTURA	f'c PROM (Kg/cm ²)
C - 1	1	23/10/2023	20/11/2023	Patron	28	14.90	174.37	48879.30	280.33	T - 2	281.20
	2	23/10/2023	20/11/2023	Patron	28	14.93	174.95	49173.60	281.07	T - 3	
	3	23/10/2023	20/11/2023	Patron	28	15.03	177.30	50035.70	282.20	T - 3	
C - 2	1	24/10/2023	21/11/2023	9% RCT + 15% RVM	28	14.98	176.13	52115.10	295.90	T - 2	295.86
	2	24/10/2023	21/11/2023	9% RCT + 15% RVM	28	15.10	179.08	52944.50	295.65	T - 2	
	3	24/10/2023	21/11/2023	9% RCT + 15% RVM	28	15.05	178.49	53374.40	299.04	T - 2	
C - 3	1	25/10/2023	22/11/2023	10% RCT + 15% RVM	28	15.05	177.69	49553.60	280.24	T - 5	284.79
	2	25/10/2023	22/11/2023	10% RCT + 15% RVM	28	14.93	174.95	50105.30	286.39	T - 5	
	3	25/10/2023	22/11/2023	10% RCT + 15% RVM	28	14.98	176.13	50579.10	287.74	T - 2	
C - 4	1	26/10/2023	23/11/2023	15% RCT + 15% RVM	28	14.98	176.13	38716.60	219.82	T - 2	225.56
	2	26/10/2023	23/11/2023	15% RCT + 15% RVM	28	15.15	180.27	41822.00	232.09	T - 3	
	3	26/10/2023	23/11/2023	15% RCT + 15% RVM	28	15.00	176.71	39736.30	224.86	T - 2	
C - 5	1	27/10/2023	24/11/2023	22% RCT + 15% RVM	28	14.85	173.20	34073.60	196.73	T - 2	199.93
	2	27/10/2023	24/11/2023	22% RCT + 15% RVM	28	15.15	180.27	36618.20	203.13	T - 2	
	3	27/10/2023	24/11/2023	22% RCT + 15% RVM	28	15.00	176.71	35329.70	199.93	T - 2	

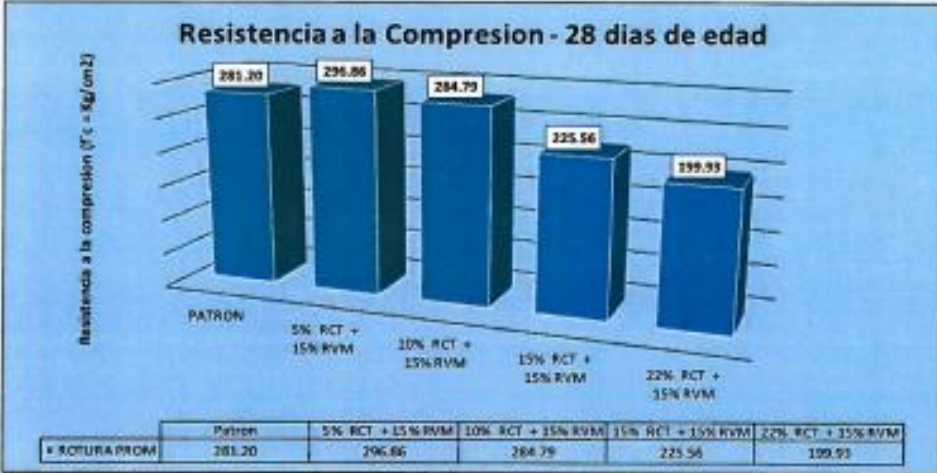
<p>Tipo 1 Concreto razonablemente bien formado en ambos extremos, fracturas a través de los cabezales de menos de 25 mm (1 pulgada)</p>	<p>Tipo 2 Concreto bien formado en un extremo, fracturas verticales a través de los cabezales, como se bien definido en el otro extremo</p>	<p>Tipo 3 Fracturas verticales encorvadas a través de ambos extremos, como mal formado</p>	<p>Tipo 4 Fractura diagonal con fracturas a través de los extremos, golpes sucesivos con un martillo para distinguirla del Tipo 1</p>	<p>Tipo 5 Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)</p>	<p>Tipo 6 Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es punteado</p>
--	--	---	--	--	--

LAS BRIQUETAS DE CONCRETO FUERON PROPORCIONADAS POR EL SOLICITANTE, LOS RESULTADOS DE ENSAYO AFECTAN ÚNICAMENTE A LAS MUESTRAS ENSAYADAS – NO DEBE PRODUCIRSE ESTE INFORME SALVO QUE SE HAGA ÍNTEGRAMENTE Y CON LA APROBACIÓN DE **CORPORACIÓN AYAR S.A.C.**

14.2. Resumen de roturas promedio (Edad: 28 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO							
INFORME TECNICO							
Basado a la norma: MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39							
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".							
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco							
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe							
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023							
Edad: 28 días desde su curado							
Numero de Formato:	16	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088		
DATOS DEL ENSAYO							
RESISTENCIA PROMEDIO							
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (Kg/cm ²) - EDAD 28 DIAS							
DISÑO	TIPO DE CONCRETO	ROTURA N° 1	ROTURA N° 2	ROTURA N° 3	ROTURA PROM	(%)	DF. (%)
C - 1	Patron	280.33	281.07	282.20	281.20	100.00	0.00
C - 2	5% RCT + 15% RVM	295.90	295.65	299.04	296.86	105.57	5.57
C - 3	10% RCT + 15% RVM	280.24	286.39	287.74	284.79	101.28	1.28
C - 4	15% RCT + 15% RVM	219.82	232.00	224.85	225.56	80.21	-19.79
C - 5	22% RCT + 15% RVM	196.73	203.13	199.93	199.93	71.10	-28.90

Resistencia a la Compresion - 28 días de edad

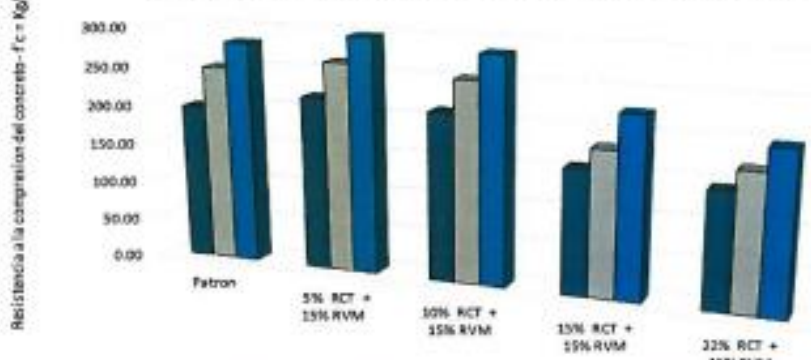


	Patron	5% RCT + 15% RVM	10% RCT + 15% RVM	15% RCT + 15% RVM	22% RCT + 15% RVM
f ROTURA PROM	281.20	296.86	284.79	225.56	199.93

**15. Resumen global de rotura de probetas cilindricas de 0.15 m x 0.30 m
 (Edad: 7, 14 y 28 dias)**

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO					
INFORME TECNICO					
Basado a la norma: MTC E - 704, NTP - 339.034, ASTM C - 39					
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023". Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre - Noviembre del 2023 Edad: 7, 14 y 28 dias desde su curado					
Numero de Formato:	16	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088
CUADRO DE RESUMEN					
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (Kg/cm ²) - 7, 14 y 28 dias de edad					
DISERO	ITEM	TIPO DE CONCRETO	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS
C - 1	1	Patron	196.43	248.44	281.20
C - 2	2	5% RCT + 15% RVM	218.06	263.62	296.86
C - 3	3	10% RCT + 15% RVM	211.10	252.65	284.79
C - 4	4	15% RCT + 15% RVM	155.63	181.85	225.56
C - 5	5	22% RCT + 15% RVM	144.33	170.29	199.93

Resistencia a la compresion a los 7,14 y 28 dias de edad



	Patron	5% RCT + 15% RVM	10% RCT + 15% RVM	15% RCT + 15% RVM	22% RCT + 15% RVM
■ 7 DIAS	196.43	218.06	211.10	155.63	144.33
■ 14 DIAS	248.44	263.62	252.65	181.85	170.29
■ 28 DIAS	281.20	296.86	284.79	225.56	199.93

16. Corrección de base y peralte de vigas prismáticas (Edad: 28 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE ESPECIMENES PRISMATICOS DE CONCRETO										
INFORME TECNICO										
Basado a la norma: MTC E - 709, NTP - 339.078, ASTM C - 78										
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm ² , edificaciones, Cusco, Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe Fecha: Octubre - Noviembre del 2023 Edad: 28 días desde su curado										
Numero de Formato:		17	Analista:		M.E.R.G.	Profesional Responsable:		Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088		
DATOS DEL ENSAYO										
CORRECCION DE LA ANTURA Y LA BASE - VIGAS PRISMA DE 15cm x 15 cm x 50cm										
DISEÑO	CODIGO	PERALTE (cm)					BASE (cm)			
		PER. D. 1	PER. D. 2	PER. L. 1	PER. L. 2	PER. PROM	BASE 1	BASE 2	BASE 3	BASE PROM
C - 1	1	15.00	15.10	15.00	15.10	15.05	15.00	15.00	15.00	15.00
	2	15.00	14.90	15.00	14.90	14.95	15.00	15.00	15.00	15.00
	3	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00
C - 2	1	15.00	14.90	15.00	15.00	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00
	2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.10	15.00	15.00	15.03
	3	15.00	15.00	15.00	14.90	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00
C - 3	1	14.80	15.00	14.90	15.00	14.93	15.00	15.00	15.00	15.00
	2	15.00	15.10	15.00	15.00	15.03	15.00	15.10	15.00	15.03
	3	15.00	15.00	14.80	15.00	14.95	15.00	15.00	14.90	14.97
C - 4	1	15.00	14.90	14.90	15.00	14.95	15.00	15.00	14.90	14.97
	2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	14.90	14.97
	3	15.00	15.10	15.00	15.00	15.03	14.90	14.90	14.90	14.90
C - 5	1	15.00	14.90	15.00	15.10	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
	3	14.90	15.00	15.00	15.00	14.98	14.90	15.00	15.00	14.97

16.1. Rotura de vigas prima de 0.15 m x 0.15 m x 0.50 m (Edad: 28 dias)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE ESPECIMENES PRISMATICOS DE CONCRETO											
INFORME TECNICO											
Basado a la norma: MTC E - 709, NTP - 339.078, ASTM C - 78											
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto f'c = 210 Kg/cm2, edificaciones, Cusco, 2023".											
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco											
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe											
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023											
Edad: 28 dias desde su curado											
Numero de Formato:		18		Analista:		M.E.R.G.		Profesional Responsable:		Ing. Mijael E. Rozas Gomez CIP N° 142088	
DATOS DEL ENSAYO											
DISÑO	ITEM	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ROTURA	MUESTRA	EDAD (Dias)	BASE (mm)	ALTURA (mm)	DISTANCIA DEL TRAMO (mm)	FUERZA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (kg/cm2)	MODULO DE ROTURA PROM (kg/cm2)
C - 1	1	23/10/2023	20/11/2023	Pebon	28	15.00	15.05	45.00	2144.50	41.88	40.34
	2	23/10/2023	20/11/2023	Pebon	28	15.00	14.95	45.00	2323.40	29.32	
	3	23/10/2023	20/11/2023	Pebon	28	15.00	14.98	45.00	2332.80	40.08	
C - 2	1	24/10/2023	21/11/2023	5% RCT + 15% RVM	28	15.00	14.98	45.00	2006.30	40.22	40.16
	2	24/10/2023	21/11/2023	5% RCT + 15% RVM	28	15.03	15.00	45.00	2189.60	42.43	
	3	24/10/2023	21/11/2023	5% RCT + 15% RVM	28	15.00	14.98	45.00	2828.80	37.84	
C - 3	1	25/10/2023	23/11/2023	10% RCT + 15% RVM	28	15.03	14.93	45.00	2440.40	32.87	36.73
	2	25/10/2023	23/11/2023	10% RCT + 15% RVM	28	15.03	15.03	45.00	2945.00	39.05	
	3	25/10/2023	23/11/2023	10% RCT + 15% RVM	28	14.97	14.95	45.00	2845.00	38.28	
C - 4	1	25/10/2023	23/11/2023	15% RCT + 15% RVM	28	14.97	14.95	45.00	2632.00	35.41	36.94
	2	25/10/2023	23/11/2023	15% RCT + 15% RVM	28	14.97	15.00	45.00	2854.80	38.15	
	3	25/10/2023	23/11/2023	15% RCT + 15% RVM	28	14.90	15.03	45.00	2785.50	37.28	
C - 5	1	27/10/2023	24/11/2023	20% RCT + 15% RVM	28	15.00	15.00	45.00	2618.00	34.91	36.87
	2	27/10/2023	24/11/2023	20% RCT + 15% RVM	28	15.00	15.00	45.00	2757.40	36.77	
	3	27/10/2023	24/11/2023	20% RCT + 15% RVM	28	14.97	14.98	45.00	2725.00	36.54	

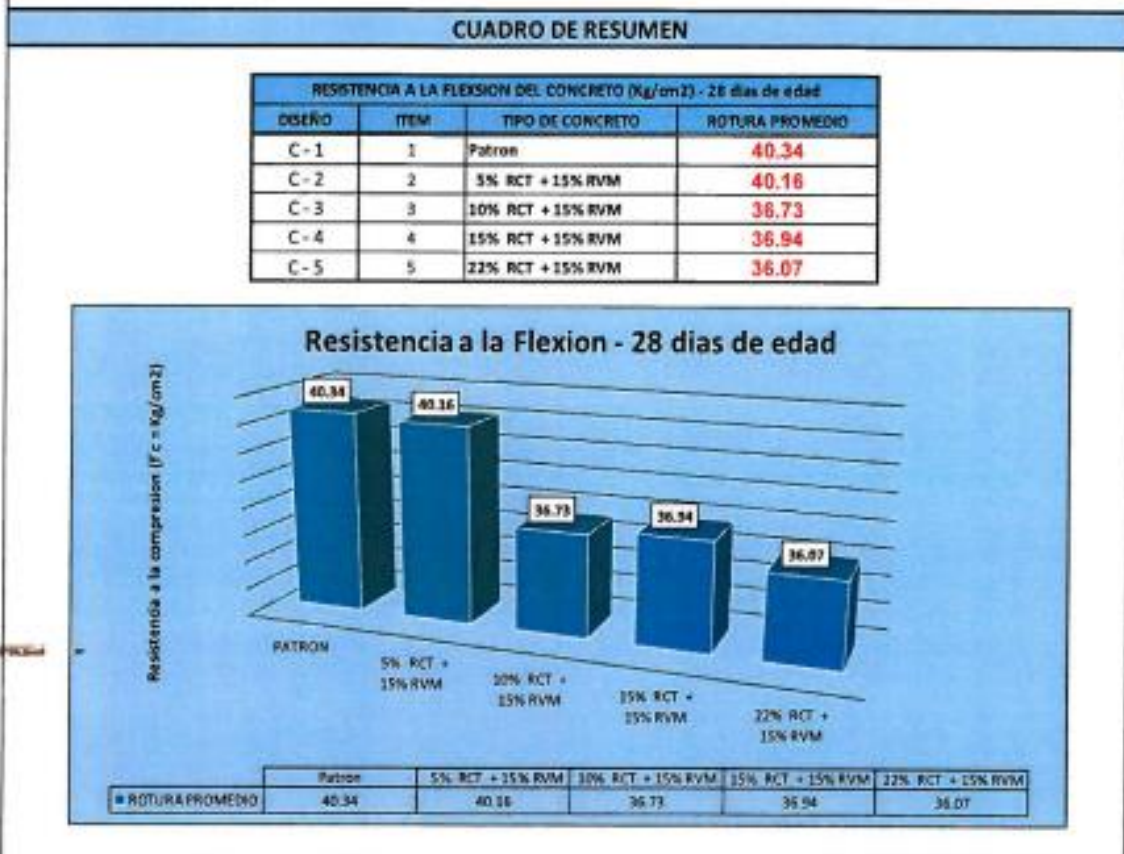
A: JRC



Ing. Mijael E. Rozas Gomez
 JEFE DE LABORATORIO
 C.I.P. 142088

16.2. Resumen de roturas promedio (Edad: 28 días)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE ESPECIMENES CILINDRICOS DE CONCRETO					
INFORME TECNICO					
Basado a la norma: MTC E - 709, NTP - 339.078, ASTM C - 78					
Proyecto: "Influencia del uso de residuos de caucho y vidrio en las propiedades del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, edificaciones, Cusco, 2023".					
Ubicación: Cusco, Cusco, Cusco					
Solicita: Bach. Abraham Gonzales Quispe					
Fecha: Octubre - Noviembre del 2023					
Edad: 28 días desde su curado					
Numero de Formato:	19	Analista:	M.E.R.G.	Profesional Responsable:	Ing: Mijail E. Rozas Gomez CIP N° 142088



CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

Mijail E. Rozas Gómez
 Ing. Mijail E. Rozas Gómez
 JEFE DE LABORATORIO
 C/R. 14 P. 0118

17. CONCLUSIONES

- El uso de caucho triturado y vidrio molido en porcentajes mayores incrementan el slump del concreto. Sin embargo, su uso reduce la resistencia a la compresión y flexión.
- Se considera la resistencia final al promedio de cada grupo.
- El diseño patrón de fecha de elaboración 23/10/23, tiene una resistencia promedio de 196.43 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 93.54% a los 7 días.
- El diseño patrón de fecha de elaboración 23/10/23, tiene una resistencia promedio de 248.44 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 118.30% a los 14 días.
- El diseño patrón de fecha de elaboración 23/10/23, tiene una resistencia promedio de 281.20 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 133.90% a los 28 días.
- El diseño con 5% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 24/10/23, tiene una resistencia promedio de 218.06 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 103.84% a los 7 días.
- El diseño con 5% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 24/10/23, tiene una resistencia promedio de 263.62 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 125.53% a los 14 días.
- El diseño con 5% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 24/10/23, tiene una resistencia promedio de 296.86 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 141.36% a los 28 días.
- El diseño con 10% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 25/10/23, tiene una resistencia promedio de 211.10 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 100.52% a los 7 días.

- El diseño con 10% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 25/10/23, tiene una resistencia promedio de 252.65 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 120.31% a los 14 días.
- El diseño con 10% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 25/10/23, tienen una resistencia promedio de 284.79 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 135.61% a los 28 días.
- El diseño con 15% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 26/10/23, tienen una resistencia promedio de 155.63 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 74.10% a los 7 días.
- El diseño con 15% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 26/10/23, tienen una resistencia promedio de 181.85 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 86.60% a los 14 días.
- El diseño con 15% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 26/10/23, tienen una resistencia promedio de 225.56 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 107.42% a los 28 días.
- El diseño con 22% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 27/10/23, tienen una resistencia promedio de 144.33 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 68.73% a los 7 días.
- El diseño con 22% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 27/10/23, tienen una resistencia promedio de 170.29 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 81.10% a los 14 días.
- El diseño con 22% RCT más 15% RVM de fecha de elaboración 27/10/23, tienen una resistencia promedio de 199.93 Kg/cm² para un f'c de diseño 210 Kg/cm², alcanzando un 95.20% a los 28 días.

- En relación con la evaluación a la flexión del concreto, se llevó a cabo después de transcurridos los 28 días. Para el concreto de referencia, se registró un valor de 40.34 Kg/cm², y al introducir un 5% de RCT junto con un 15% de RVM, el resultado fue de 40.16 Kg/cm².
- Mediante la adición de un 10% de RCT con un 15% de RVM, así como un 15% de RCT con un 15% de RVM y un 22% de RCT con un 15% de RVM, se realizaron roturas a los 28 días de edad, revelando resultados similares de 36.76 Kg/cm², 36.94 Kg/cm² y 36.07 Kg/cm², respectivamente. Es pertinente destacar que todos los valores obtenidos se encuentran en concordancia con el rango preestablecido para el módulo de rotura ($0.10 \cdot f_c$ y $0.15 \cdot f_c$).


CORPORACIÓN AYAR S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
Ing. Mirail E. Rozas Gómez
JEFE DE LABORATORIO
D.R. 142088

Anexo 6. Certificado de calibración del equipo



METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C
 CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN INDUSTRIALES
 EN LABORATORIOS E INGENIERÍA CIVIL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC124 - M - 2022

Metrología & calibración
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	220166	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	CORPORACION AYAR S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Pisac Mza. A.Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8336030047	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2022-10-26	
6. Fecha de Emisión	2022-10-31	

JEFE DE LABORATORIO

Firmado digitalmente por Angel Perez
 Fecha:
 2022.10.31
 18:28:29 -05'00'

Sello



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC124 - M - 2022***Metrología & calibración*
Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21.4	21.5
Humedad Relativa (%)	38	38

**10. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL M-0945-2021	Pesas (exactitud M1)	0273-MPES-2022
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-293-2021	Pesa (exactitud M1)	0164-MPES-C-2022
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-301-2021	Pesa (exactitud M1)	0165-MPES-C-2022
PESAS (Clase de exactitud M1) PESATEC PERUSAC 0852-MPES-C-2021	Pesa (exactitud M2)	0166-MPES-C-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 MC124 - M - 2022**

 Metrología & calibración
 Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

12. Resultados de Medición
INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,4 °C

Medición N°	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	l (g)	Δ l (g)	E (g)	l (g)	Δ l (g)	E (g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
3	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
7	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,5	0,0
10	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,1
	Diferencia Máxima		0,1	Diferencia Máxima		0,1
	Error Máximo Permisible		$\pm 20,0$	Error Máximo Permisible		$\pm 30,0$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

 Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21,4 °C	21,4 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	Δ l (g)	Eo (g)	Carga (L)	l (g)	Δ l (g)	E (g)	Ec (g)
1		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
2		10	0,5	0,0		9 999	0,5	-1,0	-1,0
3	10,0 g	10	0,5	0,0	10 000,0 g	10 000	0,5	0,0	0,0
4		10	0,5	0,0		10 001	0,6	0,9	0,9
5		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
						Error máximo permisible			$\pm 20,0$

* Valor entre 0 y 10g

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC124 - M - 2022

 Metrología & calibración
 Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C

Carga L (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10.0	10	0.5	0.0						
20.0	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10.0
100.0	100	0.5	0.0	0.0	100	0.6	-0.1	-0.1	10.0
500.0	500	0.5	0.0	0.0	500	0.5	0.0	0.0	10.0
1 000.0	1 000	0.6	-0.1	-0.1	1 000	0.5	0.0	0.0	10.0
5 000.0	5 000	0.5	0.0	0.0	5 000	0.6	-0.1	-0.1	10.0
10 000.1	10 000	0.6	-0.1	-0.1	10 000	0.6	-0.1	-0.1	20.0
15 000.0	15 000	0.5	0.0	0.0	15 000	0.7	-0.2	-0.2	20.0
20 001.3	20 001	0.6	-0.4	-0.4	20 001	0.7	-0.5	-0.5	20.0
25 001.3	25 001	0.5	-0.3	-0.3	25 001	0.6	-0.4	-0.4	30.0
30 001.4	30 001	0.7	-0.5	-0.5	30 001	0.7	-0.5	-0.5	30.0

** error máximo permisible

 Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza
 l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional

E: Error encontrado

 E₀: Error en cero

 E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA

$$: R_{\text{CORREGIDA}} = R + 1.27 \times 10^{-8} \times R$$

INCERTIDUMBRE

$$: U = 2 \times \sqrt{1.73 \times 10^{-11} \text{ g}^2 + 1.13 \times 10^{-8} \times R^2}$$

13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MC122 - M - 2022***Metrología & calibración**Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	220166	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducción parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	CORPORACION AYAR S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	6000 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	SE6001F	
Número de Serie	B413 527373	
Capacidad mínima	5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2022-10-26	
6. Fecha de Emisión	2022-10-31	

Sello

JEFE DE LABORATORIO



Firmado
digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.10.31
18:23:18 -05'00'



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC122 - M - 2022***Metrología & calibración**Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

7. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Fundamentación No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI, Cuarta Edición.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,2 °C	20,3 °C
Humedad Relativa	38 %	38 %

**10. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud F1) DM-INACAL: M-0945-2021	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0273-MPES-2022
PESAS (Clase de exactitud F1) DM-INACAL: LMC-293-2021	PESAS (Clase de Exactitud M1)	0164-MPES-C-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MC122 - M - 2022

Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

12. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
NIVELACIÓN			NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 = 6 000,0 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3 000,0	60,0	-10,0	6 000,0	50,0	0,0	
2	3 000,0	50,0	0,0	6 000,0	60,0	-10,0	
3	3 000,0	60,0	-10,0	6 000,0	50,0	0,0	
4	3 000,0	50,0	0,0	6 000,0	60,0	-10,0	
5	3 000,0	50,0	0,0	6 000,0	70,0	-20,0	
6	3 000,0	60,0	-10,0	6 000,0	60,0	-10,0	
7	3 000,0	50,0	0,0	6 000,0	60,0	-10,0	
8	3 000,0	50,0	0,0	6 000,0	70,0	-20,0	
9	3 000,0	50,0	0,0	6 000,0	60,0	-10,0	
10	3 000,0	40,0	10,0	6 000,0	60,0	-10,0	
Diferencia Máxima			20,0	Diferencia Máxima			20,0
Error Máximo Permissible			± 300,0	Error Máximo Permissible			± 300,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	20,2 °C	20,3 °C



Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	1,0 g	1,0	50,0	0,0	2 000,0	2 000,0	50,0	0,0	0,0	
2		1,0	50,0	0,0		2 000,1	60,0	90,0	90,0	
3		1,0	50,0	0,0		2 000,0	50,0	0,0	0,0	
4		1,0	50,0	0,0		1 999,9	40,0	-90,0	-90,0	
5		1,0	50,0	0,0		2 000,0	50,0	0,0	0,0	
* Valor entre 0 y 10e						Error máximo permisible				± 200,0

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC122 - M - 2022**

 Metrología & calibración
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	20,3 °C	20,3 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.0	1.0	50.0	0.0						
2.0	2.0	50.0	0.0	0.0	2.0	50.0	0.0	0.0	100.0
50.0	50.0	50.0	0.0	0.0	50.0	60.0	-10.0	-10.0	100.0
100.0	100.0	60.0	-10.0	-10.0	100.0	50.0	0.0	0.0	100.0
500.0	500.0	50.0	0.0	0.0	500.0	50.0	0.0	0.0	100.0
1 000.0	1 000.0	60.0	-10.0	-10.0	1 000.0	50.0	0.0	0.0	200.0
2 000.0	2 000.0	50.0	0.0	0.0	2 000.0	50.0	0.0	0.0	200.0
3 000.0	3 000.0	50.0	0.0	0.0	3 000.0	60.0	-10.0	-10.0	300.0
4 000.0	4 000.0	60.0	-10.0	-10.0	4 000.0	50.0	0.0	0.0	300.0
5 000.0	5 000.0	50.0	0.0	0.0	5 000.0	50.0	0.0	0.0	300.0
6 000.0	6 000.0	70.0	-20.0	-20.0	6 000.0	70.0	-20.0	-20.0	300.0

** error máximo permisible

 Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

 ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

 E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido

 Lectura corregida $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0,00000120 R$

 Incertidumbre expandida de medición $U = 2\sqrt{0,00172 g^2 + 0,00000000238 R^2}$
13. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC047 - T - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 6

1. Expediente	220166
2. Solicitante	CORPORACION AYAR S.A.C.
3. Dirección	Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 200 °C
Marca	PINZUAR
Modelo	PG-190
Número de Serie	166
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. Fecha de Calibración 2022-10-26

6. Fecha de Emisión 2022-10-31

JEFE DE LABORATORIO



Firmado digitalmente
por Angel Perez
Fecha:
2022.10.31
18:31:00 -05'00'

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC047 - T - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

7. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
J. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,5 °C	20,5 °C
Humedad Relativa	59 %	59 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 min minutos.
El controlador se seteo en 110 °C

10. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
LABORATORIO ACREDITADO PESATEC LT-250-2021	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	0014-TPES-C-2022

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
 MC047 - T - 2022**
Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

12. Resultados de Medición
PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	max-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	110,3	109,6	110,4	109,6	111,2	112,7	110,9	110,0	110,5	111,6	110,7	3,1
02	110,0	110,3	109,6	110,2	109,6	111,2	112,7	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,1
04	110,0	110,3	109,7	110,3	109,6	111,1	112,6	110,9	110,0	110,8	111,7	110,7	3,0
06	110,0	110,3	109,7	110,3	109,8	111,2	112,7	110,8	110,0	110,9	111,8	110,7	3,0
08	110,0	110,3	109,7	110,3	109,8	111,2	112,6	110,9	110,0	110,8	111,9	110,7	2,9
10	110,0	110,4	109,6	110,4	109,8	111,1	112,6	110,9	110,2	110,8	111,8	110,7	3,0
12	110,0	110,4	109,6	110,4	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,9	110,8	3,0
14	110,0	110,4	109,6	110,3	109,8	111,2	112,6	110,8	110,2	110,8	111,8	110,7	3,0
16	110,0	110,4	109,7	110,4	109,7	111,2	112,6	110,9	110,2	110,9	111,8	110,8	2,9
18	110,0	110,4	109,9	110,3	109,8	111,1	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	2,9
20	110,0	110,4	109,9	110,3	109,7	111,2	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	3,0
22	110,0	110,5	109,9	110,3	109,8	111,0	112,7	110,8	110,2	110,9	111,9	110,8	2,9
24	110,0	110,6	109,7	110,2	109,7	111,2	112,7	110,8	110,1	110,8	111,8	110,7	3,0
26	110,0	110,6	109,9	110,3	109,8	111,2	112,8	110,8	110,1	110,9	111,8	110,8	3,0
28	110,0	110,5	109,7	110,3	109,7	111,2	112,8	110,9	110,1	110,9	111,8	110,8	3,1
30	110,0	110,5	109,7	110,6	109,7	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,1
32	110,0	110,5	109,9	110,4	109,7	111,4	112,7	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,0
34	110,0	110,4	109,7	110,3	109,8	111,3	112,7	110,8	110,0	110,8	111,8	110,7	3,0
36	110,0	110,4	109,7	110,3	109,9	111,4	112,8	110,8	110,0	110,9	112,0	110,8	3,1
38	110,0	110,3	109,7	110,3	109,7	111,3	112,9	110,8	110,0	110,9	111,9	110,8	3,2
40	110,0	110,4	109,9	110,3	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,9	111,9	110,8	3,1
42	110,0	110,3	109,9	110,4	109,8	111,5	112,9	111,1	110,2	110,9	111,9	110,9	3,1
44	110,0	110,3	109,7	110,3	109,8	111,5	112,7	111,1	110,2	110,8	111,9	110,8	3,0
46	110,0	110,4	109,7	110,3	109,8	111,4	112,7	111,1	110,2	110,8	111,7	110,8	3,0
48	110,0	110,4	109,7	110,3	109,8	111,4	112,9	110,8	110,2	110,8	111,8	110,8	3,2
50	110,0	110,3	109,7	110,3	109,7	111,3	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,8	3,2
52	110,0	110,3	109,7	110,4	109,8	111,4	112,9	111,0	110,1	110,8	111,9	110,8	3,2
54	110,0	110,3	109,8	110,3	109,8	111,4	112,9	110,8	110,1	110,8	111,9	110,8	3,1
56	110,0	110,3	109,7	110,3	109,8	111,4	112,9	110,9	110,0	110,8	111,9	110,8	3,2
58	110,0	110,4	109,7	110,3	109,6	111,4	112,8	111,1	110,1	110,9	111,9	110,8	3,2
60	110,0	110,3	109,7	110,4	109,7	111,4	112,8	111,2	110,1	110,9	112,0	110,8	3,1
T.PROM	110,0	110,4	109,7	110,3	109,7	111,3	112,7	110,9	110,1	110,8	111,8	110,8	
T.MAX	110,0	110,6	109,9	110,6	109,9	111,5	112,9	111,2	110,2	110,9	112,0		
T.MIN	110,0	110,3	109,6	110,2	109,6	111,0	112,6	110,8	110,0	110,5	111,6		
DTT	0,0	0,3	0,3	0,4	0,3	0,5	0,3	0,4	0,2	0,4	0,4		



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC047 - T - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,9	0,2
Mínima Temperatura Medida	109,6	0,2
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	3,1	0,2
Estabilidad Medida (±)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	3,2	0,2

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

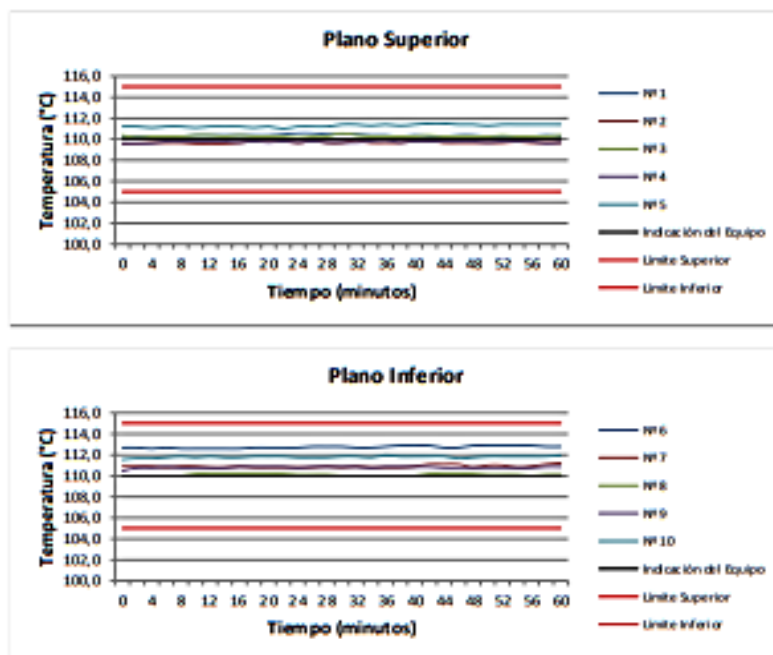
La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.



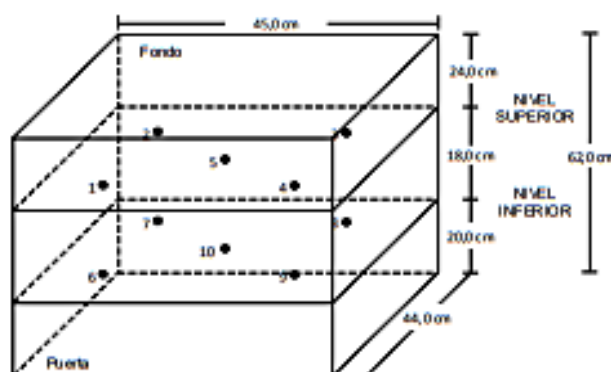
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC047 - T - 2022
Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: 110 °C ± 5 °C


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC047 - T - 2022***Metrología & calibración
Laboratorio de Temperatura*

Página 6 de 6

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES

Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

13. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC061 - F - 2022***Metrología & calibración**Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	220166	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.</p> <p>METROLOGÍA & CALIBRACIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.</p> <p>El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.</p>
2. Solicitante	CORPORACION AYAR S.A.C.	
3. Dirección	Jr. Pisac Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO	
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	100000 kgf	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	36-069006	
Número de Serie	130500076	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	ELE INTERNATIONAL	
Modelo	ADR TOUCH HEAD	
Número de Serie	1887-1-00116	
Resolución	1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES	
5. Fecha de Calibración	2022-10-25	
6. Fecha de Emisión	2022-10-31	

Jefe del Laboratorio

**Firmado
digitalmente por
Angel Perez
Fecha: 2022.10.31
18:04:41 -05'00'**

Sello



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC061 - F - 2022*Metrología & calibración*
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

7. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

8. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y MATERIALES
Jr. Pisco Mza. A Lote. 17 Urb. Manuel Prado Cusco - Cusco - CUSCO

9. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,7 °C	20,7 °C
Humedad Relativa	38 % HR	38 % HR

**10. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 87747 / 202 1-1 95857	Celda de carga calibrado a 1500 kN	LEDI-PUCP INF-LE 013-22B

11. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MC061 - F - 2022**
*Metrología & calibración
Laboratorio de Fuerza*

Página 3 de 3

12. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000.0	10001.0	10003.0	10001.0	10001.7
20	20000.0	19988.0	19992.0	19990.0	19990.0
30	30000.0	29992.0	29994.0	29996.0	29994.0
40	40000.0	39994.0	39992.0	39996.0	39994.0
50	50000.0	49998.0	50000.0	50000.0	49999.3
60	60000.0	60008.0	60010.0	60012.0	60010.0
70	70000.0	70026.0	70032.0	70030.0	70029.3
80	80000.0	80063.0	80059.0	80061.0	80061.0
90	90000.0	90101.0	90099.0	90117.0	90105.7
100	100000.0	100169.0	100175.0	100167.0	100170.3
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U ($k=2$) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa s (%)	
10000.0	-0.02	0.02	--	0.01	0.16
20000.0	0.05	0.02	--	0.01	0.16
30000.0	0.02	0.01	--	0.00	0.16
40000.0	0.02	0.01	--	0.00	0.16
50000.0	0.00	0.00	--	0.00	0.16
60000.0	-0.02	0.01	--	0.00	0.16
70000.0	-0.04	0.01	--	0.00	0.16
80000.0	-0.08	0.00	--	0.00	0.16
90000.0	-0.12	0.02	--	0.00	0.16
100000.0	-0.17	0.01	--	0.00	0.16

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0.00 %
---	--------


13. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Anexo 7. Ficha Técnica – Caucho Triturado



Granulado de Caucho para Canchas de Pasto Sintético



www.innovaships.cl

Teléfonos: +56 22 6840307

San Andrés 4516, Cerrillos

al@innovaships.cl

+56 22 2871186

Santiago- Chile

antonio_lillo@hotmail.com

+ 56 9 93101287



Ficha Técnica Materiales

Material: Caucho Granulado

Uso: Piezas Económicas y Relleno de Canchas

Propiedades*	Unidad	Valor Especificado
Dureza NCh-1832 ASTM D-2240	Shore A	48,8
Peso Específico DIN 53550	gr/cm ³	1,05
Abrasión NCh-1350 DIN 53516	mm ³	51,01
Resiliencia (Rebote)	%	25 mín

*Método preparación de mezcla para realizar análisis

1. Preparar en Molino de Rodillos, la siguiente mezcla:

<u>Material</u>	<u>Partes (pHR)</u>
Caucho Natural	100,00
Pureta (a analizar)	400,00
Peptizante	0,40
Azufre	3,50
Acelerante CBS	1,70
Total	505,60

2. La preparación debe ser hecha agregando los materiales en el mismo orden indicado en la mezcla detallada en el punto 1 (Usar preferentemente molino de rodillos de 12", preparando 1 Kg de mezcla).
3. La mezcla debe ser vulcanizada durante 12 minutos a 160°C, usando un molde de tal manera que el espécimen a vulcanizar sea circular, con las siguientes dimensiones: Diámetro= 80 mms, Espesor= 6 mms.
4. Después de vulcanizado, la muestra debe tener un reposo de 12 horas mínimo, antes de realizar los análisis.

Ficha Técnica realizado por Jorge López de Maturana Luna, Asesor químico.

Anexo 8. Ficha Técnica – Cemento Yura Tipo IP



DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)			6.00 Máx.			
SO ₃ (%)	1,5 a 3,0		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1,5 a 4,0		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm ³)	2,75 a 2,85		-			
Expansión en autoclave (%)	0,07 a 0,03		-0,20 a 0,80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2,5 a 8,0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa	Kgf/cm ²	MPa
3 días	175 a 200	17,1 a 19,6	133 Min	13	122 Min	12Min
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Min	20	194 Min	19 Min
28 días	306 a 340	30 a 33,3	255 Min	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0,04		0,05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0,05		0,10 Máx			

CEMENTO
YURA