



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo -
Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto,
Puno, 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

Mayta Gonzales, Sinofereiner ([ORCID: 0000-0003-1856-7112](https://orcid.org/0000-0003-1856-7112))

Sucari Callo, Analia ([ORCID: 0000-0001-6732-0103](https://orcid.org/0000-0001-6732-0103))

ASESOR:

Mg. Canta Honores, Jorge Luis ([ORCID: 0000-0002-9232-1359](https://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

2022

Dedicatoria

A Dios, quien da la sabiduría y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia. El provee de sólida sabiduría a los rectos: Es escudo a los que caminan rectamente (Proverbios 2:6-7)

Agradecimiento

A Dios, porque de él son los cielos, y los cielos de los cielos: la tierra, y todas las cosas que hay en ella (Salmos 89:11).

A nuestros padres Víctor, Victoria, Quintiliano, Cecilia y hermanas Doris, Eva, Edith, Guadalupe y Laly por su cariño y apoyo moral que durante todos estos años de formación profesional y personal nos han brindado.

A la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad y a nuestro asesor de tesis, ingeniero Jorge Luis Canta Honores por el apoyo en el desarrollo de este proyecto.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras.....	ix
Resumen.....	xiii
Abstract.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	10
III. METODOLOGÍA	48
3.1. Tipo y diseño de investigación	48
3.1.1. Tipo de Investigación	48
3.1.2. Diseño de Investigación	48
3.2. Variables y operacionalización	49
3.2.1. Variables	49
3.2.2. Operacionalización.....	50
3.3. Población, muestra y muestreo	51
3.3.1. Población	51
3.3.2. Muestra	51
3.3.3. Muestreo	53
3.3.4. Unidad de Análisis.....	53
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.4.1. Técnicas.....	53
3.4.2. Instrumentos	53
3.4.3. Validez	55
3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos.....	55

3.5. Procedimiento.....	55
3.6. Método de análisis de datos	120
3.7. Aspectos éticos.....	120
IV. RESULTADOS.....	121
4.1. Estadística descriptiva	121
4.2. Estadística inferencial.....	134
V. DISCUSIÓN	148
VI. CONCLUSIONES.....	154
VII. RECOMENDACIONES.....	157
REFERENCIAS	158
ANEXOS.....	167

Índice de tablas

Tabla 1. Resistencias de diferentes rocas sometidas a esfuerzos compresivos....	5
Tabla 2. Resumen de resultado del ensayo a flexión.....	13
Tabla 3. Resumen de resultado del ensayo a compresión.....	14
Tabla 4. Propiedades físico mecánicas – hormigones experimentales	25
Tabla 5. Propiedades de materiales naturales alternativos: inorgánicos, rocas, volcánicos.....	26
Tabla 6. Variedades de cuarzo.....	31
Tabla 7. Tipos de cemento portland según la norma ASTM	37
Tabla 8. Agregado fino - requisitos granulométricos	38
Tabla 9. Agregado grueso - requisitos granulométricos	39
Tabla 10. Tipos de mezcla según slump	42
Tabla 11. Límites para $f'c$ del concreto estructural.....	44
Tabla 12. Operacionalización de Variables	50
Tabla 13. Volumen por tipo de concreto.....	51
Tabla 14. Número de ensayos a desarrollar	52
Tabla 15. Formatos y equipos usados	54
Tabla 16. Análisis granulométrico de la piedra chancada	65
Tabla 17. Análisis granulométrico de la arena.....	67
Tabla 18. Determinación de la absorción del agregado fino	71
Tabla 19. Determinación de la absorción del agregado grueso	71
Tabla 20. Determinación del peso específico del agregado fino	74
Tabla 21. Determinación del peso específico del agregado grueso	74
Tabla 22. Determinación del peso unitario suelto del agregado fino	76
Tabla 23. Determinación del peso unitario compactado del agregado fino	76
Tabla 24. Determinación del peso unitario suelto del agregado grueso	76
Tabla 25. Determinación del peso unitario compactado del agregado grueso	77

Tabla 26. Determinación del contenido de humedad del agregado fino.....	78
Tabla 27. Determinación del contenido de humedad del agregado grueso	79
Tabla 28. Análisis granulométrico del cuarzo	80
Tabla 29. Análisis granulométrico de la ignimbrita	82
Tabla 30. Determinación de la absorción del cuarzo.....	84
Tabla 31. Determinación de la absorción de la ignimbrita	85
Tabla 32. Determinación del peso específico del cuarzo	86
Tabla 33. Determinación del peso específico de la ignimbrita.....	86
Tabla 34. Determinación del peso unitario suelto del cuarzo	87
Tabla 35. Determinación del peso unitario compactado del cuarzo	88
Tabla 36. Determinación del peso unitario suelto de la ignimbrita	88
Tabla 37. Determinación del peso unitario compactado de la ignimbrita	88
Tabla 38. Determinación del contenido de humedad del cuarzo.....	89
Tabla 39. Determinación del contenido de humedad de la ignimbrita	90
Tabla 40. Dosificación del concreto.....	91
Tabla 41. Dosificación de cuarzo e ignimbrita	91
Tabla 42. Resumen general de resultados.....	98
Tabla 43. Resultados de asentamiento	100
Tabla 44. Resultados de exudación	103
Tabla 45. Resultados detallados de la resistencia a compresión (7 días).....	107
Tabla 46. Resultados detallados de la resistencia a compresión (14 días).....	108
Tabla 47. Resultados detallados de la resistencia a compresión (28 días).....	109
Tabla 48. Resultados detallados de la resistencia a tracción indirecta (7 días) .	113
Tabla 49. Resultados detallados de la resistencia a tracción indirecta (14 días)	114
Tabla 50. Resultados detallados de la resistencia a tracción indirecta (28 días)	115
Tabla 51. Resultados detallados de la resistencia a flexión (28 días).....	119
Tabla 52. Resumen de asentamientos.....	121

Tabla 53. Resumen de exudaciones	122
Tabla 54. Resumen de resistencias a compresión (7 días).....	124
Tabla 55. Resumen de resistencias a compresión (14 días).....	125
Tabla 56. Resumen de resistencias a compresión (28 días).....	127
Tabla 57. Resumen de resistencias a tracción indirecta (7 días)	128
Tabla 58. Resumen de resistencias a tracción indirecta (14 días)	130
Tabla 59. Resumen de resistencias a tracción indirecta (28 días)	131
Tabla 60. Resumen de resistencias a flexión (28 días).....	133
Tabla 61. Valores significativos – estado fresco.....	134
Tabla 62. Valores significativos para la prueba de normalidad – estado endurecido	136
Tabla 63. Prueba ANOVA de la trabajabilidad	138
Tabla 64. Prueba ANOVA de la exudación	139
Tabla 65. Prueba ANOVA – resistencia a compresión (7d)	140
Tabla 66. Prueba ANOVA – resistencia a compresión (14d)	141
Tabla 67. Prueba ANOVA – resistencia a compresión (28d)	142
Tabla 68. Prueba ANOVA – resistencia a tracción indirecta (7d).....	143
Tabla 69. Prueba ANOVA – resistencia a tracción indirecta (14d).....	144
Tabla 70. Prueba ANOVA – resistencia a tracción indirecta (28d).....	145
Tabla 71. Prueba ANOVA – resistencia a flexión (28d).....	146

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Manufactura de cemento en miles de millones de toneladas métricas (UNEP 2019).....	2
<i>Figura 2.</i> Uso de arena y grava en función de la manufactura de cemento en millones de toneladas métricas (UNEP 2019).	2
<i>Figura 3.</i> Comparativa de resistencias de diferentes rocas.....	6
<i>Figura 4.</i> Reemplazo del agregado fino con rocas estériles de una mina de antimonio; C0, CM1, CM2, CM3 son concretos con 0, 10, 50 y 100% de reemplazo del agregado fino, respectivamente (Li et al. 2021).....	20
<i>Figura 5.</i> La difracción de rayos X del residuo estéril de tamaño de arena medio a grueso (Casadiego-Quintero et al. 2021).	21
<i>Figura 6.</i> Resistencia a compresión del hormigón (Danso y Boadi 2019).	23
<i>Figura 7.</i> Resistencia a la rotura por tracción del hormigón (Danso y Boadi 2019).	23
<i>Figura 8.</i> Resistencia a la flexión del hormigón (Danso y Boadi 2019).	24
<i>Figura 9.</i> Residuos mineros del proceso de extracción de minerales desde la trituración hasta la separación y el producto final (Spitz y Trudinger 2019).	27
<i>Figura 10.</i> Residuos sólidos generados en diferentes etapas desde la explotación hasta el producto final (Randive, Pingle y Agnihotri 2021).	28
<i>Figura 11.</i> Cristales de cuarzo (incolore o blanco) con esfalerita (negro).	29
<i>Figura 12.</i> Cristalografía del β -cuarzo y α -cuarzo (Nesse 2017).....	30
<i>Figura 13.</i> Roca ignimbrita.	33
<i>Figura 14.</i> Ball mill en operación de 7.9 m de diámetro en la mina Tintaya Antapaccay (Wills y Finch 2015).	34
<i>Figura 15.</i> Dimensiones de equipo para prueba de asentamiento (NTP.339.035 2009).	42
<i>Figura 16.</i> Parámetros de la exudación; si las exudaciones $Q \geq 8\%$ estas son peligrosas por caídas de resistencia en estratos superiores; si las exudaciones son de 3.0 – 3.5 % no generan problemas (Torrent 2020).....	43

<i>Figura 17.</i> Variedades de fracturas en probetas (NTP 339.034 2015).	44
<i>Figura 18.</i> Planos detallados para una plantilla de alineación adecuada para muestras de 6 x 12 pulg. [150 x 300 mm] (ASTM C 496 2017).	45
<i>Figura 19.</i> Diagrama del equipo para ensayos de flexión en vigas (NTP 339. 078 2018).	46
<i>Figura 20.</i> Diagrama de flujo del proceso de investigación.	56
<i>Figura 21.</i> Carta geológica del cuadrángulo de Ocuwiri (INGEMMET 2022).	58
<i>Figura 22.</i> Localización satelital de la Ex Unidad Minera Trapiche (Google Earth 2022).	59
<i>Figura 23.</i> Depósitos de residuos mineros.	59
<i>Figura 24.</i> Reducción de tamaño manual del cuarzo e ignimbrita (8" a 6").	60
<i>Figura 25.</i> Reducción de tamaño manual del cuarzo e ignimbrita (3" a 2").	60
<i>Figura 26.</i> Equipo Ball Mill.	61
<i>Figura 27.</i> Cuarzo triturado con el equipo Ball Mill.	61
<i>Figura 28.</i> Ignimbrita triturada con el equipo Ball Mill.	62
<i>Figura 29.</i> Mallas para tamizado del agregado fino y grueso.	63
<i>Figura 30.</i> Curva granulométrica de la piedra chancada.	66
<i>Figura 31.</i> Curva granulométrica de la arena.	68
<i>Figura 32.</i> Preparación de la arena para determinar la absorción.	70
<i>Figura 33.</i> Preparación de la piedra chancada para determinar la absorción.	70
<i>Figura 34.</i> Picnómetros con agregado fino y grueso.	72
<i>Figura 35.</i> Moldes cilíndricos para determinar el peso unitario del agregado fino y grueso.	75
<i>Figura 36.</i> Pesaje de muestras de agregado fino y grueso antes del secado.	78
<i>Figura 37.</i> Curva granulométrica del cuarzo.	81
<i>Figura 38.</i> Curva granulométrica de la ignimbrita.	83
<i>Figura 39.</i> Tamizado del cuarzo e ignimbrita.	84

<i>Figura 40.</i> Secado de las muestras de cuarzo e ignimbrita.....	85
<i>Figura 41.</i> Picnómetros con cuarzo e ignimbrita.	87
<i>Figura 42.</i> Determinación del peso unitario del cuarzo e ignimbrita.	89
<i>Figura 43.</i> Determinación del contenido de humedad del cuarzo e ignimbrita.	90
<i>Figura 44.</i> Materiales utilizados para las diferentes mezclas de concreto.....	92
<i>Figura 45.</i> Preparación de los equipos, herramientas y mezclado de los materiales.	93
<i>Figura 46.</i> Mezclado del concreto fresco y vertido a bugui para el traslado.	93
<i>Figura 47.</i> Ensayo de slump.....	94
<i>Figura 48.</i> Preparación y moldeo de probetas cilíndricas.....	95
<i>Figura 49.</i> Preparación y moldeo de probetas prismáticas.....	96
<i>Figura 50.</i> Desmoldeo de las probetas cilíndricas y prismáticas.	96
<i>Figura 51.</i> Curado de las probetas cilíndricas y prismáticas.	97
<i>Figura 52.</i> Procedimiento gráfico de la medición del asentamiento del concreto fresco (ACI - ASCC 2021).	99
<i>Figura 53.</i> Medición del asentamiento con un flexómetro.	100
<i>Figura 54.</i> Medición de la exudación.....	102
<i>Figura 55.</i> Medición del diámetro de la probeta con vernier.....	104
<i>Figura 56.</i> Colocación de la probeta en la prensa.	104
<i>Figura 57.</i> Inicio de prueba de resistencia a la compresión.	105
<i>Figura 58.</i> Falla de la probeta a la compresión.	105
<i>Figura 59.</i> Medida del diámetro de la probeta con vernier para el ensayo de la resistencia a la tracción indirecta.	110
<i>Figura 60.</i> Centrado de la probeta en el equipo de ensayo.....	111
<i>Figura 61.</i> Falla de la probeta a la tracción indirecta.....	111
<i>Figura 62.</i> Medición de la probeta prismática.....	116
<i>Figura 63.</i> Trazado de ejes sobre la probeta prismática.	117

<i>Figura 64.</i> Colocación de la probeta prismática.	117
<i>Figura 65.</i> Falla de la probeta prismática.	118
<i>Figura 66.</i> Gráfico de barras del asentamiento.	121
<i>Figura 67.</i> Gráfico de barras de la exudación.....	123
<i>Figura 68.</i> Gráfico de barras de la resistencia a compresión (Media) – 7d.	124
<i>Figura 69.</i> Gráfico de barras de la resistencia a compresión (Media) – 14d.	126
<i>Figura 70.</i> Gráfico de barras de la resistencia a compresión (Media) – 28d.	127
<i>Figura 71.</i> Gráfico de barras de la resistencia a tracción indirecta (Media) – 7d.	129
<i>Figura 72.</i> Gráfico de barras de la resistencia a tracción indirecta (Media) – 14d.	130
<i>Figura 73.</i> Gráfico de barras de la resistencia a tracción indirecta (Media) – 28d.	132
<i>Figura 74.</i> Gráfico de barras de la resistencia a flexión (Media) – 28d.	133

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural. El método utilizado para el tratamiento de los residuos mineros fue la trituración mediante Ball Mill con la finalidad de obtener una granulometría menor a 4.75 mm. La investigación fue del tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y de diseño experimental del tipo cuasiexperimental. La población estuvo compuesta por un volumen total de 0.87 m³ de concreto. La muestra fue de 105 probetas cilíndricas y 15 probetas prismáticas de concreto. La técnica de investigación fue de observación directa, los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas de observación y equipos de ensayo. Los resultados con respecto al concreto patrón mostraron una disminución en el asentamiento de 2.78% a 22.31%, la exudación se incrementó en 24.11% con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita, sin embargo, disminuyó en el resto de 3.55% a 21.04%. Por otro lado, la resistencia a la compresión mejoró hasta en un 14.17%, la resistencia a tracción indirecta mejoró hasta en un 14.32% y en la resistencia a flexión mejoró en un 26.21%. Finalmente se concluye que el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita tuvo el mejor comportamiento en el asentamiento, exudación, resistencias a compresión, tracción indirecta y flexión.

Palabras clave: Residuos mineros, cuarzo, ignimbrita, concreto, trabajabilidad, exudación, resistencia a compresión, a tracción indirecta y flexión.

Abstract

The objective of this research was to determine the effect of fine aggregate replaced by quartz and ignimbrite mining residues crushed with Ball Mill on the properties of structural concrete. The method used for the treatment of mining waste was crushing by Ball Mill in order to obtain a grain size of less than 4.75 mm. The research was of the applied type, with a quantitative approach, with an explanatory scope and experimental design of the quasi-experimental type. The population was composed of a total volume of 0.87 m³ of concrete. The sample consisted of 105 cylindrical specimens and 15 prismatic concrete specimens. The research technique was direct observation, the data collection instruments were the observation sheets and test equipment. The results with respect to the standard concrete showed a decrease in settlement from 2.78% to 22.31%, exudation increased by 24.11% with 35% quartz and 25% ignimbrite, however, it decreased in the rest from 3.55% to 21.04 %. On the other hand, the compressive strength improved by up to 14.17%, the indirect tensile strength improved by up to 14.32%, and the flexural strength improved by 26.21%. Finally, it is concluded that the concrete with 35% quartz and 25% ignimbrite had the best behavior in settlement, bleeding, compressive strength, indirect traction and bending.

Keywords: Mining waste, quartz, ignimbrite, concrete, workability, bleeding, resistance to compression, indirect traction and bending.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente necesidad de fuentes alternativas sustentables de agregado fino que mejoren las propiedades de un concreto estructural; se ha convertido en un reto de la ingeniería civil a causa del agotamiento de las fuentes de agregados naturales (Alnuaim, Abbas y Iqbal Khan 2021), la sobreexplotación de la arena de río (Boadella et al. 2019) y el crecimiento acelerado del sector de la construcción (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020). Por lo que es forzoso la exploración de fuentes alternativas de agregados de calidad y sostenibles en el tiempo. En ese sentido (Dhanalakshmi y Hameed 2021) afirman que el interés por encontrar materiales de áridos alternativos va en aumento, como los agregados generalmente representan el 70–80% del concreto, además señala que la producción de concreto consume 9 mil millones de toneladas de arena y roca y 1 mil millones de toneladas de agua de mezcla cada año, además de 1,5 mil millones de toneladas de cemento y proyecta que para el 2050 la producción de concreto aumente cerca de 18 mil millones de toneladas (16 mil millones de toneladas) por año. Razón por la cual los agregados se han convertido al presente en un material valioso generando la necesidad de pensar en otras alternativas.

A nivel mundial, el concreto es el material que más se produce y utiliza junto con el agua, dando lugar a la sobreexplotación de recursos naturales como la grava y la arena de los ríos a causa de la tasa de industrialización y urbanización progresiva (Nandagiri et al. 2020), como es el caso de China (Zhu 2022). Según el informe Arena y Sostenibilidad (UNEP 2019) se estima que la demanda de arena en China es mucho mayor que en cualquier otro lugar del mundo, esto en función de la producción de cemento para concreto, donde China produce el 58.5% e India el 6.6% de cemento a nivel mundial, es decir que los dos tercios de la fabricación mundial de cemento están en estas dos naciones; dando lugar en la actualidad a una escasez y agotamiento de la arena de río (Khudyakova et al. 2021) debido a su mayor uso en la construcción, constituyéndose en uno de los principales retos de desarrollo sostenible del siglo XXI. Por lo tanto, se requiere la búsqueda de fuentes alternativas remplazantes del agregado fino, (Tolstoy et al. 2020) mencionan cuatro grupos: cuarcitas que contienen minerales, areniscas de cuarzo, esquistos cristalinos y rocas de dique.

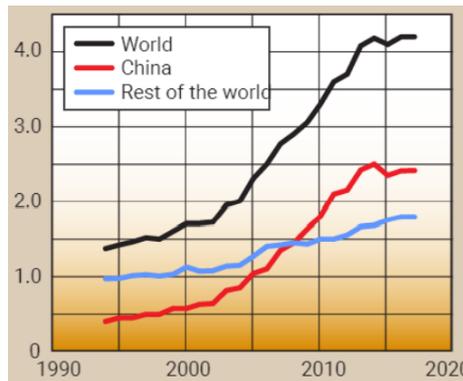


Figura 1. Manufactura de cemento en miles de millones de toneladas métricas (UNEP 2019).

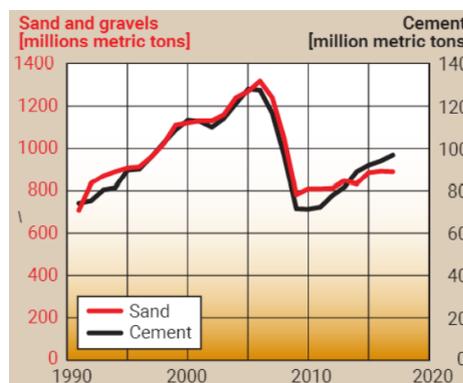


Figura 2. Uso de arena y grava en función de la manufactura de cemento en millones de toneladas métricas (UNEP 2019).

A nivel nacional en el Perú cada vez se presenta mayor sobreexplotación de canteras de agregados por ende se está generando impactos ambientales. Por ejemplo (Jácome Rivas 2021) menciona que en la región de Ancash hay una sobreexplotación de canteras que está contaminando sus zonas naturales como es el Río Santa. Así mismo planteo la solución de usar cuarzo como una alternativa de sustitución del agregado fino que aumento la resistencia del concreto.

A nivel local debido al crecimiento demográfico continuo y el incremento de la necesidad de desarrollar áreas urbanas e infraestructura civil en la región de Puno se ha producido impactos ambientales por la demanda de arena, tal es el caso de la quebrada Sallagueña del distrito de Pichacani, donde (Alcca Llanos 2021) identificó y evaluó 28 puntos de extracción de arena que generaron impactos ambientales importantes durante los procesos de transporte,

procesamiento, explotación, exploración y prospección de arena. Por lo tanto, es preciso la exploración de materiales alternativos del agregado fino, al respecto (Coila Tapia 2018) propone el uso de agregado grueso reciclado y vidrio reciclado molido para la fabricación de concretos ecológicos, concluyendo que son favorables el empleo de 30% de agregado reciclado (pavimento) y el 10% de vidrio reciclado para la resistencia de $f'c=175$ kg/cm², además afirma que logró preservar de las canteras Cutimbo y Viluyo en un 4.14% y 2.26% respectivamente. Por otro lado, también hay la necesidad de obtener concretos de alta resistencia y al respecto (Pachacutec Gutierrez y Vilca Salazar 2018) plantearon una alternativa de adición de nanosílice y microsílice en el concreto para que se pueda obtener un concreto de alta resistencia y así poder realizar edificaciones de varios niveles en la ciudad de Puno.

Para el presente estudio, entre las causas de la necesidad de fuentes alternativas sustentables del agregado fino que mejoren las propiedades de un concreto estructural, se han identificado los siguientes: El incremento exponencial de la demanda de arena de río, debido al rápido desarrollo de áreas urbanas e infraestructuras civiles (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020) y la demanda de agregados de buena calidad para la reconstrucción y rehabilitación segura de las infraestructuras de edificios públicos y privados frente a eventos catastróficos como es el caso del terremoto de Cachimira de 2005 en el distrito de Muzaffarabad (Basharat et al. 2021). También la sobreexplotación de la arena de río, a causa de la progresiva tasa de urbanización e industrialización generando problemas de sostenibilidad (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020); por ejemplo en la construcción de la autopista Puno – Juliaca se ha sobreexplotado diferentes canteras, causando impactos ambientales, (Huamani Sucapuca 2018) evaluó el impacto de las canteras habilitadas para la construcción de esta vía a través de la matriz de Leopold Modificado, concluyendo que la explotación de estas canteras causa impactos altamente negativos. Además las limitadas investigaciones con diferentes tipos y cantidades de materiales constituyentes para un concreto de alta resistencia, al respecto (Shahrokhinasab et al. 2021) afirman que se requiere más investigaciones, asimismo (Erofeeva et al. 2020) consideran importante generar investigaciones que aborden el desarrollo de un concreto

multicomponente de alta calidad empleando rellenos minerales locales ya sean de origen natural o artificial y por otro lado (Pachacutec Gutierrez y Vilca Salazar 2018) mencionan que falta estudios sobre concretos de alta resistencia que puedan ser empleadas en edificios altos en la ciudad de Puno. Asimismo las deficiencias en la calidad de la arena de río, ya que cada vez es más complicado extraer arena de río natural de buena calidad que se emplee como agregado fino en el concreto, con relación a ello (Ismail, Elmaghraby y Abd El Ghaffar 2021) afirman que frente a las enormes deficiencias en la calidad de la arena de río, la industria de la construcción utilizara arena industrial al máximo. Y el crecimiento acelerado del sector de la construcción, es una tendencia global (Schiller, Bimesmeier y Pham 2020) afirman que en el mundo más del 50% de la población habita en zonas urbanas y la tasa de urbanización continúan en aumento, causando mayor demanda de recursos naturales, específicamente minerales no metálicos como arena, piedras y arcillas, tal es el caso vietnamita de Hanoi y su provincia interior Hoa Binh.

Por otro lado los efectos identificados y que están en relación directa a las causas de la necesidad de fuentes alternativas sustentables del agregado fino que mejoren las propiedades de un concreto estructural, son los siguientes: El agotamiento de la arena de río, debido a la demanda excesiva de arena de los lechos de río (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020). También el impacto ambiental y/o problemas de sostenibilidad, la sobreexplotación de agregados de fuentes naturales produce impactos ambientales negativos y da lugar a problemas de sostenibilidad (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020), por ejemplo (Calcina Arpi 2018) señala que se causó impactos negativos significativos en el medio ambiente en las canteras de “Taparachi y Yocará” durante su explotación en la Región de Puno. Además el limitado empleo de fuentes alternativas sustentables del agregado fino, (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020) manifiestan que para producir concretos de alta resistencia es urgente identificar un material alternativo que reemplace a la arena de río. Asimismo la baja resistencia última y durabilidad del concreto, (De Brito, Kurda y Da Silva 2018) señalan que la calidad de los agregados empleados para la producción del concreto es el factor principal al realizar la prueba de la resistencia a la compresión del concreto. Y el mayor

consumo de arena de río, (Dhanalakshmi y Hameed 2021) sostienen que la producción de concreto consume 9 mil millones de toneladas de arena y roca cada año, además indica que para el 2050 la producción de concreto se incrementara aproximadamente en 18 mil millones de toneladas (16 mil millones de toneladas) por año. Por lo tanto, podemos aseverar que se requerirá enormes cantidades de agregado fino a medida que pase el tiempo.

Debido al problema identificado, la alternativa de solución que plantea la presente investigación, es el uso de residuos mineros de cuarzo e ignimbrita como fuentes alternativas sustentables del agregado fino y además se mejore las propiedades de un concreto estructural, porque el cuarzo es una materia prima abundante en la corteza terrestre, así lo afirma (Chen 2021). Asimismo, las rocas con alto contenido de cuarzo presentan altas resistencias a la compresión uniaxial, como es el caso del Jaspe que tiene una resistencia de 4500 kg/cm². Con respecto a esto (Dhanalakshmi y Hameed 2021) proponen en su artículo el uso de polvo de lodo de mármol y arena de cuarzo como reemplazante parcial del agregado fino en las proporciones de 15% y 45% respectivamente para la fabricación de concretos de alta resistencia.

Tabla 1. Resistencias de diferentes rocas sometidas a esfuerzos compresivos

Roca	Valor medio kg/cm ²
Limonita	246
Pizarra sedimentaria	367
Toba volcánica	372
Lava	1035
Caliza	1090
Granito	1517
Conglomerado	1690
Cuarcita	2003
Arenisca	2180
Esquisto de Hornblenda	2490
Jaspe	4500

Fuente: Elaboración propia.

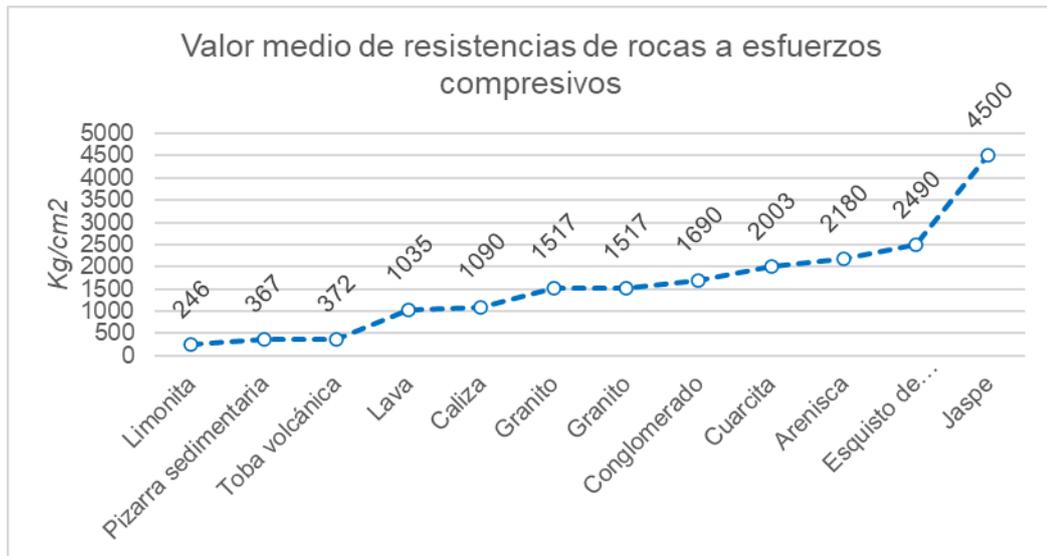


Figura 3. Comparativa de resistencias de diferentes rocas.

La investigación fue desarrollada con el objetivo de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en el comportamiento de las propiedades de un concreto estructural. Asimismo, utilizar el cuarzo e ignimbrita como fuentes alternativas del agregado fino. Por lo tanto el problema principal planteado para esta investigación es: ¿Qué efectos tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022? y los problemas específicos son: (1) ¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?; (2) ¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la exudación de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?; (3) ¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?; (4) ¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?; (5) ¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball

Mill en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?.

La justificación del orden teórico se basa en el propósito de obtener y ampliar las fuentes alternativas sustentables de materias primas, tales como es el cuarzo e ignimbrita, que reemplacen al agregado fino, el cual es un componente esencial del concreto, asimismo con el uso del cuarzo se pretende mejorar las propiedades mecánicas del concreto, respecto a ello (Tolstoy et al. 2020) señalan que las perspectivas para futuras investigaciones científicas pueden dirigirse a la posibilidad de obtener agregados a partir de rocas extraídas incidentalmente para la creación de diversos productos de construcción y señala que esto contribuirá a la ampliación de la gama de materias primas locales utilizadas para obtener componentes del hormigón. Por otro lado (Jácome Rivas 2021) sugiere la sustitución de agregado fino por cuarzo en un 50% afirmando que esto mejorara la resistencia del concreto a los 28 días de edad, por lo que en esta investigación se utilizaron los porcentajes de 35%, 45%, 55% y 65% de cuarzo como reemplazante del agregado fino. Además la justificación práctica de la presente investigación es que tendrá un impacto positivo porque propone sustituir uno de los principales constituyentes del concreto como es el agregado fino puesto que el consumo de arena de río es muy alto debido a la demanda de concreto por el aumento de la urbanización que exige el crecimiento de la infraestructura asimismo esto conlleva a problemas de sostenibilidad así lo afirma (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020). Asimismo, la justificación técnica en esta investigación es mejorar las propiedades de un concreto estructural con el reemplazo de agregado fino por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita, debido a que estos elementos presentan una buena resistencia a compresión y a flexión en su estado natural (Fragoso Doria y Visbal Jacome 2021); además de que este reemplazo será una fuente alternativa sustentable porque el cuarzo en la corteza terrestre es un mineral muy común, así mismo es un constituyente importante tanto de las rocas intrusivas y extrusivas félsicas (Klein y Philpotts 2017). Por otra parte la justificación social se basa en que esta investigación contribuirá en el aprovechamiento de los residuos mineros como una fuente alternativa de agregado fino para el sector construcción, debido a la demanda de agregado fino de nuestras sociedades

(UNEP 2019). Finalmente la justificación ambiental de esta investigación es que debido a la sobreexplotación de agregados de fuentes naturales se produce impactos ambientales negativos y da lugar a problemas de sostenibilidad (Duc Vinh Quang, Aleksandrova y Samchenko 2020). Así mismo los impactos ambientales de la extracción de arena es un problema de importancia mundial según la (UNEP 2019). Por lo que esta investigación busca disminuir el consumo de agregados naturales optando por uso de residuos mineros de cuarzo e ignimbrita como remplazante de agregados finos.

El objetivo general propuesto para esta investigación es: Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022 y los objetivos específicos son: (1) Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (2) Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la exudación de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (3) Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (4) Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (5) Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022.

La hipótesis general formulada para la presente investigación es: El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en las propiedades de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022 y las hipótesis específicas son las siguientes: (1) El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (2) El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e

ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la exudación de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (3) El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (4) El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022; (5) El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022.

II. MARCO TEÓRICO

La literatura revisada y/o antecedentes consultados para esta investigación a nivel de tesis internacionales fueron: (Wellala 2017) quien realizó un estudio sobre el uso de agregados finos triturados (FCA) proveniente de tres tipos de rocas que son Granófiro, Basalto y Granito como agregado fino en reemplazo de la arena natural para morteros de cemento y hormigones. Asimismo, la técnica que uso fue la trituración, tuvo un diseño experimental, enfoque cuantitativo, la población de estudio fueron las tres rocas Granófiro (tipo A), Basalto (tipo B) y Granito (tipo C) provenientes de Western Australia y la muestra fue de 36 probetas. Por otro lado los resultados principales que se obtuvieron respecto al uso de agregados finos triturados como reemplazo de arena natural para FCA tipo A 40%, FCA tipo B 40%, FCA tipo C 20%, FCA tipo C 40% y FCA tipo C 60% fueron: En asentamientos 140mm, 125mm, 120mm, 140mm, 120mm y 80mm; en las resistencias a la compresión a los 7 días 40 Mpa, 40 Mpa, 44 Mpa, 40 Mpa, 40 Mpa y 42 Mpa; en las resistencias a la compresión a los 28 días 46 Mpa, 50 Mpa, 50 Mpa, 48 Mpa, 49 Mpa y 50 Mpa; en las resistencias a la tracción 4.64 Mpa, 4.79 Mpa, 4.44 Mpa, 4.01 Mpa, 4.09 Mpa y 3.89 Mpa. Asimismo, la discusión de los resultados principales fue: El asentamiento con 100% de arena natural fue de 140 mm y las mezclas con 40% de FCA (tipo A, B y C) variaron de 120 mm a 125 mm por lo que no hubo una diferencia significativa entre ellos, el asentamiento con un 20% de FCA tipo C no tuvo un efecto notable en cuestión al asentamiento de la arena natural. Sin embargo, el asentamiento disminuyó de 140 mm a 125 mm con un 40% FCA tipo C y a 80 mm con 60% FCA tipo C, el reemplazo 60% de FCA tipo C en la mezcla ha reducido significativamente la trabajabilidad de hormigón debido a la mala forma y al mayor contenido de finos aportados por FCA tipo C. En cuanto a la resistencia a la compresión de la muestra con 100% de arena natural fue de 46,5 MPa que es ligeramente inferior a los valores al 40% de reemplazo de FCA (tipo A, B y C), la resistencia a la compresión del concreto al 40% de reemplazo de FCA (tipo A, B y C) a los 28 días fueron aproximadamente 50 MPa, el 40% de reemplazo de FCA tipo B mostro la fuerza más alta a los 7 días, mientras que el 20% de reemplazo de FCA tipo C muestra el más bajo para la misma edad, en cuanto a la resistencia a la tracción el valor máximo fue 4.79 Mpa para FCA

tipo A con 40% de reemplazo, FCA tipo B con 40% de reemplazo mostro una resistencia de 4.44 Mpa, FCA tipo C con 20% de reemplazo mostro una resistencia más baja que fue de 4.01 Mpa y FCA tipo C con 40 % y 60% de reemplazo disminuyeron gradualmente de 4,09 Mpa a 3.89 Mpa. y en cuanto a la exudación realizo una comparación de los resultados de hormigón con arena 100% natural con el 20%, 40% y 60% de FCA tipo C en el cual la mayor exudación fue en el concreto con arena 100% y la exudación disminuyo gradualmente con el aumento de FCA por lo tanto el que más disminuyo fue el de 60% con un cero de exudación. Finalmente, sus conclusiones principales fueron los siguientes: El concreto trabajable se puede hacer incorporando FCA hasta en un 60%, el asentamiento más alto fue en el concreto que contenía arena natural al 100%, el sangrado del concreto se ve significativamente influenciado por el aumento de la cantidad de FCA, donde el sangrado más alto se observó con un reemplazo del 20 % del tipo FCA C mientras que se observó cero sangrado al 60% FCA del mismo tipo, las resistencias a la compresión de hormigón FCA (tipo A, B y C) mostró mejores rendimientos que la arena natural y en la resistencia a la tracción no pudo identificar una variación notable de FCA (tipo A, B y C) con la arena natural, pero se observó una reducción en el 20% de reemplazo de FCA tipo C.

(Janadi 2021) tuvo como propósito desarrollar formulaciones de hormigón y mortero mediante la sustitución total de arena y agregados con residuos mineros finos de cinco minas en Québec (La Ronde, Malartic, Casa Berardi, Westwood y Goldex) y roca estéril triturada de la mina Malartic. Asimismo, el método que uso fue el triturado para el residuo minero y roca estéril, además el diseño de la investigación fue experimental y de nivel explicativo. Por otro lado, la población de estudio fueron las minas: La Ronde, Malartic, Casa Berardi, Westwood y Goldex de donde se extrajo los residuos mineros y la mina Malartic de donde se extrajo la roca estéril y las muestras fueron 72 probetas. En cuanto a los resultados principales que obtuvo respecto a la mezcla de control, Westwood, Casa Berardi, La Ronde, Goldex y Malartic; los asentamientos fueron: 265 mm, 72 mm, 65 mm, 76 mm, 164 mm y 204 mm; las resistencias a la compresión a los 28 días fueron: 14.6 Mpa, 12.8 Mpa, 20.1 Mpa, 22.9 Mpa, 26.1 Mpa y 19.4 Mpa; las resistencias a la compresión a los 56 días fueron: 32.2 Mpa, 15.4 Mpa,

21.5 Mpa, 25.7 Mpa, 26.3 Mpa y 22.1 Mpa; las resistencias a la tracción a los 28 días fueron: 2.6 Mpa, 1.1 Mpa, 1.8 Mpa, 2.1 Mpa, 2.7 Mpa y 2.3 Mpa y las resistencias a la tracción a los 56 días fueron: 3 Mpa, 1.8 Mpa, 2.9 Mpa, 2.7 Mpa, 3.1 Mpa y 2.4 Mpa. Con respecto a la discusión de resultados principales, concerniente a la resistencia a compresión y el slump de las mezclas Goldex y La Ronde tuvieron un asentamiento de 164 mm y 76 mm con una resistencia que fue ligeramente diferente a los 28 días y similares a los 56 días; la mezcla de Westwood tenía un similar asentamiento que la de La Ronde, pero tenía resistencias a la compresión muy bajas a los 28 y 56 días a comparación de La Ronde; las minas Berardi, La Ronde, Malartic y Goldex alcanzaron mayores resistencias a la compresión que el control a los 28 días y en cuanto a la resistencia a la tracción a los 28 días, la mezcla Goldex logro un valor de 2.7 Mpa y es 0.1 Mpa superior al control. En cuanto a las otras mezclas estas lograron unas resistencias más bajas que el control. Finalmente, las conclusiones principales de esta investigación fueron: El asentamiento máximo fue de la mezcla de control con un 265 mm, la resistencia máxima a los 28 días fue de Goldex con 26.1 Mpa, la resistencia máxima a los 56 días fue de la mezcla de control con 32.2 Mpa, la resistencia máxima a la tracción a los 28 días fue de Goldex 2.7 Mpa y la resistencia máxima a la tracción a los 56 días fue de Goldex 3.1 Mpa.

(Ampérez Solíz 2019) tuvo como propósito usar arena de cuarzo feldespática como sustituto del agregado fino para la realización de adoquines de concreto, uso el cuarzo feldespático debido a que es un desecho mineral y este lo obtuvo del proceso industrial de trituración de la roca granito, para el agregado grueso uso el basalto de 3/8". Asimismo, el estudio tuvo un diseño experimental, enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Por otra parte su población de estudio fueron los depósitos de Torres 1 y Borda de la cantera SICASA ubicado en San Miguel Pochuta – Chilmaltenango y sus muestras de estudio fueron cuatro muestras con diversos porcentajes de arena cuarzo feldespática los cuales son: Muestra A con 50% agregado fino Borda, 50% agregado fino de Torres 1 y aglomerante hidráulico; Muestra B con 50% agregado fino Borda, 50% agregado fino de Torres 1, agregado grueso y aglomerante hidráulico; Muestra C con 25% agregado fino Borda, 75% agregado fino de Torres 1, agregado grueso y

aglomerante hidráulico y Muestra D con 75% agregado fino Borda, 25% agregado fino de Torres 1, agregado grueso y aglomerante hidráulico. En cuanto a los resultados principales (tabla 2 y tabla 3) que obtuvo con respecto a la resistencia a flexión a la edad de 28 días de curado fueron: A-2 con 176.17 kg/cm², B-2 con 122.89 kg/cm², C-3 con 85.18 kg/cm² y D-2 con 103.25 kg/cm² y en cuanto a la resistencia a la compresión a los 28 días de curado fueron: A-6 con 543.56 kg/cm², B-6 con 490.00 kg/cm², C-6 con 358.42 kg/cm² y D-4 con 420.79 kg/cm².

Tabla 2. Resumen de resultado del ensayo a flexión

Muestra	Ensayo a flexión	Ensayo a flexión Norma NTG 41086 (1)	Promedio	Promedio Norma NTG 41086 (2)
		kg/cm ²		
A-1	145.03	46.8	160	55
A-2	176.17			
A-3	158.79			
B-1	114.66		116.45	
B-2	122.89			
B-3	111.8			
C-1	74.39		79.91	
C-2	80.15			
C-3	85.18			
D-1	94.23		98.82	
D-2	103.25			
D-3	98.99			

(1) La norma indica que uno de los tres adoquines como mínimo debe tener 46.8 kg/cm². (2) El promedio de los tres adoquines deben tener como mínimo 55 kg/cm².

Fuente: Elaboración de adoquines de concreto, utilizando como agregado fino arena cuarzo-feldespática (Ampérez Solíz 2019).

Tabla 3. Resumen de resultado del ensayo a compresión

Muestra	Esfuerzo a compresión	Esfuerzo a compresión propuesto
	kg/cm ²	
A-4	532.32	280
A-5	488.28	
A-6	543.56	
B-4	424.00	
B-5	377.41	
B-6	490.00	
C-4	358.00	
C-5	352.00	
C-6	358.42	
D-4	420.79	
D-5	383.84	
D-6	406.57	

Fuente: Elaboración de adoquines de concreto, utilizando como agregado fino arena cuarzo-feldespática (Ampérez Solíz 2019).

Con respecto a la discusión de los resultados principales, en cuestión a la resistencia a la flexión las cuatro muestras que realizo cumplieron con el valor mínimo (46.8 kg/cm²) que establece la norma NTG 41086, las muestras de A y B tuvieron casi las mismas proporciones, la única diferencia es que la muestra B tenía agregado grueso por lo que la muestra A obtuvo el máximo valor debido a que tuvo homogeneidad de material y la muestra B tuvo baja resistencia respecto a la muestra A, es debido a que tenía agregado grueso y al mezclarse con los agregados no tuvieron una buena adherencia, las muestras C y D tuvieron bajos valores de resistencia de las cuatro muestras pero si cumplieron los valores mínimos de resistencia según la norma NTG y en cuanto a la resistencia a compresión las cuatro muestras pasaron a la resistencia del diseño de mezcla propuesto (280 kg/cm²), la muestra A fue la que tuvo mayor resistencia en comparación con las demás muestras. Finalmente concluyó que al sustituir cuarzo-feldespático en el agregado fino aumenta la resistencia a la flexión ya que estas superaron a lo que establece la norma NTG y asimismo aumenta la resistencia a compresión en las cuatro muestras que superaron a la resistencia propuesta de 280 kg/cm².

La literatura revisada y/o antecedentes consultados para esta investigación a nivel de tesis nacionales fueron: (Jácome Rivas 2021) quien tuvo el propósito de determinar la resistencia de un concreto patrón de $f'c$ 210 kg/cm² al sustituir el agregado fino por arena de cuarzo en las proporciones de 20%, 25% y 30% y ver cuál es efecto que se produce con la sustitución. Asimismo, el tipo de estudio fue aplicativo, tuvo un diseño cuasi experimental, enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Por otro lado, la población y la muestra que considero fue de 36 probetas. Con respecto a los resultados principales que obtuvo en cuanto a la resistencia a compresión a los 7 días fueron: El concreto patrón 174.39 kg/cm², con la sustitución de 20% arena de cuarzo fue de 189.03 kg/cm², con la sustitución de 25% arena de cuarzo fue de 201.65 kg/cm², con la sustitución de 30% arena de cuarzo fue de 261.43 kg/cm²; en lo referente a los 14 días fueron: El concreto patrón 201.84 kg/cm², con la sustitución de 20% arena de cuarzo fue de 246.71 kg/cm², con la sustitución de 25% arena de cuarzo fue de 244.11 kg/cm², con la sustitución de 30% arena de cuarzo fue de 302.21 kg/cm² y en lo referente a los 28 días fueron: El concreto patrón 233.66 kg/cm², con la sustitución de 20% arena de cuarzo fue de 279.18 kg/cm², con la sustitución de 25% arena de cuarzo fue de 310.77 kg/cm², con la sustitución de 30% arena de cuarzo fue de 354.65 kg/cm². Por otra parte en la discusión de los resultados principales respecto a la resistencia a la compresión, realizo una comparación de las resistencias de la sustitución de arena de cuarzo en las proporciones de 20%, 25% y 30% con el concreto patrón obteniendo lo siguiente: Concreto patrón a los 7 días 174.39 kg/cm², a los 14 días 201.84 kg/cm² y a los 28 días 233.66 kg/cm²; con la sustitución de 20% arena de cuarzo obtuvo a los 7 días la resistencia 189.03 kg/cm², a los 14 días la resistencia 246.71 kg/cm² y a los 28 días la resistencia 279.18 kg/cm²; con la sustitución de 25% arena de cuarzo obtuvo a los 7 días la resistencia 201.65 kg/cm², a los 14 días la resistencia 244.11 kg/cm² y a los 28 días la resistencia 310.77 kg/cm² y con la sustitución de 30% arena de cuarzo obtuvo a los 7 días la resistencia 261.43 kg/cm², a los 14 días la resistencia 302.21 kg/cm² y a los 28 días la resistencia 354.65 kg/cm²; en síntesis, los resultados mostraron que la resistencia a los 7, 14 y 28 días superaron al concreto patrón y esto se debió a que el cuarzo es un mineral que tiene altas concentraciones de silicio, además

pudo notar en los resultados que a mayor tiempo de curado aumenta la resistencia. Finalmente, las conclusiones principales de la investigación fueron que las sustituciones experimentales obtuvieron unas resistencias que incrementaron en cuanto más tiempo transcurre en el curado y la sustitución que más supero al concreto patrón fue el de 30% con una resistencia 310.77 kg/cm².

(Crespo Luna 2021) realizó una comparación de resistencias entre un concreto convencional 210 kg/cm² con un concreto con granodiorita en los porcentajes de 100%, 50% y 25% con un periodo de curado de 14 días. Asimismo, el tipo de estudio fue aplicativo, tuvo un diseño cuasi experimental, enfoque cuantitativo y nivel correlacional; donde la población estudiada fue de 60 probetas y las muestras fueron 15 probetas por muestra. En cuanto a los resultados principales fueron los siguientes: Respecto al asentamiento para el concreto convencional fue de 8 cm, concreto con un 25 % de granodiorita fue de 7cm, concreto con un 50 % de granodiorita fue de 7cm y el concreto con un 100% de granodiorita reemplazante del agregado fino fue de 9 cm y con respecto a la resistencia a compresión a la edad de 14 días de curado el concreto convencional con 15 muestras de concreto obtuvo una media de 173.5013 kg/cm² de las cuales 7 muestras (46.6%) estuvieron por encima de la media, el concreto con 100 % de granodiorita con 15 muestras de concreto obtuvo una media de 195.2173 kg/cm² de las cuales 9 muestras (60%) estuvieron por encima de la media, el concreto con 50 % de granodiorita con 15 muestras de concreto obtuvo una media de 176.2607 kg/cm² de las cuales 4 muestras (26.6%) estuvieron por encima de la media y el concreto con 25 % de granodiorita con 15 muestras de concreto obtuvo una media de 174.2533 kg/cm² de las cuales 5 muestras (33.3%) estuvieron por encima de la media. Por otro lado, en la discusión de los resultados principales menciono lo siguiente: Con el agregado fino de 100% de granodiorita si hay una variación de promedio en la resistencia a la compresión frente al concreto convencional por lo tanto hay una mejora en las propiedades mecánicas del concreto, en cuanto a los agregados finos de 50% y 25 % no hay una variación de promedio de resistencia a la compresión frente al concreto convencional. Finalmente, las conclusiones principales que obtuvieron en cuanto a las variaciones fueron: Hay

variación de valores promedio de resistencia a la compresión entre un concreto convencional con un concreto de granodiorita ($t = -4.092$) y ($P\text{-valor} = 0.001 < \alpha = 0.05$), el concreto convencional con el concreto con 100% de granodiorita si tiene una variación de valores promedio de resistencia a la compresión ($t = -4.789$) y ($P\text{-valor} = 0.000 < \alpha = 0.05$), el concreto convencional con el concreto con 50% de granodiorita no tiene una variación de valores promedio de resistencia a la compresión ($t = -0.473$) y ($P\text{-valor} = 0.642 > \alpha = 0.05$) y el concreto convencional con el concreto con 25% de granodiorita no tiene una variación de valores promedio de resistencia a la compresión ($t = -0.203$) y ($P\text{-valor} = 0.841 > \alpha = 0.05$).

(Aguilar Veramendi y Lama Gutierrez 2020) propuso el uso de relave minero como sustituto del agregado fino para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en donde tuvo por objetivo saber cómo influye la sustitución de arena fina por relaves de la mina Santa Luisa en la resistencia a compresión de un concreto de 210 kg/cm^2 . Asimismo, tuvo un estudio del tipo aplicativo, enfoque cuantitativo y diseño no experimental correlacional. Por otro lado, tuvo como población y muestra 36 probetas de concreto. En cuanto a los resultados principales de resistencia a la compresión fueron los siguientes: Concreto patrón a los 7 días 157.67 kg/cm^2 , a los 14 días 188.67 kg/cm^2 y a los 28 días 232.67 kg/cm^2 ; con el reemplazo del 5% de relave a los 7 días 164.67 kg/cm^2 , a los 14 días 195.33 kg/cm^2 y a los 28 días 246.33 ; con el reemplazo del 10 % de relave a los 7 días 158 kg/cm^2 , a los 14 días 200.57 kg/cm^2 y a los 28 días 259 y con el reemplazo del 15 % de relave a los 7 días 157.33 kg/cm^2 , a los 14 días 205 kg/cm^2 y a los 28 días 279 kg/cm^2 , respectivamente. En cuanto a la discusión de los resultados principales fueron: En los resultados que obtuvo pudo ver que si hubo aumento en la resistencia a compresión sustituyendo relave minero por agregado fino, los resultados que obtuvo en la resistencia a compresión del concreto patrón 210 kg/cm^2 a los 7, 14 y 28 días (157.67 , 188.57 y 232.67 kg/cm^2) fueron comparados con (Caceres Pachari y Larico Tico 2017) quienes señalan que el concreto patrón es el que tiene mejores resistencia a comparación de un concreto añadiendo relave minero, los resultados que obtuvo sustituyendo el agregado fino por 5% de relave minero a los 7, 14 y 28 días (164.67 , 195.33 y 246.33 kg/cm^2) fueron comparados con (Fernandez Anaya 2019) quien

menciona que al agregar mayores porcentajes de relave minero hace que la resistencia disminuya, los resultados que obtuvo sustituyendo el agregado fino por 10% de relave minero a los 7, 14 y 28 días (158, 200.57 y 259 kg/cm²) fueron comparados con (Carhuamaca Rau y Coras Quispe 2019) quienes manifiestan que al agregar el 10% y 25 % de relave minero obtuvo una mayor similitud a la resistencia de concreto patrón y los resultados que obtuvo sustituyendo el agregado fino por 15% de relave minero a los 7, 14 y 28 días (157.33, 205 y 279 kg/cm²) fueron comparados con (Sunil et al. 2015) quienes afirman que al sustituir 20 % y 30 % de relave minero hay mejores resultados. Finalmente tuvo como conclusiones principales que los reemplazos de 5%, 10% y 15% de relave minero en las edades de 7, 14 y 28 días tuvieron una buena resistencia que superaron al concreto patrón.

La literatura revisada y/o antecedentes consultados para esta investigación a nivel de artículos científicos internacionales tenemos a: (Benarchid et al. 2018) quienes investigaron el potencial de reaprovechamiento de rocas residuales de la minería aurífera como materiales de construcción de acuerdo con las pautas de reutilización de desechos inorgánicos no peligrosos de Quebec (Canadá), donde se prepararon mezclas de hormigón utilizando rocas de desecho trituradas y se evaluaron sus prestaciones mecánicas y propiedades medioambientales. Asimismo, el método de tratamiento previo de los residuos mineros fue de trituración primaria y secundaria in situ, mediante chancadora de mandíbula y de cono, el tamaño de partícula de las rocas estériles se redujo a menos de 20 mm y se apiló in situ antes de su reutilización. Además, el artículo de investigación fue del tipo aplicada y el diseño de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y de diseño experimental del tipo cuasiexperimental. Y la población de estudio fueron las rocas estériles recolectadas de una mina de oro a cielo abierto ubicado en la región de Abitibi-Temiscamingue (Quebec, Canadá), de donde tomaron muestras representativas de pilas homogenizadas, recolectando 10 muestras de 35 kg cada una con palas manuales. En cuanto a los resultados obtenidos referente al asentamiento del hormigón fresco con residuos mineros como agregados gruesos y finos fue hasta 25 mm mayor que el del hormigón de control, lo que se relaciona principalmente con el mayor contenido de escombros finos, por otro

lado ambas mezclas mostraron resultados similares de resistencia a compresión, alrededor de 35 MPa a los 28 días; estos resultados muestran el potencial de reaprovechamiento de las rocas estériles con bajo contenido de sulfuro y los buenos rendimientos mecánicos obtenidos. Finalmente, la investigación concluye que, a los 28 y 56 días, el concreto con desmonte grueso y fino y el concreto elaborado con grava natural triturada y arena tienen similares resistencias a compresión, así mismo el nivel de lixiviación de contaminantes del hormigón con desmonte estuvo por debajo de los límites fijados por la normativa de Quebec.

(Li et al. 2021) investigaron la incorporación de residuos de rocas (desmonte) provenientes del proceso minero industrial que contienen metales peligrosos de la minería de antimonio, como sustitutos de los agregados para producir morteros de cemento y productos de concreto, así también evaluaron la efectividad de la solidificación y estabilización de los metales peligrosos contenidos, incluidos Sb, As y Pb examinando su comportamiento a lixiviación. Asimismo, el método utilizado para el tratamiento de las rocas estériles fue la trituración mediante una chancadora de mandíbulas y por un molino de bolas durante 30 min a una velocidad de 50 r/min, para luego ser separadas con tamiz de 5 mallas donde los diámetros de los dos niveles de finura de las rocas estériles de la mina de antimonio fueron de 1 a 2 cm para agregado grueso y de 0,1 a 0,5 cm. para agregado fino. Además, el artículo de investigación fue del tipo aplicada y el diseño de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y de diseño experimental del tipo cuasiexperimental. Y la población considerada para este estudio fueron los depósitos de rocas estériles de Jiutong Antimony Industry Co., Ltd, China, donde las muestras fueron las briquetas elaboradas de $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}^3$ y $40 \times 40 \times 160 \text{ mm}^3$ con diferentes cantidades de roca estéril de la mina de antimonio como sustituto de los agregados estándar, finos y gruesos para los productos de mortero de cemento y hormigón en las proporciones de 0, 10, 50 y 100%. En cuanto a los resultados que consiguieron respecto a la resistencia a la compresión con referencia a la sustitución del agregado fino se presentan en la figura 4, donde:

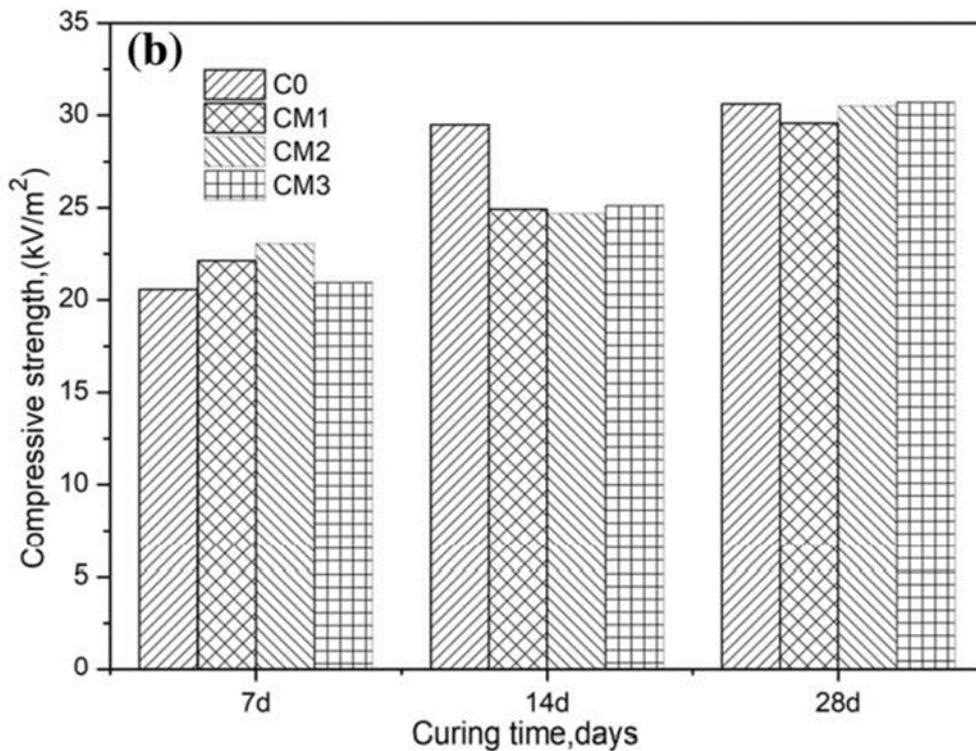


Figura 4. Reemplazo del agregado fino con rocas estériles de una mina de antimonio; C0, CM1, CM2, CM3 son concretos con 0, 10, 50 y 100% de reemplazo del agregado fino, respectivamente (Li et al. 2021).

La cantidad de rocas de la mina de antimonio incorporadas en el producto de hormigón exhiben un ligero efecto sobre la resistencia a la compresión y la diferencia de resistencia a la compresión es inferior a 2,0 MPa para diferentes cantidades incorporadas (10, 50 y 100%) en cada tiempo de curado. Finalmente, los investigadores concluyen que las rocas estériles de la mina de antimonio aplicadas como sustituto del agregado grueso o fino para la producción de productos de concreto podrían tener una resistencia a la compresión cercana a 30 MPa y ser utilizados como recursos alternativos del agregado fino y grueso. (Casadiego-Quintero et al. 2021) afirman que se requiere extraer una inmensa cantidad de roca para recuperar una cantidad pequeña de oro ya que este se encuentra diseminado en yacimientos minerales y para acceder a ellos es necesario el movimiento de cantidades significativas de residuos sólidos, los cuales varían desde grandes bloques hasta una granulometría arenosa y fina, por lo que plantean el uso de residuos mineros como agregado para hormigón y así mismo tener una minería de oro sostenible. Para el estudio de la estructura

cristalina de la muestra más fina del residuo estéril utilizó el método de Rietveld, por medio del cual se determinó sus principales componentes tales como el cuarzo (Qz) en un 43.6%, moscovita (Mu) en un 18.9% y ortoclasa (Or) en un 16.4% (figura 5).

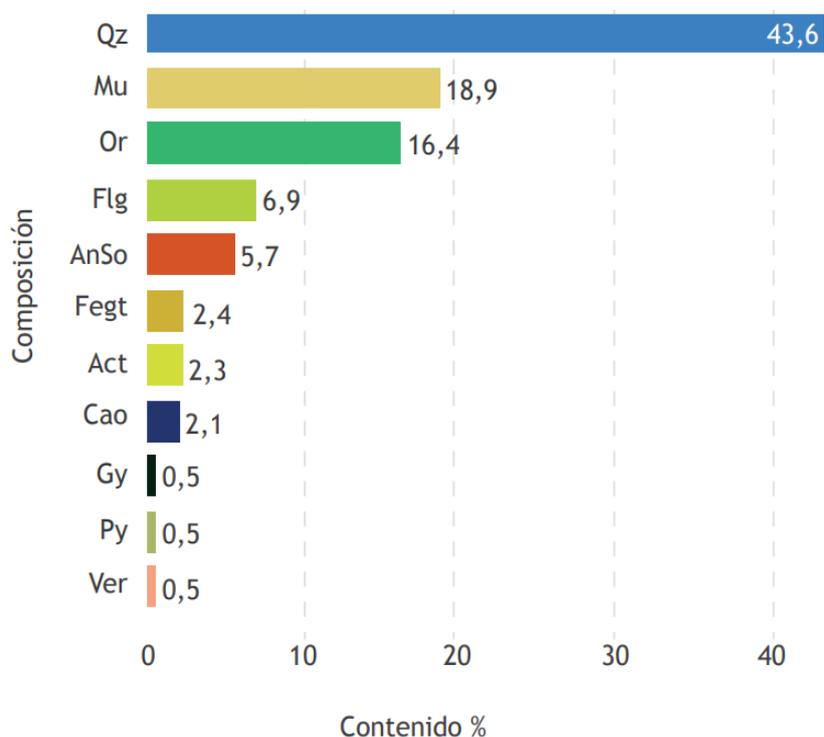


Figura 5. La difracción de rayos X del residuo estéril de tamaño de arena medio a grueso (Casadiego-Quintero et al. 2021).

Por otro lado, la población objetivo de la investigación fue la mina de oro “La Elsy” en el municipio de Vetas, en el departamento de Santander y las muestras se recolectaron aguas abajo en la quebrada de “Jaimes” y del interior de la mina para su evaluación de acuerdo a la norma INVIAS 2012. Con respecto a los resultados que observaron, fueron que la resistencia a la compresión a los 28 días alcanzo una resistencia de 21 Mpa por lo tanto se catalogó como un concreto estructural porque cumplió con la normativa colombiana de construcción sismorresistente (NSR-10). Finalmente, La investigación concluye que los residuos estériles de la minería pueden reutilizarse y representan una alternativa a los materiales de construcción convencionales.

(Danso y Boadi 2019) mencionan que la utilización de arena natural como agregado fino en el concreto es un problema puesto que existe escasez y presión sobre la explotación del recurso, también afirman que el uso de residuos industriales está ganando popularidad como material alternativo y sostenible en la construcción, como un sustituto de la arena natural por lo que se plantean como objetivo examinar la posibilidad de utilizar residuos de minería de bauxita como reemplazo de agregados finos en las proporciones de 0, 25, 50, 75 y 100% para la producción de concreto. Asimismo, el artículo de investigación fue del tipo aplicada y el diseño de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y de diseño experimental del tipo cuasiexperimental. Además, como población consideraron el vertedero de desechos de Ghana Bauxite Company en Awaso en la Región Occidental de Ghana y las muestras fueron en total 315, para el ensayo de resistencia a la compresión se empleó cubos de 150 × 150 × 150 mm, para el ensayo de resistencia a la rotura por tracción se empleó cilindros de 150 mm de diámetro × 300 mm de longitud y para la prueba de resistencia a la flexión se empleó vigas de 150 × 150 × 450 mm, donde para cada diseño de mezcla con 0, 25, 50, 100% y edades de 7, 14, 21 y 28 días se utilizó 5 réplicas; para la densidad del concreto se usaron 3 réplicas de cada diseño de mezcla. En cuanto a los resultados, la figura 6 muestra los resultados promedio de las pruebas de resistencia a la compresión, donde la mayor resistencia a la compresión de 25,2 N/mm² se obtuvo con el 100% de reemplazo de residuos mineros de bauxita a los 28 días, lo que representa un aumento del 65,5% sobre la mezcla de control que alcanza a los 28 días una resistencia de 16,5 N/mm²; de acuerdo a los resultados de la figura 7 la resistencia a la tracción más alta (6 N/mm²) se observó a partir del reemplazo del 100 % de los desechos de minería de bauxita a los 28 días de curado en comparación con la resistencia de las muestras de control de 3,5 N/mm² y la figura 8 muestra los resultados de la prueba de resistencia a la flexión, esta siguió una tendencia similar a la de la resistencia a la compresión y a la tracción.

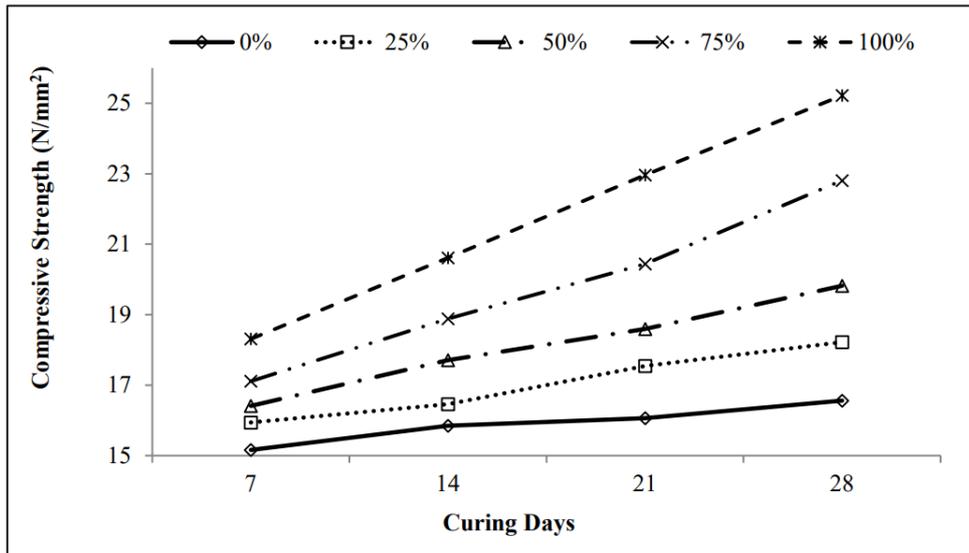


Figura 6. Resistencia a compresión del hormigón (Danso y Boadi 2019).

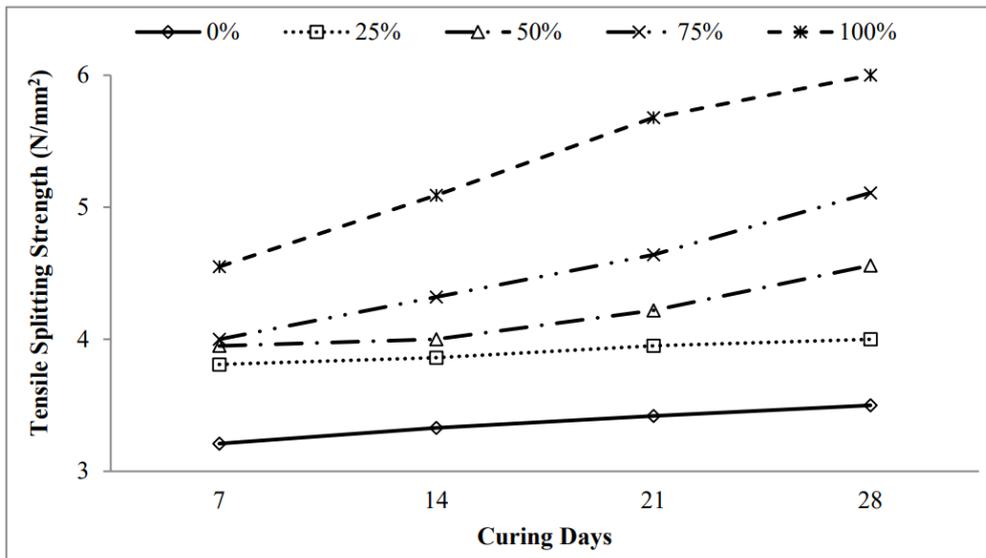


Figura 7. Resistencia a la rotura por tracción del hormigón (Danso y Boadi 2019).

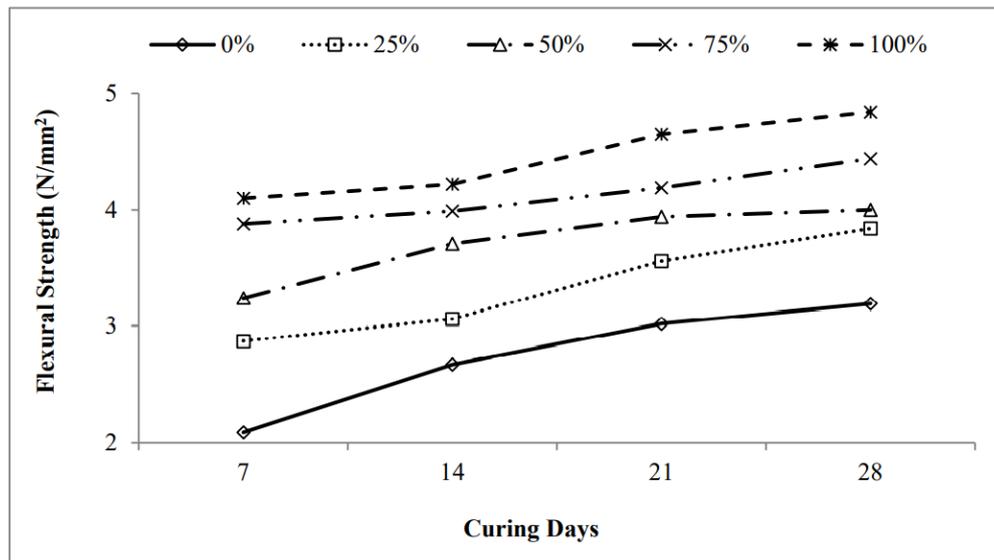


Figura 8. Resistencia a la flexión del hormigón (Danso y Boadi 2019).

Por otro lado, las resistencias a la flexión aumentaron con el incremento de la proporción de mezcla de residuos de minería de bauxita, donde el valor más alto de resistencia a la flexión de 4,84 N/mm² se obtuvo con el 100 % de reemplazo a los 28 días, lo que representa un aumento del 60,3 % sobre la mezcla de control. Finalmente, el estudio concluye que hubo un ligero aumento en la densidad del concreto producido con desechos de minería de bauxita a medida que aumentaba la cantidad de desechos de minería de bauxita. Además, el estudio reveló un aumento significativo en las resistencias a la flexión, tracción y compresión del concreto producido con residuos de minería de bauxita en comparación con el control, con un aumento entre 60,3 y 65,5%. (Tolstoy et al. 2020) investigaron la posibilidad de utilizar arenisca de cuarzo como agregado para hormigón de alta resistencia y más ecológico, resolviéndose las siguientes tareas para lograr este objetivo: La determinación de la actividad de los radionucleidos naturales del agregado QS, el desarrollo de concretos más ecológicos de alta resistencia utilizando arenisca de cuarzo (cribado como agregado fino y piedra triturada como agregado grueso), y el estudio de las propiedades físico-mecánicas y características de durabilidad del hormigón desarrollado. Asimismo, el artículo de investigación fue del tipo aplicada y el diseño de la investigación tuvo un enfoque cuantitativo, de alcance explicativo y de diseño experimental del tipo cuasiexperimental. Además, el

artículo utilizó un método respetuoso con el medio ambiente y energéticamente eficiente de los efectos no térmicos de los pulsos electromagnéticos en los mecanismos de destrucción de las materias primas que contienen cuarzo y como población de estudio consideraron el yacimiento Lebedinsky (Rusia) de donde se extrajeron el agregado grueso y fino para la elaboración de muestras cubicas de 150 × 150 × 150 mm³ para determinar la resistencia a la compresión del concreto. Por otro lado, los resultados obtenidos de las propiedades físico mecánicas de los hormigones experimentales fueron:

Tabla 4. *Propiedades físico mecánicas – hormigones experimentales*

Mix ID	Water/Cement Ratio	Average Density, kg/m ³	Compressive Strength, Mpa	Flexural Strength, Mpa
Ref-350G	0.41	2370	31.0	3.2
Ref-400G	0.41	2392	45.0	3.5
Ref-350GD	0.41	2453	30.6	2.9
Ref-400GD	0.41	2509	43.2	3.2
350-1	0.41	2310	35.4	3.6
350-2	0.44	2350	34.1	3.8
400-1	0.42	2360	46.3	3.7
400-2	0.43	2370	46.8	3.9

Fuente: Producción de hormigón de alta resistencia más ecológico utilizando agregados de residuos de minas de arenisca de cuarzo ruso (Tolstoy et al. 2020).

De donde los investigadores determinaron que hubo un superávit en la resistencia a la compresión del 10 a 12 % y en la flexión del 15 a 25 % en contraste con las muestras de control. Sin embargo, para los especímenes que utilizaron cribado de arenisca de cuarzo como agregado fino, hubo un ligero aumento en el consumo de agua, esto se debió al hecho de que los agregados de arenisca de cuarzo obtenidos tenían más micro fisuras, lo que a su vez aumentaba el área absorbente de agua. Al mismo tiempo, demostraron que, debido a estas micro fisuras, se asegura una mejor fuerza de adhesión de la pasta de cemento al agregado, es decir, una zona de transición interfacial (ITZ) más densa.

(Ngunjiri Ngandu 2020) realizó la revisión de 23 fuentes en su investigación con el objetivo de examinar las propiedades de los agregados alternativos dentro de

África Oriental y además preciso el reemplazo óptimo de agregados utilizando materiales volcánicos (tabla 5), arena de roca triturada y también hueso cocido. Asimismo, el diseño de la investigación fue del tipo observacional y retrospectivo. Además, como población consideró investigaciones de las regiones de África Oriental tales como: Kenia, Etiopía, Uganda, Tanzania y Ruanda y las muestras fueron en total 23 investigaciones. En cuanto a los resultados, respecto a la toba volcánica fueron que tenía una gravedad específica y una absorción de agua de 2,29 y 16% respectivamente y los valores de lapilli para las mismas propiedades eran de 2,53 y 10,2% respectivamente, el reemplazo del agregado fino usando toba volcánica mostro un revenimiento más bajo/decreciente y para lapilli un revenimiento más alto; en la tabla 5 se muestran las propiedades de los materiales naturales alternativos: Inorgánicos, rocas y volcánicos, los que en general indicaron resistencias óptimas más altas.

Tabla 5. *Propiedades de materiales naturales alternativos: inorgánicos, rocas, volcánicos.*

Alternative Aggregate (Batch)	Strengths (MPa)		Other Properties Mix/Agg. & (Agg. Replaced)
	Control/Mix	At Optimal replacement	
Crushed rock sand-CRS (W)	[C]: 22.5; [T]: 1.28; [F]: 588.6; [E]: 22	@20%: - [C]:23.6; [T]:1.42; [F]: 686.7; [E]:23	[WA]: Higher [DF]: lower; (FA)
Volcanic pyroclastics/tuff-vt; or lapili-l (W)	[C]: 25.6	@25%: - [C]: vt: - 27.8; l: -27.2	[SL]: Lower(vt); Higher(l) [WA]: Higher;(FA)
Pumice and scoria	[C]: 17	[C]:24.9 (scoria); 15.6 (pumice)	[AC]: Higher; [SL]: Medium workability; [D]: lower; (CA)
Pumice	Normal Aggregate		[D]: Lower; {WA higher; (CA)
Scoria (W)	[C]:33.28	[C]:35.3 (35%)	[SL]: Increasing; [D]: Lower; (FA)
Volcanic Rock	[C]: 25 -M25	[C]: 29.6	

Fuente: Revisión sobre alternativas de agregados con materiales alternativos en África Oriental (Ngunjiri Ngandu 2020).

Finalmente, el artículo concluye que los materiales como los materiales volcánicos, la arena de roca triturada y también los huesos cocidos deben

considerarse para el reemplazo de agregados para secciones estructurales de concreto, en un reemplazo óptimo. Sin embargo, la absorción de agua y la densidad fueron generalmente más bajas o decrecientes en comparación con la referencia. En base a esto, los materiales, como la roca y la escoria en un reemplazo óptimo, podrían ser factibles para uso estructural, pero se deben desarrollar diseños y estándares de mezcla adecuados para abordar problemas como el requisito de relación agua/aglomerante y la trabajabilidad.

De acuerdo a la literatura explorada tenemos para esta investigación las siguientes bases teóricas, respecto a las variables de estudio: Se denominan residuos mineros a los residuos producidos durante la extracción, beneficio y procesamiento de minerales (Wang, Wang y Hung 2021) que incluyen principalmente roca estéril, relaves y escoria (Gou, Zhou y Then 2019).

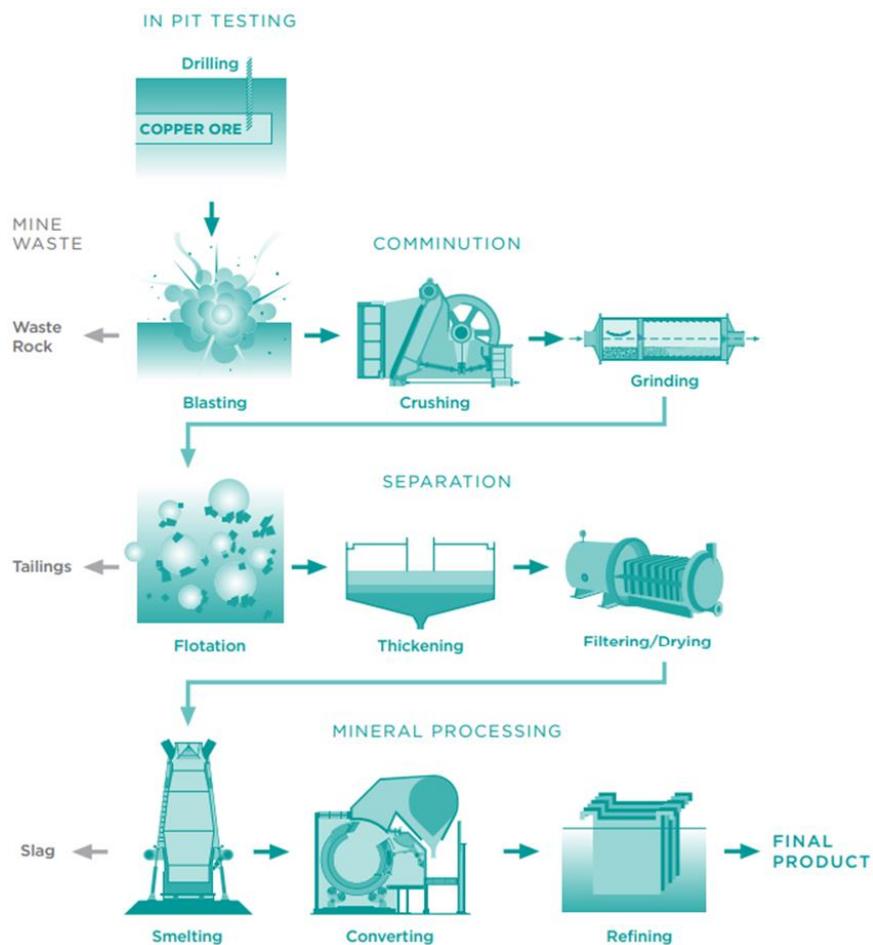


Figura 9. Residuos mineros del proceso de extracción de minerales desde la trituración hasta la separación y el producto final (Spitz y Trudinger 2019).

Además, es el material de gran volumen que se origina en la excavación y el procesamiento físico y químico de una amplia gama de minerales metalíferos y no metalíferos mediante métodos a cielo abierto y pozos profundos. El residuo minero es el material geológico por debajo de la ley de corte que se genera durante las operaciones mineras. Gran parte de estos residuos se utilizan para rellenar viejos pozos, crear caminos de acarreo o diques, pero una gran cantidad permanece en vertederos o lagunas de relaves (Randive, Pingle y Agnihotri 2021).

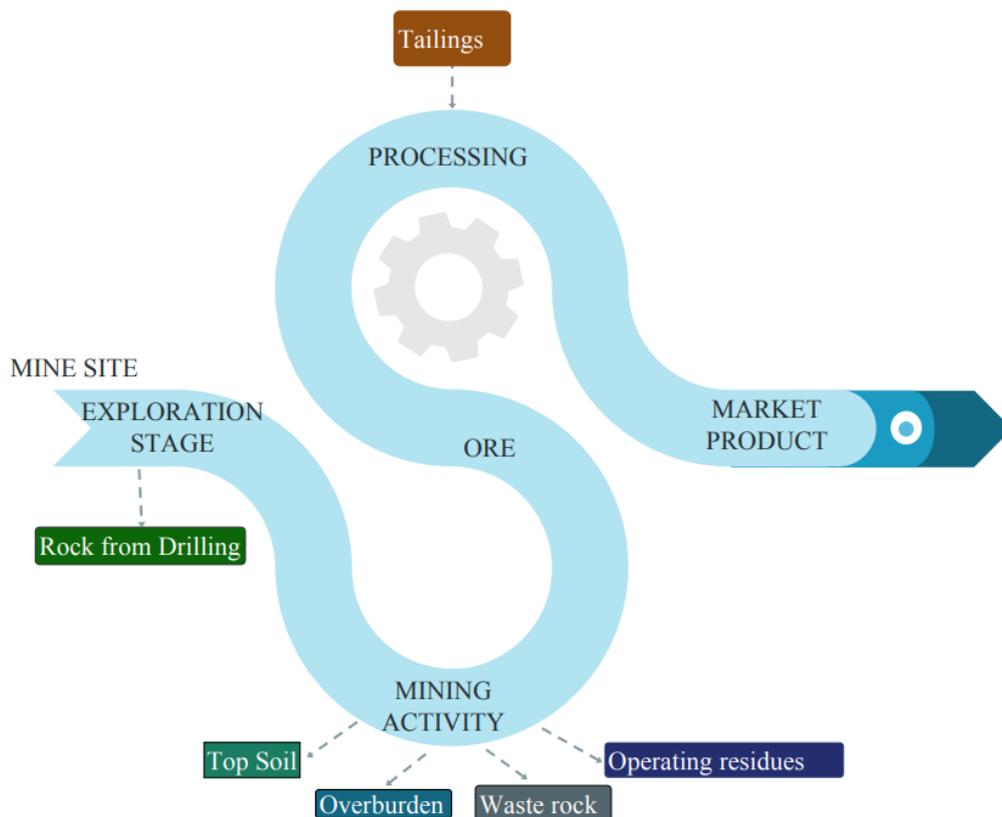


Figura 10. Residuos sólidos generados en diferentes etapas desde la explotación hasta el producto final (Randive, Pingle y Agnihotri 2021).

Los residuos mineros específicos utilizados para la presente investigación fueron el mineral cuarzo y la roca estéril ignimbrita. Los minerales son componentes macroscópicamente homogéneos de origen natural de la Tierra y otros cuerpos celestes (Luna, meteoritos, planetas terrestres de nuestro y otros sistemas solares) con una composición química definida pero no necesariamente fija, con pocas excepciones, los minerales son inorgánicos,

sólidos y cristalinos (Okrusch y Frimmel 2019) y la roca estéril es un lecho rocoso que ha sido extraído y sacado del tajo, pero que no tiene concentraciones de metales comerciales además se puede clasificar como desecho limpio o desecho especial en función de su contenido mineral y su capacidad para producir ácido, la composición de la roca estéril controla el comportamiento del elemento liberado en la atmósfera (Randive, Pingle y Agnihotri 2021). Se produce en la mayoría de las operaciones mineras como consecuencia necesaria del acceso a un cuerpo mineralizado (Spitz y Trudinger 2019).

El cuarzo es un mineral muy común en las rocas de la corteza continental, es un constituyente importante de rocas intrusivas y extrusivas félsicas como el granito, granodiorita, riolita y pegmatitas graníticas (Klein y Philpotts 2017); excepto en caliza pura, mármol y rocas ultramáficas (Haldar 2020). También es un mineral común en las formaciones de vetas; es un componente importante de las rocas sedimentarias clásticas debido a que es estable en el medio ambiente y puede ser un agente cementante en forma de calcedonia, también ocurre en muchas rocas metamórficas (Klein y Philpotts 2017). Se presenta en muchas formas y colores, como cristales bien formados (figura 11), bloques grandes, piedras, arena y tierra, incolora, amarilla, azul, púrpura y negra (Haldar 2020).



Figura 11. Cristales de cuarzo (incoloro o blanco) con esfalerita (negro).

Está compuesto por Si = 46.7% y O = 53.3% (Haldar 2020). La mayor parte del cuarzo es SiO₂ relativamente puro, aunque pueden estar presentes trazas de otros elementos, la más común es la sustitución de pequeñas cantidades de Al³⁺ y Fe³⁺ para Si⁴⁺. La neutralidad de carga se mantiene mediante la inserción intersticial de cantidades adecuadas de Fe³⁺, Na⁺, Li⁺ o intersticialmente K⁺, o mediante la adición de H⁺, que se une al O²⁻ para formar OH⁻. La cantidad de Ti⁴⁺ que puede sustituir a Si⁴⁺ depende de la temperatura y la presión, y proporciona la base para el termobarómetro TitanQ (Nesse 2017). Forma y macla; el cuarzo se forma comúnmente como granos anédricos tanto en rocas ígneas como metamórficas (figura 12). Los granos detríticos son más o menos equivalentes. Los cristales de α -cuarzo suelen ser prismáticos {100} terminados en romboedros positivo {101} y negativo {111}, uno de los cuales suele ser más prominente que el otro. Los fenocristales que originalmente crecen como cristales de β -cuarzo suelen ser prismas rechonchos terminados en una bipirámide {101}. Al enfriarse, el β -cuarzo se invierte en α -cuarzo, pero los cristales conservan el hábito externo del β -cuarzo original. El cuarzo deformado puede mostrar un patrón de extinción ondulante visto en una sección delgada con el microscopio petrográfico. A medida que se gira la platina, las áreas de extinción parecen barrer los granos deformados de manera irregular u ondulada (Nesse 2017).

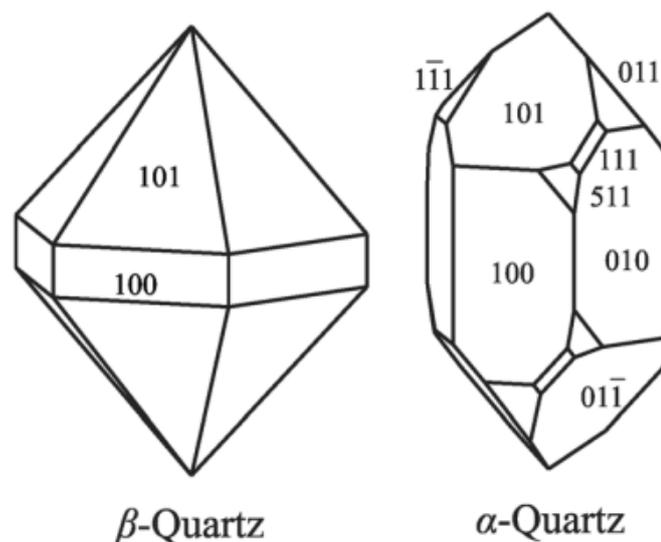


Figura 12. Cristalografía del β -cuarzo y α -cuarzo (Nesse 2017).

Sus propiedades físicas son: La gravedad específica promedio es de 2,65 g/cm³, la dureza en su forma más pura es 7 en la escala de Mohs, tiene fractura concoidal, con un brillo vítreo, esplendente y en algunas muestras graso. Por lo general, blanco o incoloro, pero frecuentemente coloreado por diversas impurezas, tomando cualquier color y dando origen a diversas variedades, posee fuertes propiedades piezoeléctricas y piroeléctricas (Klein y Philpotts 2017), la tabla 6 muestra las variedades comunes. Normalmente no se altera. Muy estable en el ambiente de intemperismo (Nesse 2017).

Tabla 6. *Variedades de cuarzo*

Variedad	Color	Causa
Cristal de roca	Claro	N/A
Amatista	Violeta o morado	[FeO ₄] 4- centros de color del agujero
Cuarzo ahumado	Marrón ahumado a negro	[AlO ₄] 4- centros de color del agujero
Citrino	Amarillo	Relacionado con el contenido de Fe, centros de color producidos por radiación o alguna combinación
Cuarzo rosa	Rosa	Comúnmente causado por inclusiones muy finas de fibras rosadas similares a la dumortierita.
Cuarzo lechoso	Blanco lechoso	Abundantes inclusiones fluidas diminutas

Fuente: Introducción a la mineralogía (Nesse 2017).

Ocurrencia; el cuarzo es un mineral muy común que se encuentra en una amplia variedad de ambientes geológicos. Es abundante en rocas ígneas intrusivas y extrusivas félsicas a intermedias, como pegmatita granítica, granito, granodiorita, diorita de cuarzo, riolita, riodacita y dacita, y se pueden encontrar en pequeñas cantidades en diorita, gabro, sienita y equivalentes volcánicos. En rocas metamórficas abunda en pizarras, filitas, esquistos, gneis y cuarcitas de diversos tipos (Nesse 2017).

Debido a que es estable en el ambiente de meteorización, el cuarzo es un constituyente importante en muchas rocas sedimentarias clásticas y puede servir como agente cementante, a menudo en forma de caliza. Si bien el cuarzo

no es en sí mismo un biomineral, puede cristalizarse a partir del ópalo precipitado por diatomeas y otros organismos (Nesse 2017).

Las capas de sílex que se encuentran en la piedra caliza se derivan comúnmente de sílice amorfa biogénica, ya sea por cristalización directa o indirecta, por disolución de la sílice amorfa en el agua intersticial del sedimento y la posterior precipitación de cuarzo del agua intersticial. Chert comúnmente reemplaza los minerales de carbonato de la piedra caliza huésped. Los depósitos de vetas hidrotermales y de reemplazo suelen contener cuarzo como mineral de ganga, a menudo en forma de hermosos cristales, o como variedades microcristalinas y masivas (Nesse 2017).

Los principales usos del SiO₂ son la fabricación de vidrio y la producción de cerámica. También se utiliza como arena de fundición para la fundición de acero y hierro dúctil. Es un componente importante de la arena y la grava que se utilizan en la construcción, y se utiliza como abrasivo en el papel de lija y el pulido con chorro de arena. El cuarzo es la principal fuente de silicio que se extrae químicamente del mismo (Klein y Philpotts 2017).

Una ignimbrita es una roca formada por la solidificación de fragmentos calientes que erupcionaron explosivamente de un volcán y formaron un flujo piroclástico. Está compuesto por ceniza volcánica, piedra pómez y fragmentos líticos en una matriz de ceniza vítrica, cristalina y lítica. En sección delgada las texturas pueden ser variables debido a diferencias en compactación y soldadura. Si están lo suficientemente calientes, los granos pueden soldarse produciendo una ignimbrita soldada que contiene fragmentos de piedra pómez aplanados llamados fiamme (italiano: llama) (Mackenzie, Adams y Brodie 2017).

Las ignimbritas se encuentran en todas las escalas, desde unos 100 m hasta más de 100 km de largo, y desde un metro hasta decenas de metros de espesor (Allaby 2020).



Figura 13. Roca ignimbrita.

Composición; la ignimbrita es una forma de toba volcánica y generalmente contiene mucho vidrio, con feldespatos, feldespatoides y mica, a menudo con una composición similar a la riolita ácida. También contiene pequeños fragmentos de roca y algunos cristales más grandes bien formados. El color general es pálido, gris o marrón, y se vuelve rojizo cuando se desgasta. Los fragmentos de roca sedimentaria pueden quedar atrapados en la ignimbrita (Pellant y Pellant 2020).

Tamaño de grano, textura y estructura; esta roca es una masa de fragmentos mal seleccionados, generalmente de tamaño pequeño, menos de 5 mm (1/5"), con una masa base de grano fino, comúnmente hecha de fragmentos de vidrio. Las bandas de flujo son comunes, con cavidades de gas alineadas, al igual que una textura eutaxítica, donde los fragmentos de vidrio tienen una forma redondeada relacionada con las burbujas de gas en la lava. La ignimbrita es una toba soldada, a menudo con una superficie dura. En una escala mayor, pueden ocurrir juntas columnares y los flujos individuales pueden mostrar una estructura graduada, con fragmentos más gruesos en la base y más finos hacia la parte superior. no es raro la textura porfídica, con fenocristales de feldespato (Pellant y Pellant 2020).

Ocurrencia; la ignimbrita es el depósito de una nube volcánica incandescente de gas, gotas de lava fundida y fragmentos de roca. Tales erupciones son muy explosivas y la nube de material fluye rápidamente por la pendiente volcánica. La toba fina y la ceniza se mantienen en la nube de gas, mientras que el material más grande se encuentra en la base del flujo (Pellant y Pellant 2020).

Usos; la toba ha sido ampliamente utilizada como piedra de construcción. En los Estados Unidos, un depósito de almacenamiento para el combustible nuclear gastado está situado en un depósito de toba en Yucca Mountain, Nevada (Pellant y Pellant 2015).

Ball Mill; las etapas finales de la trituración se realizan en molinos giratorios que utilizan bolas de acero como medio de molienda, por lo que se denominan "ball mills" (Wills y Finch 2015).



Figura 14. Ball mill en operación de 7.9 m de diámetro en la mina Tintaya Antapaccay (Wills y Finch 2015).

El término ball mill está restringido a aquellos molinos giratorios que tienen una relación de longitud a diámetro de 2 a 1 y menos y que son más adecuadas para la molienda fina (Wills y Finch 2015).

La molienda en un ball mill se efectúa por contacto puntual de las bolas de acero y las partículas a triturar y de acuerdo con el tiempo se puede lograr cualquier grado de finura. El proceso es completamente aleatorio, la probabilidad de que una partícula fina sea golpeada por una bola de acero es la misma que la de una partícula gruesa. Las bolas de molienda generalmente están hechas de acero aleado o con alto contenido de carbono forjado o laminado, acero aleado fundido y algo de hierro blanco. El relleno de carga es aproximadamente el 30-45 % del volumen interno del molino, siendo aproximadamente el 40 % de este espacio vacío, y a menudo se operan a velocidades más altas que los molinos de barras, por lo que las bolas más grandes se cataratan e impactan en las partículas a triturar. La entrada de trabajo a un molino aumenta en proporción a la velocidad y funcionan a la mayor velocidad posible sin centrifugar, normalmente entre 70-80% de la velocidad crítica (Wills y Finch 2015).

El concreto se puede definir como una mezcla de cemento, agua, agregado (fino y grueso) y aditivo, que a veces se agrega para modificar algunas de sus propiedades. Es un material temporalmente plástico, pero luego se convierte en un material similar a una roca mediante una reacción química con una alta resistencia a la compresión (Surahyo 2019). Los tipos son:

Según su peso unitario, los hormigones se pueden clasificar en cuatro categorías, como: Hormigón ultraligero solo se puede utilizar para construir miembros no estructurales. Hormigón ligero se puede utilizar para construir elementos estructurales y no estructurales, según su composición específica los hormigones de peso normal son hormigones de uso común en la construcción de infraestructuras y edificios. El hormigón pesado se utiliza para construir algunas estructuras especiales, como laboratorios, salas de examen de hospitales y plantas nucleares (Li 2011).

Según la resistencia a la compresión, se clasifica en cuatro categorías las cuales son: El hormigón de baja resistencia se utiliza principalmente para construir estructuras de hormigón en masa, subrasantes de caminos, y tabiques. Los hormigones de resistencia moderada son los hormigones más utilizados en edificios, puentes y estructuras similares. Los hormigones de alta resistencia se pueden utilizar para construir edificios altos columnas de construcción, torres de puentes y muros de corte. Los hormigones de ultra alta resistencia aún no han

sido ampliamente utilizado en construcciones estructurales. Sólo algunas pasarelas y algunos segmentos estructurales, tales como vigas, se han construido utilizando tales hormigones (Li 2011).

Según los aditivos utilizados, los hormigones se pueden clasificar en cuatro categorías los cuales son: El hormigón reforzado con fibra (FRC) es un tipo de hormigón con fibras incorporadas; se han utilizado muchas fibras diferentes para producir hormigón reforzado con fibras, incluido el acero, vidrio, polímeros y carbono; el propósito de incorporar fibras al concreto incluye mejorar la tenacidad, mejorar las propiedades de tensión, controlar la contracción y decorar. El hormigón Macro-defect-free (MDF) es un compuesto a base de cemento que incorpora una gran cantidad de polímero soluble en agua, producido en un proceso de mezcla de dos rodillos; fue desarrollado para mejorar las propiedades de tracción y flexión de concreto. El hormigón (DSP) ha incorporado una gran cantidad de humo de sílice, una mezcla mineral con partículas muy pequeñas, tiene una excelente abrasión, resistencia y se utiliza principalmente para producir máquinas herramienta y moldes industriales. El hormigón polímero han desarrollado tres métodos para incorporar polímeros al concreto: usar el polímero como aglutinante, impregnar el polímero en elementos normales de concreto de cemento Portland y usar el polímero como una mezcla en el concreto Portland común (Li 2011).

Entre los materiales constituyentes tenemos:

El cemento Portland es el tipo más común en uso, son cementos hidráulicos ya que al añadir agua estas tienen una reacción química en la que se fragua y endurece. Así mismo están compuestos primordialmente de silicatos de calcio hidráulicos. Cuando se agrega agua al cemento y los componentes se mezclan para formar una pasta de cemento, se produce una reacción química (hidratación) y la mezcla se vuelve más rígida con el tiempo y fragua (Surahyo 2019).

Los componentes químicos principales del cemento son: Los silicatos tricálcicos C3S y silicatos dicálcico C2S, que forman alrededor del 70-80% del cemento, son los responsables de la resistencia del cemento. C3S se hidrata rápidamente, libera la mayor parte de su calor en la primera semana y desarrolla una resistencia temprana. C2S hidrata lentamente y contribuye al desarrollo en

fuerza después de unos 7 días. Generalmente, los cementos ricos en C2S resultan en una mayor resistencia al ataque químico. El compuesto aluminato tricálcico C3A se hidrata muy rápidamente, liberando la mayor parte de su calor en el primer día, produciendo un aumento en la fuerza dentro de aproximadamente 24 h, después de lo cual su contribución a la fuerza es casi nula. El C3A es el menos estable y los cementos que contienen más del 10% de este compuesto producen hormigones propensos al ataque de los sulfatos. El compuesto ferroaluminato tetracálcico C4AF tiene menos importancia que los otros tres compuestos, ya que no afecta significativamente el comportamiento. Sin embargo, puede aumentar la tasa de hidratación de los silicatos (Harmsen 2017).

Según la normativa ASTM existen 5 tipos básicos de cemento Portland:

Tabla 7. *Tipos de cemento portland según la norma ASTM*

Types of cement		Uses
Types I	Ordinary Portland	For general purpose
Types II	Modified cement	For moderate sulphate resistance
Types II (MH)		Especially when moderate heat of hydration and moderate sulphate resistance are desired
Types III	High-early strength	For high-early strength
Types IV	Low-heat Portland	For low heat of hydration
Types V	Sulphate-resisting Portland	For high sulphate resistance

Fuente: Problemas prácticos y soluciones de la construcción con hormigón (Surahyo 2019).

Los agregados son los constituyentes importantes del concreto porque dan cuerpo al hormigón o concreto. Surgen de la desintegración natural y artificial. Se clasifican en dos tipos agregado fino o arenas y agregado grueso o grava, constituyen un 70 al 75 % del volumen del concreto (Ortega Garcia 2015). Se clasifican como:

Agregado fino: Son los que pasan a través del tamiz N°4 (4.75 mm) y quedan retenidos en el tamiz N°200, son procedentes de la desintegración artificial o natural de las rocas (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2021).

Agregado grueso: Se considera a los que son retenidos en el tamiz N°4 (4.75 mm) y proceden de la desintegración mecánica o natural de las rocas (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2021).

Entre las propiedades físicas de los agregados tenemos:

La granulometría; es la distribución de tamaños de las partículas de donde se determina la gradación de agregados que se usaran (NTP 400.012 2018). Se realiza para determinar si los agregados están bien graduados, para eso es necesario conocer la granulometría combinada de los agregados (ACI - ASCC 2021). La granulometría se realiza con tamices estándar en donde se colocan los agregados y se agitan los tamices en el cual las partículas de arena se separan según su tamaño (ACI - ASCC 2021) y las normas de ASTM C 136 y NTP 400.012 son las que determinan el tamizado y la distribución de tamaño de las partículas de agregados. Los requisitos granulométricos para el agregado fino y grueso son:

Tabla 8. Agregado fino - requisitos granulométricos

Tamiz	% que pasa
9.5 mm (3/8 pulg)	100%
4.75 mm (#4)	(95 - 100)%
2.36 mm (#8)	(80 - 100)%
1.18 mm (#16)	(50 - 85)%
600 µm (#30)	(25 - 60)%
300 µm (#50)	(5 a 30)%
150 µm (#100)	(0 a 10)%
75 µm (#200)	(0 a 3,0 ^{A,B})%

(A) Para concreto no sujeto a la abrasión para el material más fino que el tamiz 75 µm (N° 200) debe ser máximo 5%.

(B) Para agregado fino artificial u otros reciclados, si el material más fino que el tamiz 75 µm (N° 200) consiste en polvo de trituración, esencialmente libre de arcilla o esquisto, este límite debe ser 5% para concreto sujeto a abrasión.

Fuente: Especificaciones normalizadas para agregados en concreto (NTP 400.037 2018).

Tabla 9. Agregado grueso - requisitos granulométricos

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37.5 mm (1 ½ pulg)	25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (¾ pulg)	12.5 mm (½ pulg)	9.5 mm (¾ pulg)	4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	1.18 mm (N° 16)	300 µm (N° 50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37.5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25.0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...
357	50 mm a 4.75 mm (2 pulg a N° 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...
4	37.5 mm a 19.0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 ½ pulg a N° 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...
5	25.0 mm a 12.5 mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...
56	25.0 mm a 9.5 mm (1 pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...
57	25.0 mm a 4.75 mm (1 pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...
6	19.0 mm a 9.5 mm (¾ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...
67	19.0 mm a 4 mm (¾ pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...
7	12.5 mm a 4.75 mm (½ pulg a N° 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...
8	9.5 mm a 2.36 mm (¾ pulg a N° 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12.5 mm a 9.5 mm (½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9	4.75 mm a 1.18 mm (N° 4 a N° 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	1 a 10

Fuente: Especificaciones normalizadas para agregados en concreto (NTP 400.037 2018).

Donde el tamaño máximo es la menor dimensión de tamiz en la cual todo el agregado grueso pasa (NTP 400.037 2018), el tamaño máximo nominal se refiere al tamiz menor en donde el agregado grueso produce el primer retenido acumulado (NTP 400.037 2018) y el módulo de fineza es la suma de porcentajes retenidos acumulados hasta el tamiz N°100 y esta se divide entre 100 (NTP 400.037 2018).

- Módulo de fineza del agregado fino: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.
- Módulo de fineza del agregado grueso: 3", 1½", ¾", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50 y N°100.

El peso específico es dado entre el peso en el aire de un volumen de agregado (está en condición saturada superficialmente seco), y el peso en el aire de agua destilada sin aire del volumen del mismo agregado estas son realizadas una cierta temperatura también es llamada como peso unitario de agregado entre el peso unitario de agua destilada a 4°C (NTP 400.021 2018). Este ensayo se realiza para calcular el volumen que ocupa un agregado en una mezcla de concreto (ASTM C 127 2016). Para determinar el peso específico del agregado grueso la muestra se satura en agua por 24 h, luego se saca del agua y se seca, después con el método de desplazamiento de agua se determina el volumen de la muestra de agua y al final será secada la muestra en horno (ASTM C 127 2016) . En el caso del agregado fino se siguen los mismos procedimientos con la diferencia de que se realiza una verificación de si está saturado superficialmente seco (SSS) con un molde truncado. Es realizada en base a las normativas de ASTM C 127 - NTP 400.021 (AG) y ASTM C 128- NTP 400.022 (AF).

La absorción es el aumento de masa debido al agua que penetra en los poros del agregado cuando es sumergido en agua durante 24 horas (NTP 400.021 2018).

El peso unitario es la masa o el peso del agregado que se requiere para llenar un contenedor de una unidad de volumen específica, dicho volumen es ocupado por el agregado y el vacío generado entre las partículas de este (Matus Lazo y Lindo O'connors 2018). Por otro lado, el peso unitario suelto, es cuando se vacía el material a un recipiente hasta que este al tope, el vaciado se realiza sin darle acomodo a las partículas de agregado (NTP 400.017 2016) y el peso unitario

compactado es cuando se vacía el material a un recipiente hasta que quede a tope, el vaciado se realiza dándole el acomodo a las partículas de agregado mediante golpes de una varilla compactadora (NTP 400.017 2016).

El contenido de humedad es la cantidad de agua presente en un determinado momento en los agregados y esta es determinada en porcentajes (Padilla Mendez 2015). Tiene por objetivo realizar ajustes de agua en la mezcla antes de realizar una mezcla de concreto (NTP 339.185 2018).

El agua es un constituyente importante del hormigón. El agua para uso en el concreto y el curado debe de ser adecuada para el consumo humano o puede ser potable y debe ser de tal calidad que no afecte el tiempo de fraguado, la resistencia, la durabilidad, el refuerzo y la apariencia del concreto endurecido (Harmsen 2017). Según la NTP 339.088 se distingue cuatro tipos de agua utilizable para el concreto: Agua combinada, producto de dos o más fuentes de agua; agua no potable, que no son aptas para el consumo humano; aguas del proceso de producción del concreto y agua potable que son aptas para el consumo humano.

Los aditivos son los que mejoran las propiedades del concreto; para que puedan ser aplicadas a distintas situaciones ya sea en estado fresco y endurecido (Mastropietro 2019). De acuerdo a la Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

- TIPO A Reductores de agua.
- TIPO B Retardantes de fraguado.
- TIPO C Acelerantes.
- TIPO D Reductores de agua y retardantes.
- TIPO E Reductores de agua y acelerantes.
- TIPO F Reductores de agua de alto rango.
- TIPO G Reductores de agua de alto rango y retardantes.

Las propiedades del concreto se definen como sus atributos en estado fresco o endurecido (Grijalva 2020) y entre ellas tenemos:

La trabajabilidad; según la norma (ASTM C125 2010) es la propiedad que determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de concreto recién mezclado con mínima merma de homogeneidad. Se determina mediante el asentamiento o slump el cual mide la consistencia del concreto y también define

la capacidad de flujo del concreto fresco. El slump es la disminución en la altura de una masa moldeada de concreto fresco que ocurre inmediatamente después de que se retira de un cono de asentamiento que es el cono Abrams (figura 15). Cuanto mayor sea el asentamiento, o cuanto más descienda la muestra, más húmeda será la mezcla de hormigón (Kultermann y Spence 2022).

Tabla 10. Tipos de mezcla según slump

Slump	Consistencia	Trabajabilidad
0" a 2" (0 mm a 50 mm)	Seca	Poco trabajable
3" a 4" (75 mm a 100 mm)	Plástica	Trabajable
> 5" (125 a más)	Fluida	Muy trabajable

Fuente: Práctica estándar para seleccionar proporciones para concreto normal, pesado y en masa (ACI Committee 211 2002).

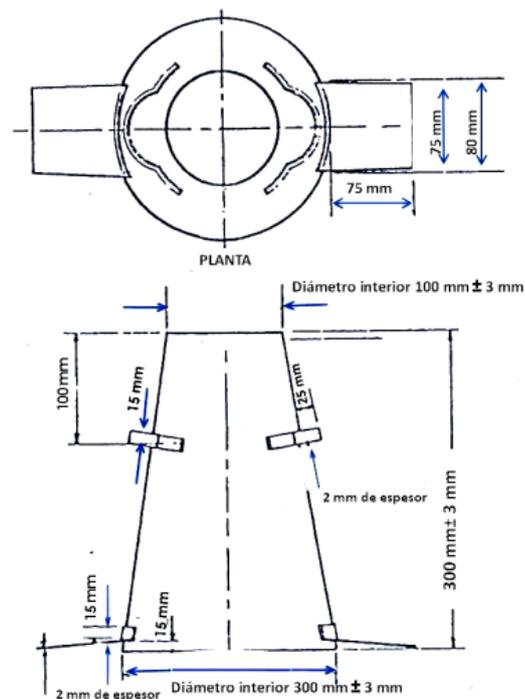


Figura 15. Dimensiones de equipo para prueba de asentamiento (NTP.339.035 2009).

La exudación; determina la cantidad de agua que sube a la parte superior de la mezcla de concreto en estado fresco (MTC 2016). La prueba de exudación se realiza para cuantificar la cantidad de agua que migra del interior del hormigón a su superficie. Es necesario analizar este fenómeno porque este proceso

puede dañar la estructura ya que interfiere en la formación de conexiones entre los componentes del hormigón y por otro lado la pérdida de agua también hará que el concreto se contraiga, creando así tensiones de tracción dentro del concreto (Ilyas, Sapuan y Bayraktar 2022). Este ensayo se realiza con el concreto fresco en donde la mezcla se coloca en un molde, después se realiza la nivelación y el peso del molde junto con la mezcla, luego se registra la hora de inicio y se procede a sacar el agua en intervalos de 10 minutos durante 40 minutos y después 30 minutos con el molde inclinado (NTP 339.077 2018). La exudación se realiza en base a las normas de ASTM C 232 y NTP 339.077.

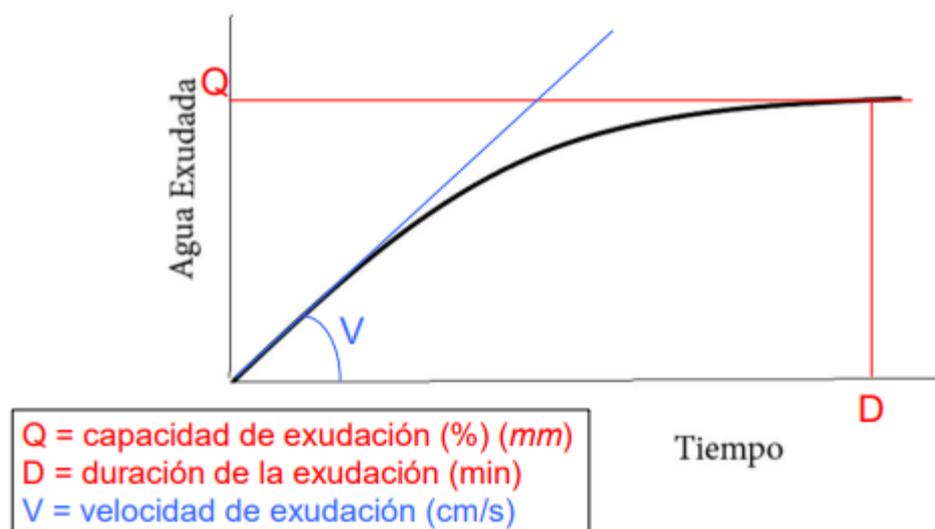


Figura 16. Parámetros de la exudación; si las exudaciones $Q \geq 8\%$ estas son peligrosas por caídas de resistencia en estratos superiores; si las exudaciones son de 3.0 – 3.5 % no generan problemas (Torrent 2020).

La resistencia a la compresión; se define como la capacidad del concreto para soportar cargas de compresión antes de fallar (Jaya 2020). Este ensayo es importante ejecutar porque mediante los resultados se puede determinar si la mezcla de concreto cumple con la resistencia especificada de una determinada estructura, así mismo se puede usar para el control de calidad de los procesos de dosificación, colocación y mezcla del concreto; como también el control para la evaluación de la eficacia de las mezclas (ASTM C 39 2021). Se realiza una vez que el cilindro de prueba se ha curado según lo requerido. Se determinan en muestras cilíndricas, estas se colocan en una máquina de prueba de

compresión a medida que se aplica presión de carga axial, se registra la resistencia a la compresión hasta el punto en que se fractura el cilindro. (Kultermann y Spence 2022). Este ensayo se realiza con la normativa ASTM C 39 y NTP 339.034.

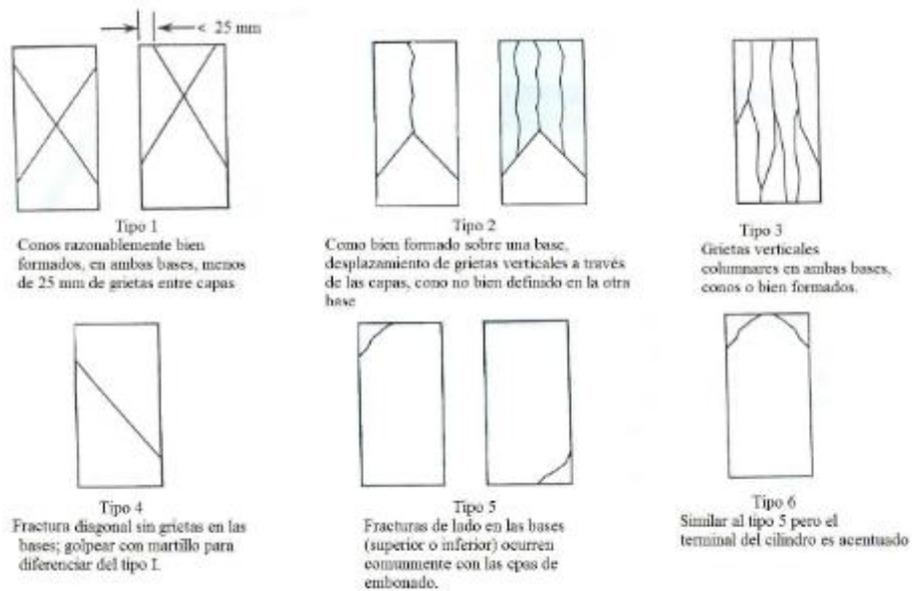


Figura 17. Variedades de fracturas en probetas (NTP 339.034 2015).

Por lo general el número de muestras que se moldean son de tres o más para cada edad de prueba, así mismo las edades de prueba más usadas en la resistencia a compresión son de 7 y 28 días (ASTM C 192 2020).

Tabla 11. Límites para f'_c del concreto estructural

Los límites para f'_c del concreto estructural	Concreto	mínimo	máximo
		kg/cm ²	
General	Peso liviano y normal	175	N/A
Muros estructurales y pórticos especiales resistentes a momentos	peso normal	210	N/A
	Liviano	210	350

Fuente: Requisitos del código de construcción para hormigón estructural (ACI 318-14 2014).

La resistencia a la tracción del hormigón; se suele considerar como una décima parte de su resistencia a la compresión. La resistencia a la tracción directa del hormigón se considera cuando se calcula la resistencia a la fuerza de corte y en

el diseño de estructuras cilíndricas que contienen líquidos. Sin embargo, es difícil medir la resistencia del concreto en tensión directa y también la variación en los resultados es alta; por lo tanto, la prueba de tracción directa no está estandarizada y rara vez se usa (Surahyo 2019).

Los métodos indirectos adoptados para determinar la resistencia a la tracción se conocen como ensayo de división. La prueba de división es simple de realizar y brinda resultados más uniformes que otras pruebas de tensión. La resistencia determinada está más cerca de la resistencia a la tracción real del hormigón que el valor del módulo de ruptura. Bajo esta prueba, un cilindro de prueba estándar se carga en compresión sobre su costado y por medio de una ecuación se puede calcular un valor de resistencia a la tracción (Shetty y Jain 2019). Esta prueba consiste en emplear en una probeta cilíndrica una fuerza a compresión diametral en toda la longitud con una velocidad hasta que se presente la falla o rotura (ASTM C 496 2017). Este ensayo es desarrollado de acuerdo a la normativa ASTM C 496 y NTP 339.084. El valor de resistencia a la tracción indirecta para concretos normales oscilan entre $1.59 \sqrt{f'_c}$ y $2.2 \sqrt{f'_c}$ usualmente se toma $1.60 \sqrt{f'_c}$ (Harmsen 2017).

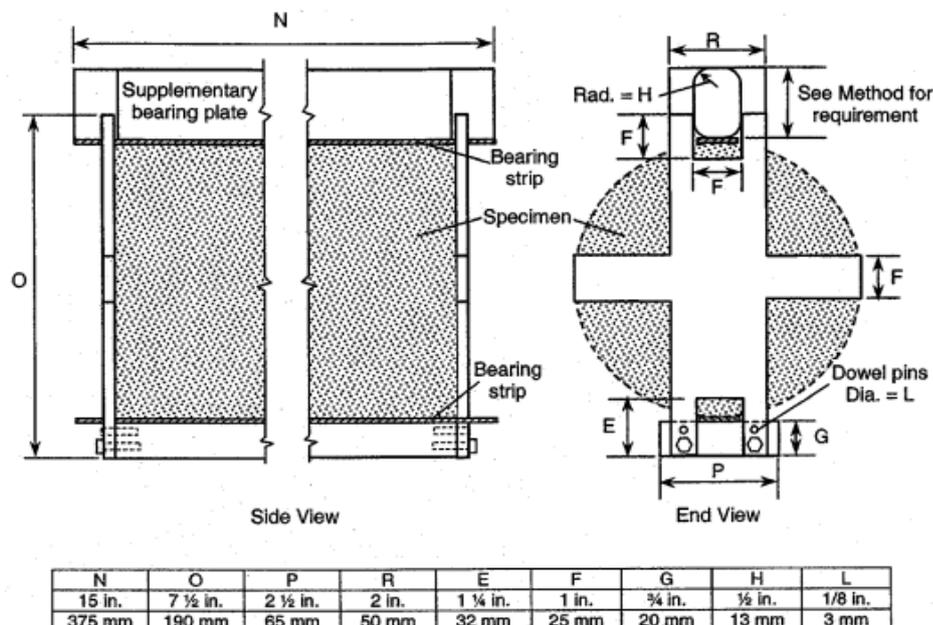


Figura 18. Planos detallados para una plantilla de alineación adecuada para muestras de 6 x 12 pulg. [150 x 300 mm] (ASTM C 496 2017).

La resistencia a la flexión; es la capacidad de los compuestos o materiales para resistir la deflexión por flexión cuando se aplica energía a la estructura (Noor Azammi et al. 2019), es expresada como módulo de rotura. Es importante porque se usan en ensayos para construcción de losas y pavimentos. Así mismo los resultados son usados para realizar la mezcla, dosificación y colocación del concreto (NTP 339. 078 2018). Este ensayo se basa en aplicar a la viga curada una carga continua en los tercios de la luz, hasta que la viga presente una falla de flexión. Para el cálculo de la resistencia a flexión se realiza en base a la ubicación de la falla, si la falla está dentro del tercio medio o si la falla ocurre fuera del tercio medio no mayor del 5% de la luz libre (NTP 339. 078 2018). La normativa aplicable para desarrollar este ensayo es la ASTM C 78 y NTP 339.078.

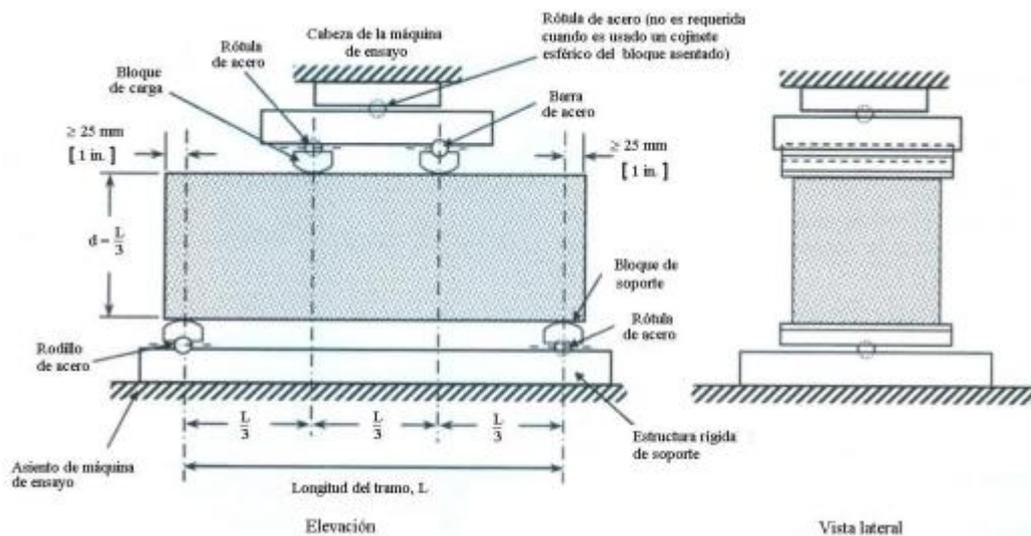


Figura 19. Diagrama del equipo para ensayos de flexión en vigas (NTP 339. 078 2018).

El esfuerzo se define como la intensidad de las fuerzas distribuidas internamente o componentes de fuerzas que resisten un cambio en la forma de un cuerpo, se mide comúnmente en unidades relacionadas con la fuerza por unidad de área, como kilogramo por centímetro cuadrado (kg/cm^2) o mega pascales (MPa). Hay tres tipos básicos de esfuerzo: tensión, compresión y

cortante. El esfuerzo se calcula dividiendo la carga medida por el área transversal mínima original (Horath 2019).

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Donde:

σ = Esfuerzo desarrollada en la muestra (kg/cm²)

F = Carga máxima soportada (kg)

A = Área de la sección transversal (cm²)

Finalmente, las rocas como materiales de construcción a lo largo del tiempo, se han utilizado en la construcción como elemento resistente, tienen muy buena resistencia a compresión pero tienen baja resistencia a la tracción y flexión (Crespo Escobar 2013).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación aplicada es aquella que pretende solucionar un problema específico inmediato que afronta la sociedad o industria, e implementar dicha solución para resolver el problema, donde el resultado debe abordar el problema no resuelto o mejorar la solución existente (Bairagi y Munot 2019). Por lo tanto, el tipo de investigación desarrollada fue del tipo aplicada.

3.1.2. Diseño de Investigación

El método experimental es un proceso científico mediante el cual se puede establecer relaciones empíricas de variables y verificar la exactitud de una hipótesis, ley o modelo, a través de un ensayo controlado y además consta de siete fases o reglas: Demarcar y precisar el objeto de la investigación, proponer una hipótesis, preparar un diseño experimental, ejecutar el experimento, observar los resultados, adquirir conclusiones y preparar un informe (Baena Paz 2017). Conforme a esta definición, la investigación tuvo un diseño experimental del tipo cuasi experimental, pues se tuvo dos variables, donde se controló la variable independiente (Arispe Alburqueque et al. 2020) y se observó los efectos sobre la variable dependiente y se determinó la veracidad o exactitud de la hipótesis. Además la investigación involucra mediciones y análisis de aspectos numéricos, en tal sentido se desarrolló un enfoque cuantitativo, al respecto (Prieto Pimienta y De La Orden Hoz 2017) menciona que la investigación se concentra en el análisis e interpretación de estadísticas, KPIs, números y datos relacionados al propósito de estudio. Finalmente la investigación desarrollada fue explicativa debido a que se forma una correspondencia de causa efecto entre las variables estudiadas, al respecto (Ramirez 2021) afirma que son estudios donde los objetivos están orientados en la comprobación de hipótesis de relación causal entre variables.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

Variable Independiente; se define como la causa hipotética en una relación de variables (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018) y son:

- Los residuos mineros de cuarzo e Ignimbrita como reemplazo del agregado fino.

Variable Dependiente; se llama así al efecto o resultado que produce la acción de la variable independiente (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018) y son:

- Las propiedades de un concreto estructural.

3.2.2. Operacionalización

Tabla 12. Operacionalización de Variables

Variables de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable Independiente: Residuos mineros de cuarzo e ignimbrita como reemplazo del agregado fino	Los residuos producidos durante la extracción, beneficio y procesamiento de minerales se denominan residuos mineros (Wang, Sung, & Hung, 2021) que incluyen principalmente roca estéril, relaves y escoria (Gou, Zhou, & Then, 2019)	Caracterización de los residuos mineros de cuarzo e ignimbrita mediante ensayos y pruebas en un laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de forma que pueda reemplazar al agregado fino	Propiedades físicas	Granulometría	%
				Peso específico	kg/m ³
				Peso unitario	kg/m ³
				Contenido de humedad	%
				Absorción	%
			Porcentaje de cuarzo	Reemplazo en la proporción de 35%, 45%, 55%, 65%	%
Porcentaje de ignimbrita	Reemplazo en la proporción de 25%				
Variable Dependiente: Propiedades de un concreto estructural	Las propiedades del concreto son sus atributos en estado fresco o endurecido. (Grijalva C., 2020)	Realizar ensayos para conocer las propiedades de un concreto estructural en estado fresco y endurecido, en un laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto y poder apreciar el efecto del reemplazo del agregado fino por cuarzo triturado con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural	Trabajabilidad	Asentamiento	pulg
			Exudación	Cantidad de agua de exudación	%
	Resistencia a la compresión		Esfuerzo	Kg/cm ²	
	Resistencia a la tracción indirecta del concreto		Esfuerzo	Kg/cm ²	
	Resistencia a la flexión		Esfuerzo	Kg/cm ²	
	El concreto estructural es todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado. (RNE, 2020)				

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

De acuerdo con (Bairagi y Munot 2019) la población es el grupo completo de especímenes que observa un investigador previo a ejecutar la experimentación, por lo tanto, la población de la siguiente investigación fue el volumen del concreto usado.

Tabla 13. *Volumen por tipo de concreto*

ID	Ítem	Volumen (m3)
CP	Diseño de mezcla del concreto patrón f'c=210 kg/cm2	0.17
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	0.17
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	0.17
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	0.17
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	0.17
Total		0.87

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2. Muestra

De acuerdo a lo definido por (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018) es un subgrupo de la población de los cuales se recogerán los datos necesarios y que deben representar a la población. En tal sentido las muestras para la presente investigación fueron las probetas elaboradas para cada uno de los ensayos, sumando en total 135 ensayos, los cuales fueron evaluados de la siguiente forma:

Tabla 14. Número de ensayos a desarrollar

ID	Ítem	Edades de ensayos	Ensayos					Total ensayos
			A compresión	A tracción indirecta	A flexión (28 días)	Trabajabilidad	Exudación	
CP	Diseño de mezcla del concreto patrón f'c=210 kg/cm2	7 días	3	3	3	3	3	27
		14 días	3	3				
		28 días	3	3				
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	7 días	3	3	3	3	3	27
		14 días	3	3				
		28 días	3	3				
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	7 días	3	3	3	3	3	27
		14 días	3	3				
		28 días	3	3				
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	7 días	3	3	3	3	3	27
		14 días	3	3				
		28 días	3	3				
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% de Ignimbrita	7 días	3	3	3	3	3	27
		14 días	3	3				
		28 días	3	3				
Total ensayos			45	45	15	15	15	135

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Muestreo

El método de muestreo aplicado para la investigación fue no probabilístico, porque la cantidad de muestras empleadas no se calcularon mediante métodos estadísticos, sino que fue por juicio, ya que el número mínimo de probetas se determinó a través del ASTM C192. Al respecto (Bairagi y Munot 2019) sostienen que la técnica de muestreo no aleatorio es donde el investigador selecciona las muestras. Por lo tanto, depende del investigador qué muestras incluir. Este método de muestreo también se conoce como muestreo deliberado o juicio.

3.3.4. Unidad de Análisis

Se refiere al objeto de donde se consigue la información (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018). La unidad de análisis de esta investigación fueron las probetas de concreto cilíndricas y prismáticas con diferentes proporciones de cuarzo y con una proporción óptima de ignimbrita.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

En esta investigación se usó la técnica de observación en los ensayos ejecutados en el laboratorio, al respecto (Paniagua y Condori 2018) mencionan que la técnica de observación consiste en observar cuidadosamente un hecho o caso, para poder tomar información y así posteriormente realizar un análisis.

3.4.2. Instrumentos

Para la recopilación de datos se usó como instrumento las fichas de observación y formatos (hojas de cálculo) en los que se registró los datos que son la base del análisis según (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018). Así mismo se usó equipos para realizar los ensayos, los cuales nos proporcionaron los datos.

Los equipos y formatos que se usaron en cada procedimiento de ensayos de laboratorio son los siguientes:

Tabla 15. Formatos y equipos usados

Formatos	Equipos
HOJA DE CÁLCULO PARA GRANULOMETRIA	Juego de mallas (3", 2½", 2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo)
	Balanza con aproximación a 0.1 g
	Charolas de aluminio, cucharon
HOJA DE CÁLCULO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (AG)	Horno de secado, a temperatura constante
	Cucharón
	Canastilla
	Balanza calibrada
	Fanelas
HOJA DE CÁLCULO PARA PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN (AF)	Recipientes
	Cocina Eléctrica
	Cucharones
	Molde troncónico y su martillo
	Balanza de Precisión
	Pipeta
	Fiola
	Horno
HOJA DE CÁLCULO PARA PESO UNITARIO	Balanza de Precisión
	Varilla de apisonado
	Recipiente (cilíndrico de metal)
	Pala o cucharón
HOJA DE CÁLCULO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD	Balanza con precisión a 0.1% del peso de la muestra ensayada
	Taras
	Horno a 110°C+/-5°C
HOJA DE CÁLCULO PARA ENSAYO DE ASENTAMIENTO	Cono de Abrams
	Varilla para apisonado de fierro liso de diámetro 5/8"
	Wincha metálica
	Plancha metálica
HOJA DE CÁLCULO PARA ENSAYO DE EXUDACIÓN	Recipiente cilíndrico aproximadamente de ½ pie cúbico de capacidad
	Balanza de 100 lbs. de capacidad con aproximación a 0.1 lb
	Pipeta
	Probeta graduada de 100 ml
	Varilla de acero de 5/8" de diámetro
HOJA DE CÁLCULO PARA ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN	Moldes cilíndricos de 15x30 cm
	Varilla de 10x300 mm
	Maso de goma peso de 600 gr
	Pala
	Bandeja para la preparación de mezcla
	Prensa para rotura de probetas
HOJA DE CÁLCULO PARA ENSAYO DE TRACCIÓN	Cilindro de concreto
	Máquina universal para aplicar carga
HOJA DE CÁLCULO PARA ENSAYO DE FLEXIÓN	Máquina para flexionar vigas
	Wincha o Vernier
	Herramientas de apoyo

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3. Validez

Está relacionada con aquello que se va a medir y que tan exacto es esta, además de que a partir de los resultados se pueden inferirse conclusiones (Perez, Perez y Seca 2020); por tanto, la validez de la investigación fue dada por profesionales con experiencia a través del certificado de validación de instrumentos y por el laboratorio donde se realizó los ensayos a través de certificaciones, conforme a las normas aplicables.

3.4.4. Confiabilidad de los instrumentos

La confiabilidad de un sistema o instrumento es la probabilidad de que este realice su función prevista de manera correcta durante un periodo de tiempo definido y en un entorno o condiciones de funcionamiento establecidos (Bairagi y Munot 2019); por ende, la confiabilidad fue verificada con los certificados de calibración de los equipos de medición.

3.5. Procedimiento

El proceso de investigación se realizó de acuerdo al siguiente diagrama de flujo:

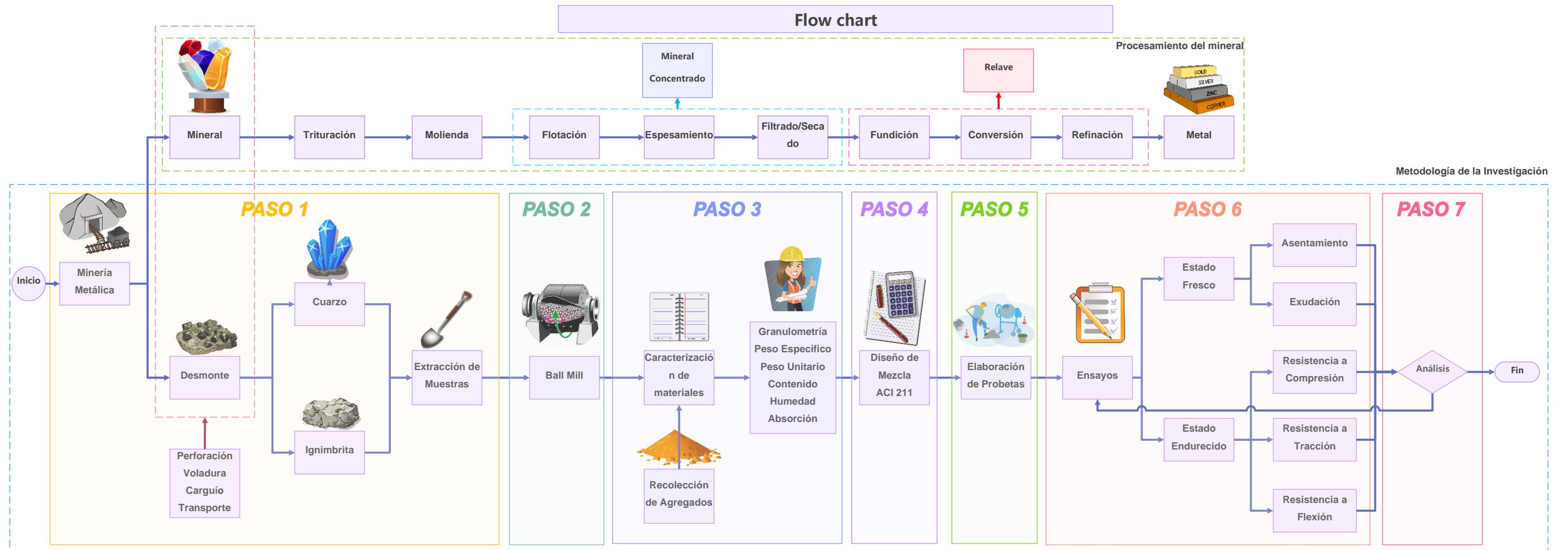
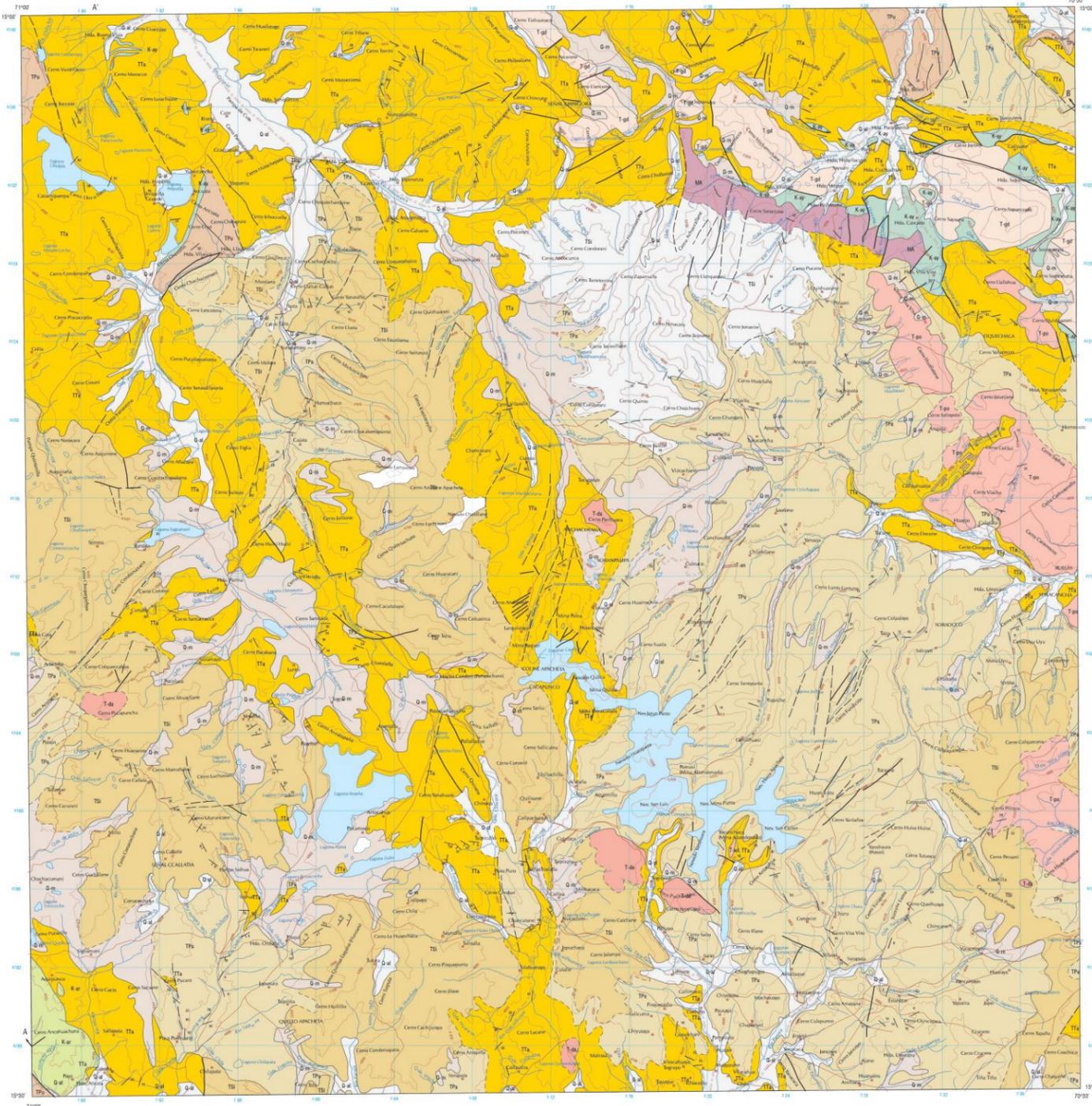


Figura 20. Diagrama de flujo del proceso de investigación.

Respecto al objetivo general de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural, se desarrolló el siguiente procedimiento:

Paso 1: Identificación del lugar de extracción y recolección de los residuos mineros de cuarzo e ignimbrita.

Mediante el inventario de pasivos ambientales mineros y la carta geológica del cuadrángulo de Ocuwiri (figura 21), detallados por la Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET) se identificó el pasivo ambiental denominado Ex Unidad Minera Trapiche (EUM - Trapiche), ubicado en el distrito de Palca, provincia de Lampa, en la región de Puno; de donde se obtuvieron los residuos mineros de cuarzo e ignimbrita, para localizar el área se empleó los programas de Google Maps y Google Earth (figura 22).



LEYENDA

- CUATERNARIO**
- Q-al Depósitos aluviales y fluvio-glaciares
- Q-m Depósitos marinos
- MIOCENO**
- TS1 Andesitas basálticas apiladas con lavas intercaladas (500 m.) Grupo Silipica
- TPa Igneitas Grupo Palca
- OLIGOCENO**
- TTa Andesitas apiladas con lavas intercaladas con sedimentos volcánicos en la parte inferior (800 m.) Grupo Taca
- CRETACIO**
- TPu Andesitas andicas conglomeráticas (1000 m.) Grupo Puno
- CENOSIANO**
- K-ay Calizas con lutitas yesíferas (150 m.) Fin. Calza Ayllata
- APTIANO**
- K-ar Calizas masivas (7 700 m.) Fin. Acopana
- MISISIPIANO**
- MA Andesitas cuarcíticas conglomeráticas con intercalaciones de lavas (400 m.) Grupo Ambo
- T-am Intrusivos: (1) andesita (es) perforada (2) andesita (es) granodiorita (3) andesita
- T-da
- T-gd
- T-ab

SÍMBOLOS GEOLÓGICOS

- Contacto conocido
- Contacto inferido
- Falla definida
- Falla inferida
- Sobrecubrimiento definido
- Sobrecubrimiento inferido
- Rumbo y buzamiento de capas
- Rumbo y buzamiento de capas
- Eje estructural
- Eje estructural

SÍMBOLOS FOTOGEOLÓGICOS

- Buzamiento suave < 30°
- Buzamiento moderado 30° - 60°
- Buzamiento fuerte > 60°
- Traza de capas

INGEMMET 2022
PROYECTO PARA UN CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA ENTRE
LOS GOBIERNOS DEL PERÚ Y DEL REINO UNIDO DE GRAN BRETAÑA
E IRLANDA DEL NORTE.

MAPA TOPOGRÁFICO GEOMÉTRICO ESTABECIDO POR EL MÉTODO BARRINGTON
ANÁLISIS POR ANÁLISIS DE MÁXIMO
INFORMACIÓN A LA ESCALA 1:50,000.

WORLD MAP SERVICE

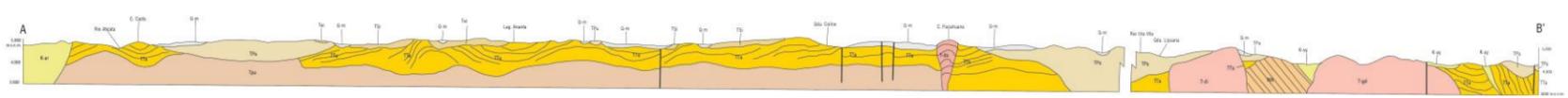
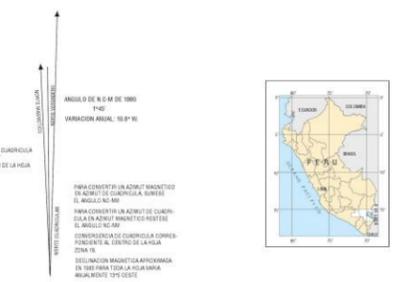


Figura 21. Carta geológica del cuadrángulo de Ocuvi (INGEMMET 2022).

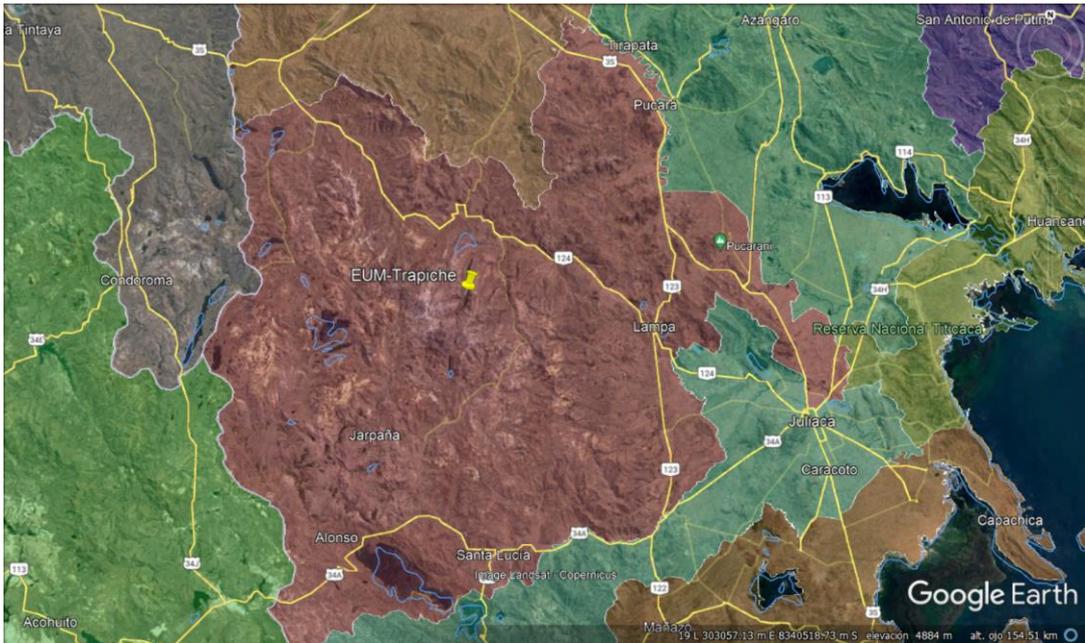


Figura 22. Localización satelital de la Ex Unidad Minera Trapiche (Google Earth 2022).

Una vez ubicado el lugar se realizó la recolección de los residuos mineros (figura 23) para lo cual se usó palas, sacos para colocar las muestras y una unidad móvil para transportar estas. El cuarzo se extrajo 280 kg y la ignimbrita se extrajo 150 kg aproximadamente.



Figura 23. Depósitos de residuos mineros.

Paso 2: Trituración de los residuos mineros (cuarzo e ignimbrita).

Trituración primaria: Esta trituración se realizó manualmente con la ayuda de un combo, el tamaño estuvo comprendido entre 8" a 6".



Figura 24. Reducción de tamaño manual del cuarzo e ignimbrita (8" a 6").

Trituración secundaria: Esta trituración se realizó manualmente con la ayuda de un combo, el tamaño estuvo comprendido entre 3" a 2".



Figura 25. Reducción de tamaño manual del cuarzo e ignimbrita (3" a 2").

Trituración terciaria: Una vez que se obtuvo el rango de tamaño de la trituración secundaria; las muestras fueron trasladadas al laboratorio INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C., en donde las muestras fueron trituradas con el equipo Ball Mill, con el objetivo de obtener una granulometría menor a 4.75 mm. La trituración se realizó cada 5 kg durante 15 minutos.



Figura 26. Equipo Ball Mill.



Figura 27. Cuarzo triturado con el equipo Ball Mill.



Figura 28. Ignimbrita triturada con el equipo Ball Mill.

Paso 3: Determinación de las propiedades físicas del agregado fino, grueso, cuarzo e ignimbrita.ini

Previo a la determinación de las propiedades físicas, primero se obtuvo el agregado fino del Rio Coata ubicado a 21.7 km de la ciudad de Juliaca de donde se extrajo de acuerdo a la norma NTP 400.010 de muestreo de depósitos o unidades de transporte; para el agregado grueso se usó la piedra chancada de un tamaño que varía entre 1", 3/4" y 1/2" aproximadamente, esta se obtuvo de la cantera Piedra Azul ubicado a km 16 de Juliaca – Cabanillas, el cual se extrajo de acuerdo a la norma NTP 400.010, luego se trasladaron los agregados al laboratorio para los respectivos ensayos.

Granulometría

La granulometría se realizó en base a las normas de ASTM 136 / NTP 400.012

Materiales y equipos:

- Balanza
- Juego de tamices.
- Charolas de aluminio.
- Muestra de agregado.

Procedimiento:

- Primeramente, se seleccionó 500 gr de agregado fino y 4000 gr de agregado grueso aproximadamente.
- Se realizó el lavado del agregado fino en el tamiz N° 200 para sacar todas las impurezas que tenga hasta que el agua este cristalina.
- Luego la muestra se dejó secar al aire libre hasta obtener el peso constante.

- Antes de usar los tamices se limpió y se ordenó de forma decreciente de acuerdo al tamaño de su abertura para cada agregado.
- Se procedió al vertió de la muestra del agregado fino y grueso según a los tamices que les corresponden y después se agito por medio de movimientos vaivén por un periodo de 10 min.
- Finalmente se retiró tamiz por tamiz las muestras retenidas y se pesó cada una de ellas y se anotó los resultados para posteriormente realizar los cálculos pertinentes.



Figura 29. Mallas para tamizado del agregado fino y grueso.

Cálculos

- Porcentaje retenido parcial

$$Rp = 100 * \frac{Pr}{Pm}$$

Donde:

Rp = Parcial retenido (%)

Pr = Masa retenida en la malla (gr)

Pm = Masa de muestra (gr).

- Porcentaje retenido acumulado.

$$Ra = \sum Rp$$

Donde:

Ra = Retenido acumulado (%)

Rp = Retenido parcial (%)

- Porcentaje que pasa

$$Pp = 100 - Ra$$

Donde:

Pp = Porcentaje que pasa por la malla (%)

Ra = Retenido acumulado (%)

- Módulo de fineza

$$Mf = \frac{\sum Ra (N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

Donde:

Ra = Retenido acumulado (%)

Mf = Módulo de fineza.

Granulometría del agregado grueso – resultados

Tabla 16. *Análisis granulométrico de la piedra chancada*

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones		Descripción de la muestra	
						Min.	Max.		
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00			Peso inicial	4000
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00				
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00				
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100	Tamaño máx.	1
3/4"	19.050	909.00	22.73	22.73	77.28				
1/2"	12.700	1901.00	47.53	70.25	29.75	25	60		
3/8"	9.525	940.00	23.50	93.75	6.25				
1/4"	6.350	226.00	5.65	99.40	0.60			Observaciones	
N° 4	4.760	8.00	0.20	99.60	0.40	0	0.1		
Fondo	2.380	16.00	0.40	100.00	0.00				
Total		4000.00	100.00						
% Perdida		0.4							

Fuente: Elaboración propia.

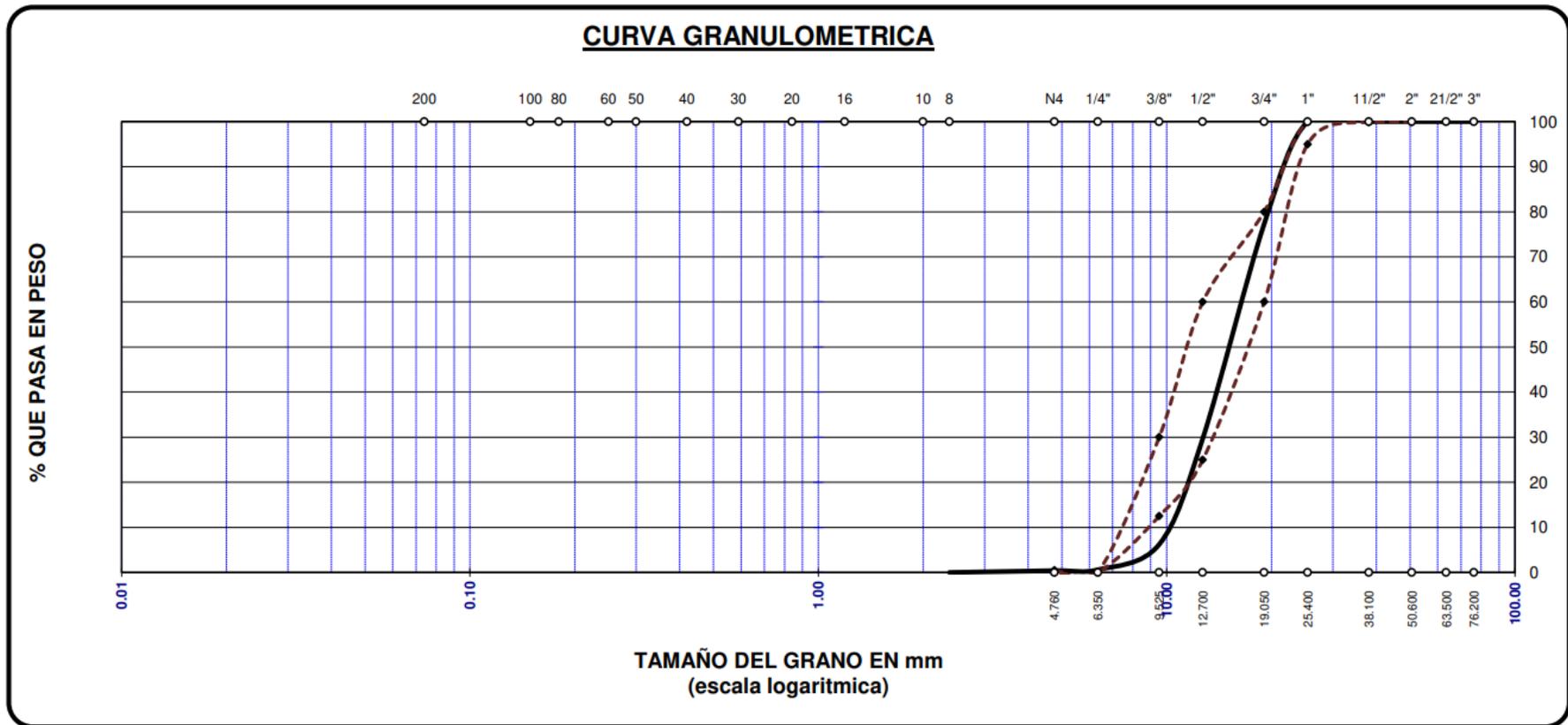


Figura 30. Curva granulométrica de la piedra chancada.

Granulometría de la arena – resultados

Tabla 17. *Análisis granulométrico de la arena*

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones		Descripción de la muestra	
						Min.	Max.		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Peso inicial	500
1/4"	6.350								
N° 4	4.760	4.84	0.97	0.97	99.03	95	100		
N° 8	2.380	25.18	5.04	6.00	94.00	80	100	Módulo de fineza	2.384
N° 10	2.000								
N° 16	1.190	60.78	12.16	18.16	81.84	50	85		
N° 20	0.840							% Que pasa la malla 200	2.77
N° 30	0.590	147.40	29.48	47.64	52.36	25	60		
N° 40	0.420								
N° 50	0.300	132.73	26.55	74.19	25.81	10	30	Observaciones	
N° 60	0.250								
N° 80	0.180								
N° 100	0.149	86.48	17.30	91.48	8.52	2	10		
N° 200	0.074	28.72	5.74	97.23	2.77	0	3		
Base		13.87	2.77	100.00	0.00				
Total		500.00	100.00						
% Perdida		2.77							

Fuente: Elaboración propia.

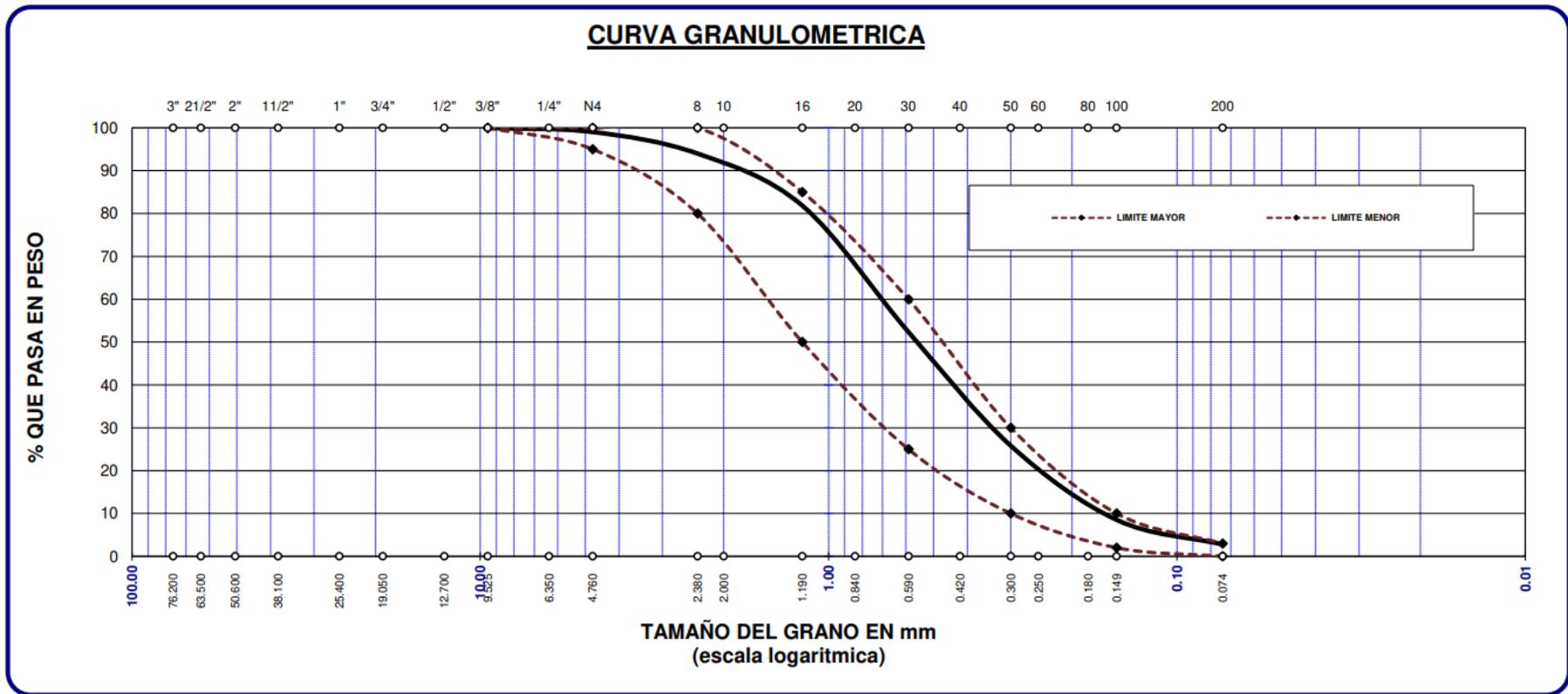


Figura 31. Curva granulométrica de la arena.

Absorción

La absorción se realizó con las normas ASTM C 127 - NTP 400.021 para agregado grueso y para agregado fino ASTM C 128 - NTP 400.022.

Equipos y materiales:

- Balanza electrónica
- Horno
- Cono truncado
- Barra compactadora
- Bandejas
- Franela
- Agregado
- Otros

Procedimientos:

- Inicialmente se pesaron 500 gr de agregado fino y 800 gr de agregado grueso.
- Se lavo el agregado grueso para sacar todas sus impurezas y luego se colocó en un recipiente para luego sumergirlo en agua por 24 horas \pm 4 de desviación.
- Para obtener el estado saturado superficialmente seco (SSS) del agregado grueso se usó una franela para sacarle toda el agua que contenía en ella y luego fue pesada y llevada al horno.
- Para el caso del agregado fino el estado saturado superficialmente seco (SSS) se realizó primeramente la verificación de si es que tenía (SSS) para lo cual se usó un molde en el cual se colocó la muestra realizando un apisonado con 25 golpes, una vez que se levantó el molde se vio que la muestra se desmorono lo que significa que la muestra se encuentra (SSS), luego esta muestra fue pesada y llevada al horno.
- Finalmente se pesó las muestras secas.



Figura 32. Preparación de la arena para determinar la absorción.



Figura 33. Preparación de la piedra chancada para determinar la absorción.

Cálculos:

- Absorción para agregado fino:

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

Donde:

Ab: porcentaje de absorción (%)

Wo: peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)

- Absorción para agregado grueso:

$$Ab = \frac{B - A}{A} * 100$$

A: Peso en el aire de la muestra secada al horno (gr)

B: Peso en el aire de la muestra saturada

Absorción del agregado fino – resultados

Tabla 18. *Determinación de la absorción del agregado fino*

Datos	
Peso de muestra secada al horno	482.58
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
Resultado	
% de absorción	3.61

Fuente: Elaboración propia.

Absorción del agregado grueso – resultados

Tabla 19. *Determinación de la absorción del agregado grueso*

Datos	
Peso de muestra secada al horno	790.1
Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.0
Resultado	
% de absorción	1.25

Fuente: Elaboración propia.

Peso específico

El peso específico se realizó con las normas ASTM C 127 - NTP 400.021 para agregado grueso y para agregado fino ASTM C 128 - NTP 400.022.

Equipos y materiales:

- Picnómetro
- Balanza electrónica
- Cono truncado
- Barra compactadora

- Horno
- Bandejas
- Arena
- Otros

Procedimientos:

- Se procedió a pesar las muestras que se usaran para este ensayo, agregado fino 500 gr y agregado grueso 800 gr.
- Luego se realizó el saturado superficialmente seco (SSS) de los agregados finos y gruesos.
- Antes de introducir la muestra en el picnómetro se pesó el picnómetro solo.
- Luego se introdujo el agua en el picnómetro y se pesó.
- Después la muestra de agregado fino (SSS) se introdujo en el picnómetro. El mismo procedimiento se dio en el agregado grueso.
- Luego se añadió agua gradualmente en el picnómetro haciendo unos movimientos que eliminen los espacios vacíos y después se pesó.



Figura 34. Picnómetros con agregado fino y grueso.

Cálculos:

- Peso específico para agregado fino:

Peso específico de masa (Pe_m):

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)} * 100$$

Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} * 100$$

Peso específico aparente (Pe_a)

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} * 100$$

Donde:

W_o = Peso en el aire de la muestra secada en el horno.

V = Volumen del frasco en cm³

Pe_m = Peso específico de masa

V_a = Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida al frasco

- Peso específico para agregado grueso:

Peso específico de masa saturada con superficie seca (Pe_{sss})

$$Pe_{sss} = \frac{B}{(B - C)} * 100$$

Peso específico de masa (Pe_m):

$$Pe_m = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Peso específico aparente (Pe_a)

$$Pe_a = \frac{A}{(A - C)} * 100$$

Donde:

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

Peso específico del agregado fino – resultados

Tabla 20. *Determinación del peso específico del agregado fino*

Datos	
Peso de muestra secada al horno	482.58
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
Peso del picnómetro con agua	1500.00
Peso del Pic. + muestra + agua	1807.05
Resultados	
% de absorción	3.61
Peso específico (gr/cm³)	2.5

Fuente: Elaboración propia.

Peso específico del agregado grueso – resultados

Tabla 21. *Determinación del peso específico del agregado grueso*

Datos	
Peso de muestra secada al horno	790.10
Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
Peso del picnómetro con agua	1500.00
Peso del Pic. + muestra + agua	1990.00
Resultados	
% de absorción	1.25
Peso específico (gr/cm³)	2.55

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario

El peso unitario se realizó con las normas ASTM C 29 / NTP 400.017 para los agregados fino y grueso.

Equipos y materiales:

- Recipiente de volumen conocido (molde cilíndrico)
- Balanza electrónica
- Varilla para compactar

- Cucharon de lámina
- Agregados

Procedimientos:

- Se tomo una porción del agregado fino y grueso.
- Luego las muestras se dejaron secar al aire libre.
- Se tomaron las medidas del molde cilíndrico ya sea la altura y el diámetro y así mismo se pesó el molde.
- Después se procedió a realizar el peso unitario suelto, llenando el molde cilíndrico con agregado utilizando un cucharón desde una altura de caída de 2" y luego se niveló el agregado con la ayuda de una varilla y al final se pesó.
- Para realizar el peso unitario compactado se colocó el agregado en el molde cilíndrico en tres capas realizando 25 golpes compactando en cada capa con la ayuda de una varilla de acero y luego se niveló y peso.



Figura 35. Moldes cilíndricos para determinar el peso unitario del agregado fino y grueso.

Cálculo:

$$P.U.S = \frac{Wm}{Vr}$$

$$P.U.C = \frac{Wm}{Vr}$$

Donde:

P.U.C = Peso unitario compactado (gr/cm³).

P.U.S = Peso unitario suelto (gr/cm³).

Wm = Masa de la muestra (gr).

Vd = Volumen de la muestra (cm³).

Peso unitario del agregado fino – resultados

Tabla 22. *Determinación del peso unitario suelto del agregado fino*

Peso unitario suelto			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm³)	P.U. (kg/m³)
9343	6607	2101.91	1302
9349	6607	2101.91	1305
9340	6607	2101.91	1300
P.U. Suelto			1302

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. *Determinación del peso unitario compactado del agregado fino*

Peso unitario compactado			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm³)	P.U. (kg/m³)
9649	6607	2101.91	1447
9660	6607	2101.91	1452
9651	6607	2101.91	1448
P.U. Compactado			1449

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario del agregado grueso – resultados

Tabla 24. *Determinación del peso unitario suelto del agregado grueso*

Peso unitario suelto			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm³)	P.U. (kg/m³)
11642	7475	3206.94	1299
11660	7475	3206.94	1305
11650	7475	3206.94	1302
P.U. Suelto			1302

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. *Determinación del peso unitario compactado del agregado grueso*

Peso unitario compactado			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm3)	P.U. (kg/m3)
12123	7475	3206.94	1449
12390	7475	3206.94	1439
12122	7475	3206.94	1449
P.U. Compactado			1446

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de humedad

El contenido de humedad se realizó con las normas ASTM C 566 / NTP 339.185 para los agregados fino y grueso.

Equipos y materiales:

- Horno
- Balanza electrónica
- Cucharones
- Agregados
- Charolas de aluminio

Procedimientos:

- Primeramente, se realizó el cuarteo de los agregados para luego tomar una porción de ella.
- Después se pesaron los recipientes.
- Posteriormente se colocaron las muestras en los recipientes y estas se pesaron.
- Luego fueron llevados al horno en donde se hizo secar la muestra durante 24 horas.
- Una vez que la muestra es sacada del horno se procedió a enfriar la muestra y al final se pesaron y se anotó los datos para los cálculos pertinentes.



Figura 36. Pesaje de muestras de agregado fino y grueso antes del secado.

Cálculo:

$$P = \frac{W - D}{D} * 100$$

Donde:

W = Masa de la muestra húmeda original (%).

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra (%).

D = Masa de la muestra seca en gramo (gr).

Contenido de humedad del agregado fino – resultados

Tabla 26. Determinación del contenido de humedad del agregado fino

Item	Descripción	Und	Datos
1	P.T. + muestra húmeda	g	200.02
2	P.T. + muestra seca	g	192.41
3	P. Tarro	g	40.56
4	P. Agua	g	7.61
5	P. Suelo seco	g	151.85
Contenido de humedad		%	5.01

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de humedad del agregado grueso – resultados

Tabla 27. *Determinación del contenido de humedad del agregado grueso*

Item	Descripción	Und	Datos
1	P.T. + muestra húmeda	g	351.56
2	P.T. + muestra seca	g	348.15
3	P. Tarro	g	45.15
4	P. Agua	g	3.41
5	P. Suelo seco	g	303.00
Contenido de humedad		%	1.13

Fuente: Elaboración propia.

Propiedades físicas - cuarzo e ignimbrita

Las propiedades físicas que se determinaron del cuarzo y la ignimbrita fueron:

Granulometría del cuarzo

Tabla 28. Análisis granulométrico del cuarzo

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones		Descripción de la muestra	
						Min.	Max.		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Peso inicial	500
1/4"	6.350								
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100		
N° 8	2.380	104.30	20.86	20.86	79.14	80	100	Módulo de fineza	2.956
N° 10	2.000								
N° 16	1.190	121.67	24.33	45.19	54.81	50	85		
N° 20	0.840							% Que pasa la malla 200	7.86
N° 30	0.590	106.80	21.36	66.55	33.45	25	60		
N° 40	0.420								
N° 50	0.300	51.91	10.38	76.94	23.06	10	30	Observaciones	
N° 60	0.250								
N° 80	0.180								
N° 100	0.149	45.38	9.08	86.01	13.99	2	10		
N° 200	0.074	30.65	6.13	92.14	7.86	0	3		
Base		39.29	7.86	100.00	0.00				
Total		500.00	100.00						
% Perdida		7.86							

Fuente: Elaboración propia.

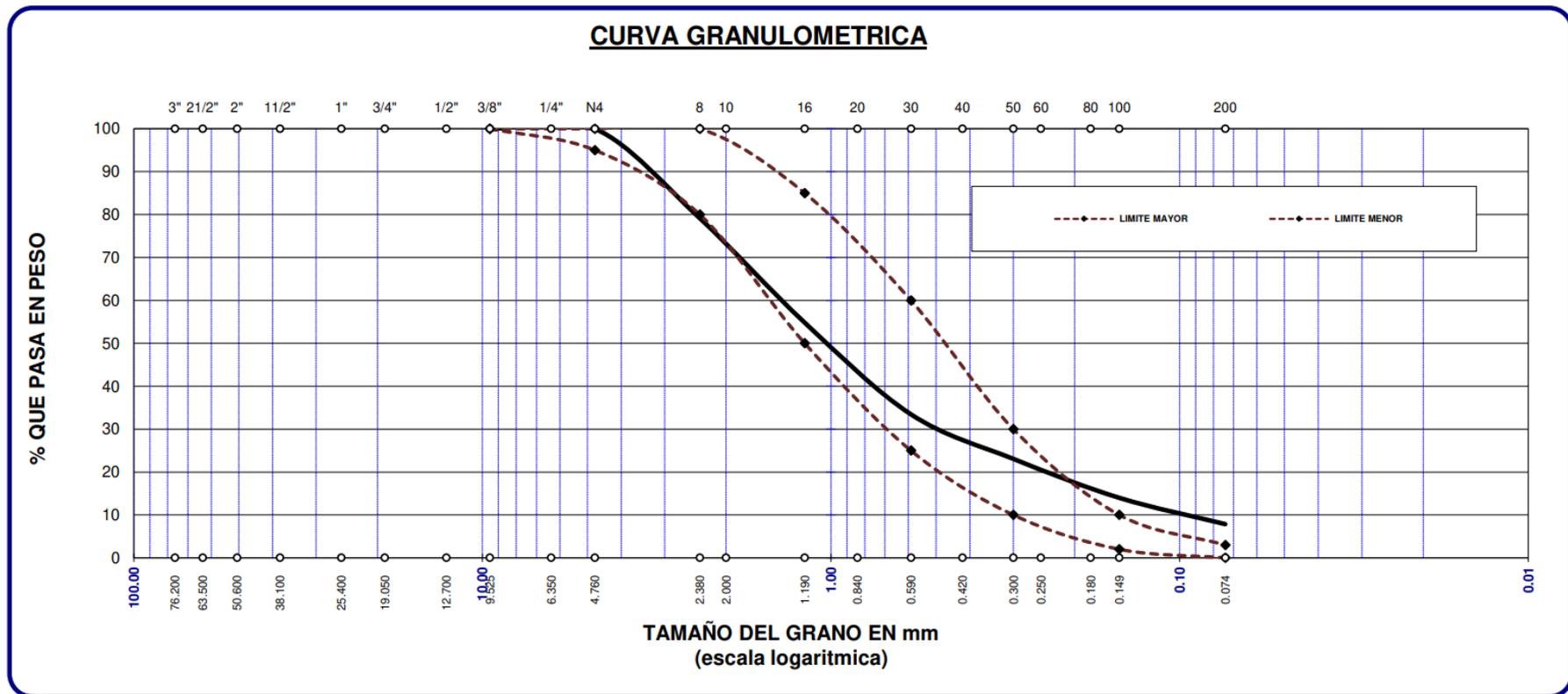


Figura 37. Curva granulométrica del cuarzo.

Granulometría de la ignimbrita

Tabla 29. *Análisis granulométrico de la ignimbrita*

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso retenido	%Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especificaciones		Descripción de la muestra	
						Min.	Max.		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	Peso inicial	500
1/4"	6.350								
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100		
N° 8	2.380	195.07	39.01	39.01	60.99	80	100	Módulo de fineza	3.527
N° 10	2.000								
N° 16	1.190	120.27	24.05	63.07	36.93	50	85		
N° 20	0.840							% Que pasa la malla 200	7.23
N° 30	0.590	72.43	14.49	77.55	22.45	25	60		
N° 40	0.420								
N° 50	0.300	31.16	6.23	83.79	16.21	10	30	Observaciones	
N° 60	0.250								
N° 80	0.180								
N° 100	0.149	27.42	5.48	89.27	10.73	2	10		
N° 200	0.074	17.48	3.50	92.77	7.23	0	3		
Base		36.17	7.23	100.00	0.00				
Total		500.00	100.00						
% Perdida		7.23							

Fuente: Elaboración propia.

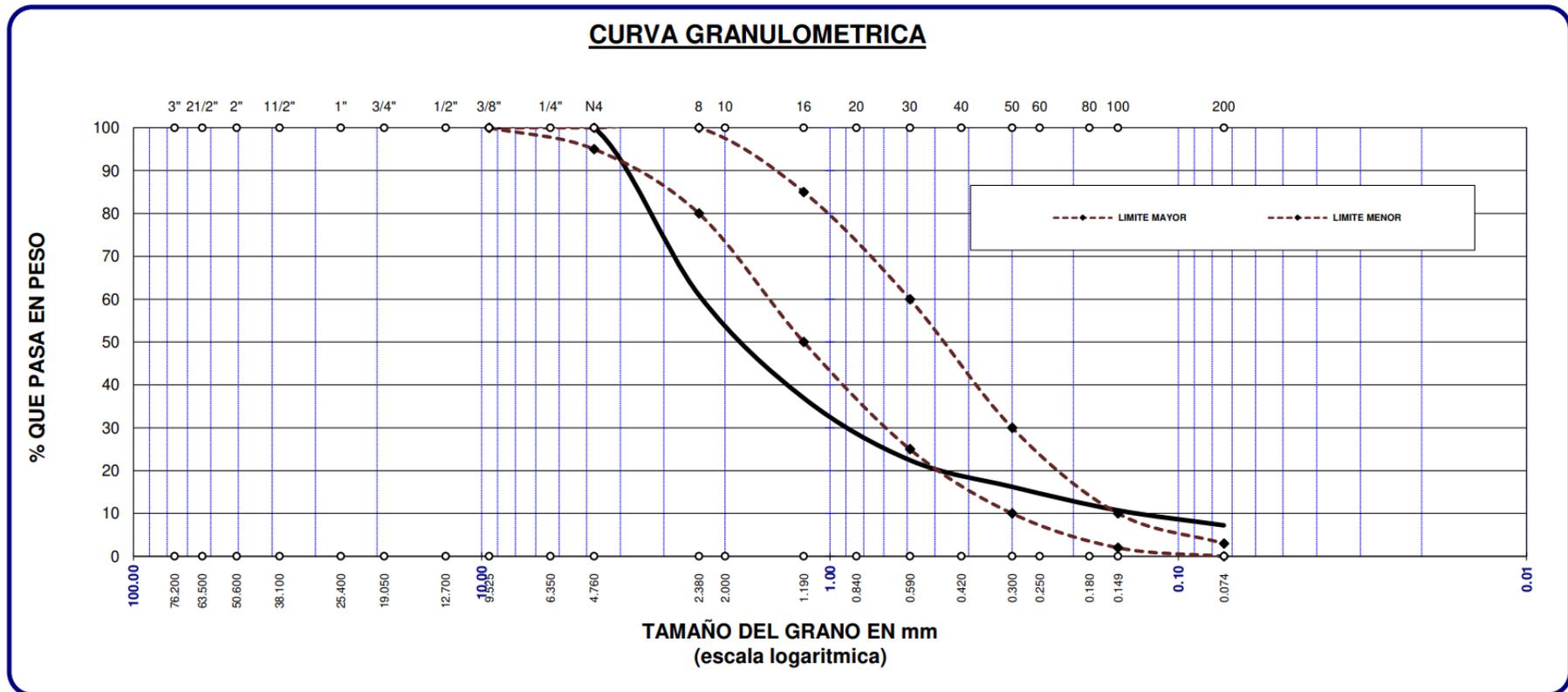


Figura 38. Curva granulométrica de la ignimbrita.



Figura 39. Tamizado del cuarzo e ignimbrita.

Absorción del cuarzo

Tabla 30. Determinación de la absorción del cuarzo

Datos	
Peso de muestra secada al horno	479.42
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
Resultado	
% de absorción	4.29

Fuente: Elaboración propia

Absorción de la ignimbrita

Tabla 31. *Determinación de la absorción de la ignimbrita*

Datos	
Peso de muestra secada al horno	487.0
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.0
Resultado	
% de absorción	2.67

Fuente: Elaboración propia.



Figura 40. Secado de las muestras de cuarzo e ignimbrita.

Peso específico del cuarzo

Tabla 32. *Determinación del peso específico del cuarzo*

Datos	
Peso de muestra secada al horno	479.42
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
Peso del picnómetro con agua	1500.00
Peso del Pic. + muestra + agua	1813.00
Resultados	
% de absorción	4.29
Peso específico (gr/cm³)	2.56

Fuente: Elaboración propia.

Peso específico de la ignimbrita

Tabla 33. *Determinación del peso específico de la ignimbrita*

Datos	
Peso de muestra secada al horno	487.00
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
Peso del picnómetro con agua	1500.00
Peso del Pic. + muestra + agua	1805.00
Resultados	
% de absorción	2.67
Peso específico (gr/cm³)	2.5

Fuente: Elaboración propia.



Figura 41. Picnómetros con cuarzo e ignimbrita.

Peso unitario del cuarzo – suelto

Tabla 34. Determinación del peso unitario suelto del cuarzo

Peso unitario suelto			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm ³)	P.U. (kg/m ³)
9448	6039	2101.91	1622
9469	6039	2101.91	1632
9447	6039	2101.91	1621
P.U. Suelto			1625

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario del cuarzo – compactado

Tabla 35. *Determinación del peso unitario compactado del cuarzo*

Peso unitario compactado			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm3)	P.U. (kg/m3)
9927	6039	2101.91	1850
9806	6039	2101.91	1792
9884	6039	2101.91	1829
P.U. Compactado			1824

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario de la ignimbrita – suelto

Tabla 36. *Determinación del peso unitario suelto de la ignimbrita*

Peso unitario suelto			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm3)	P.U. (kg/m3)
9004	6039	2101.91	1411
9048	6039	2101.91	1432
9038	6039	2101.91	1427
P.U. Suelto			1423

Fuente: Elaboración propia.

Peso unitario de la ignimbrita – compactado

Tabla 37. *Determinación del peso unitario compactado de la ignimbrita*

Peso unitario compactado			
Peso (gr)	P. Molde (gr)	V. Molde (cm3)	P.U. (kg/m3)
9433	6039	2101.91	1615
9473	6039	2101.91	1634
9486	6039	2101.91	1640
P.U. Compactado			1629

Fuente: Elaboración propia.



Figura 42. Determinación del peso unitario del cuarzo e ignimbrita.

Contenido de humedad del cuarzo

Tabla 38. Determinación del contenido de humedad del cuarzo

Item	Descripción	Und	Datos
1	P.T. + muestra húmeda	g	352.16
2	P.T. + muestra seca	g	349.55
3	P. Tarro	g	38.33
4	P. Agua	g	2.61
5	P. Suelo seco	g	311.22
Contenido de humedad		%	0.84

Fuente: Elaboración propia.

Contenido de humedad de la ignimbrita

Tabla 39. *Determinación del contenido de humedad de la ignimbrita*

Item	Descripción	Und	Datos
1	P.T. + muestra húmeda	g	312.50
2	P.T. + muestra seca	g	309.04
3	P. Tarro	g	40.12
4	P. Agua	g	3.46
5	P. Suelo seco	g	268.92
Contenido de humedad		%	1.29

Fuente: Elaboración propia.



Figura 43. Determinación del contenido de humedad del cuarzo e ignimbrita.

Paso 4: Diseño de mezclas de concreto

El método de diseño empleado fue ACI 211 y de acuerdo a los datos obtenidos en el paso 3 se obtuvo la siguiente dosificación para un metro cúbico:

Tabla 40. Dosificación del concreto

Item	Dosificación en peso seco (kg/m ³)	Proporción en volumen peso seco	Dosificación en peso húmedo (kg/m ³)	Proporción en volumen peso húmedo
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.558	196	0.53
Agreg. Grueso	881	2.40	890	2.42
Agreg. Fino	752	2.05	789	2.15
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 Bolsas / m³ de cemento

Fuente: Elaboración propia.

Para las diferentes mezclas de concreto la dosificación de cuarzo e ignimbrita obtenida por metro cúbico fue:

Tabla 41. Dosificación de cuarzo e ignimbrita

ID	Descripción	Cuarzo	Ignimbrita	AF	Total
		Kg/m ³			
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	0	0	752	752
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	263	188	301	752
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	338	188	225	752
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	413	188	150	752
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	489	188	75	752

Fuente: Elaboración propia.

Paso 5: Elaboración de probetas de concreto

La elaboración de briquetas y viguetas de concreto se realizó en base a la normativa NTP 339.033.

Equipos y materiales:

- Moldes prismáticos para elaborar viguetas de 15cm x 15 cm x 50cm
- Moldes cilíndricos para elaborar briquetas de 15cm x 30cm
- Varilla compactadora
- Mezcladora de concreto

- Balanza electrónica
- Buguis
- Comba de goma
- Recipientes de aluminio
- Cono de Abrams para medir el asentamiento
- Cemento portland tipo IP
- Agua
- Agregado fino y grueso
- Cuarzo e Ignimbrita
- Otros

Procedimientos:

- Primeramente, se pesó todos los materiales para la preparación del concreto patrón, y concretos con reemplazo de agregado fino por cuarzo (35%, 45%, 55% y 65%) e ignimbrita (25%) de acuerdo a la cantidad de probetas y la dosificación que se determinó en el cálculo de diseño de mezclas.



Figura 44. Materiales utilizados para las diferentes mezclas de concreto.

- Luego se prendió la mezcladora de concreto y en esta se vertió el agua, cemento portland, agregado fino, piedra chancada, cuarzo e ignimbrita,

estos se mezclaron durante 3 minutos desde que se colocaron las muestras hasta que se logró una mezcla homogénea.



Figura 45. Preparación de los equipos, herramientas y mezclado de los materiales.

- Una vez que se obtuvo la mezcla de concreto esta fue vaciada a un bugui.



Figura 46. Mezclado del concreto fresco y vertido a bugui para el traslado.

- Después inmediatamente se realizó el ensayo de asentamiento en el cual se usó una porción de la mezcla y esta fue colocada en el cono de abrams en 3 capas realizando una compactación con una varilla de acero aplicándole 25 golpes en cada capa, luego se sacó el cono y se midió el asentamiento con un flexómetro.



Figura 47. Ensayo de slump.

- Antes de realizar el vaciado en los moldes primero se realizó el lubricado con petróleo los moldes cilíndricos y prismáticos. Luego se vertió la mezcla en los moldes cilíndricos en 3 capas realizando la compactación con una varilla compactadora a razón de 25 golpes por capa, para el molde prismático se vertió en dos capas, realizando la compactación a razón de 75 golpes por capa y en cada capa de compactación para eliminar los espacios vacíos se golpeó las paredes del molde con el combo de goma. Concluido este procedimiento se realizó el enrasado de la superficie de los moldes con la ayuda de un badilejo.



Figura 48. Preparación y moldeo de probetas cilíndricas.



Figura 49. Preparación y moldeo de probetas prismáticas.

- Después de haber pasado 24 horas se realizó el desmoldeo de las briquetas y luego las muestras fueron llevadas a depósitos de agua para ser curadas en los tiempos de 7, 14 y 28 días.



Figura 50. Desmoldeo de las probetas cilíndricas y prismáticas.



Figura 51. Curado de las probetas cilíndricas y prismáticas.

Paso 6: Ejecución de ensayos de laboratorio

Los pasos seguidos para cada uno de los ensayos se detallan en el desarrollo de los objetivos específicos, de los cuales se consiguió los siguientes resultados:

Tabla 42. Resumen general de resultados

ID	Descripción	Slump (pulg)	Exudación (%)	Resistencia						
				a compresión			a tracción indirecta			a flexión
				kg/cm ²						
				7 días	14 días	28 días	7 días	14 días	28 días	28 días
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	3 1/12	1.41	154.67	195.26	218.72	13.27	15.54	19.46	25.31
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	3	1.75	180.62	215.73	239.75	16.09	17.29	22.24	31.94
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 5/6	1.36	176.30	208.79	236.09	15.39	17.07	21.09	29.26
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 13/24	1.29	166.72	207.63	233.96	14.60	15.92	20.14	26.53
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 25/48	1.11	171.17	207.49	233.84	14.87	17.05	21.36	27.21

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la trabajabilidad de un concreto estructural, se desarrolló el siguiente procedimiento:

Para determinar la trabajabilidad del concreto se empleó las normas ASTM C143 / NTP.339.035.

Equipos y materiales:

- Cono de Abrams
- Varilla compactadora
- Cucharón metálico
- Flexómetro

Procedimientos:

- Primeramente, el cono de abrams se limpió y se ubicó en un plano y de esa forma quedo nivelado.
- Luego se introdujo la mezcla de concreto en el cono de abrams con la ayuda de un cucharón y se colocó en tres capas realizando una compactación en cada capa aplicándole 25 golpes con la ayuda de una barra de acero.
- Después se retiró el cono de abrams inmediatamente con un movimiento firme y se midió inmediatamente el slump con un flexómetro.

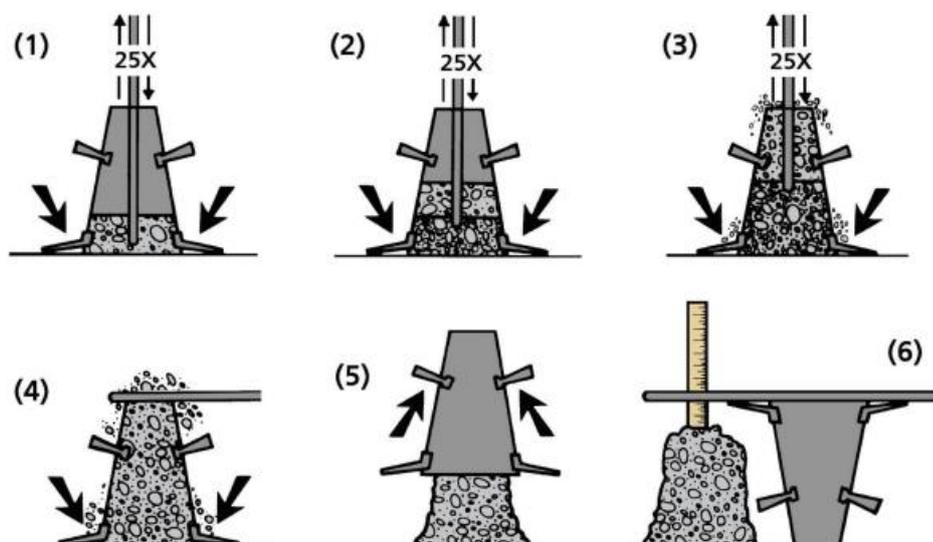


Figura 52. Procedimiento gráfico de la medición del asentamiento del concreto fresco (ACI - ASCC 2021).



Figura 53. Medición del asentamiento con un flexómetro.

Tabla 43. Resultados de asentamiento

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Slump	
			(pulg)	(cm)
CP	M - 1	Concreto Patrón $f'c = 210$ kg/cm ²	2 15/16	7.46
	M - 2		3 3/16	8.10
	M - 3		3 1/8	7.94
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	3	7.62
	M - 2		3 1/16	7.78
	M - 3		2 15/16	7.46
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 3/4	6.99
	M - 2		2 15/16	7.46
	M - 3		2 13/16	7.14
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 9/16	6.51
	M - 2		2 5/8	6.67
	M - 3		2 7/16	6.19
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 7/16	6.19
	M - 2		2 1/2	6.35
	M - 3		2 5/8	6.67

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill

en la exudación de un concreto estructural, se desarrolló el siguiente procedimiento:

Para el ensayo de exudación se usaron las normas ASTM C 232 / NTP 339.077

Equipos y materiales:

- Mezcla de concreto
- Recipiente cilíndrico
- Balanza electrónica
- Jeringa
- Probeta graduada con capacidad de 100 ml
- Varilla compactadora

Procedimientos:

- Primeramente, se preparó la mezcla de concreto y esta se colocó en un recipiente cilíndrico haciendo el compactado con una varilla y luego se pesó el recipiente con el concreto después se anotó el tiempo de inicio.
- Luego se cubrió la muestra con una tapa y se destapo cada vez que se extraía el agua.
- Antes de extraer el agua de la muestra esta se inclinó a 2" de altura.
- Posteriormente se extrajo el agua acumulada con una jeringa realizando el control cada 10 min por los primeros 40 min y luego cada 30 min hasta que se terminó la exudación de la muestra.
- Después cada extracción del agua se pasó a un recipiente y en cada traspaso se registró la cantidad de agua.



Figura 54. Medición de la exudación.

Cálculo:

$$C = \frac{W}{M} * S$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} * 100$$

Donde:

W = Mezcla de agua total

M = Masa total de la mezcla

C = Masa del agua en la muestra de ensayo

S = Masa de la muestra

D = Volumen total del agua extraída de la muestra

Tabla 44. Resultados de exudación

ID	Descripción de la muestra	Exudación
		%
CP	Concreto Patrón $f'c = 210$ kg/cm ²	1.40
		1.44
		1.39
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.77
		1.72
		1.76
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.37
		1.35
		1.36
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.29
		1.26
		1.31
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.11
		1.10
		1.13

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la compresión de un concreto estructural, se desarrolló el siguiente procedimiento:

La resistencia a la compresión se realizó en base a las normas de ASTM C 39 / NTP 339.034, se ejecutaron a los 7, 14, 28 días de curado.

Equipos y materiales:

- Máquina de ensayo para la compresión
- Muestras de las probetas de concreto

Procedimientos:

- Esta prueba se realizó una vez que el concreto haya cumplido su periodo de curado, por lo cual al concreto se le retiro del almacén de curado.
- Después de haber sacado las probetas de concreto del almacén de curado, se procedió a realizar la medición del diámetro de las probetas con un calibrador vernier.



Figura 55. Medición del diámetro de la probeta con vernier.

- Luego las probetas se colocaron encima del bloque de apoyo inferior y en el centro de la máquina de rotura.



Figura 56. Colocación de la probeta en la prensa.

- Antes de realizar la prueba de resistencia se verifico que el indicador de carga se encuentre en cero.



Figura 57. Inicio de prueba de resistencia a la compresión.

- Luego a la probeta se le aplico una carga de forma continua y constante y con una velocidad que esta entre $0,25 \pm 0,05$ Mpa/s, hasta que se vio que el indicador comenzaba a disminuir continuamente y después se pudo observar que la probeta mostraba falla.



Figura 58. Falla de la probeta a la compresión.

- Finalmente se anotó la carga máxima y el tipo de rotura que se observó en la probeta de concreto.

Cálculo:

$$f'c = \frac{P}{A} \quad A = \frac{\pi\varphi^2}{4}$$

Donde:

φ : Diámetro de la briqueta (cm)

P : Carga máxima soportada (kg)

$f'c$: Resistencia a la compresión (kg/cm²)

A : Área de la sección transversal (cm²)

Tabla 45. Resultados detallados de la resistencia a compresión (7 días)

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Carga	Ø	Área	Esf. Rotura	F'c Diseño	Edad	Rotura
			(kg)	(cm)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(días)	%
CP	M - 1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	27490.0	15.12	179.6	153.10	210	7	72.9%
	M - 2	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ³	27920.0	15.00	176.7	157.99	210	7	75.2%
	M - 3	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ⁴	27200.0	15.05	177.9	152.90	210	7	72.8%
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	33080.0	15.15	180.3	183.51	210	7	87.4%
	M - 2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	31560.0	15.08	178.6	176.70	210	7	84.1%
	M - 3	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	32100.0	15.00	176.7	181.65	210	7	86.5%
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	30590.0	15.04	177.7	172.18	210	7	82.0%
	M - 2	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	31520.0	15.02	177.2	177.89	210	7	84.7%
	M - 3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	31600.0	15.00	176.7	178.82	210	7	85.2%
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	29580.0	15.05	177.9	166.28	210	7	79.2%
	M - 2	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	29600.0	15.10	179.1	165.29	210	7	78.7%
	M - 3	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	29950.0	15.04	177.7	168.58	210	7	80.3%
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	30160.0	15.02	177.2	170.22	210	7	81.1%
	M - 2	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	30580.0	14.95	175.5	174.21	210	7	83.0%
	M - 3	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	29920.0	15.01	177.0	169.09	210	7	80.5%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46. Resultados detallados de la resistencia a compresión (14 días)

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Carga	Ø	Área	Esf. Rotura	F'c Diseño	Edad	Rotura
			(kg)	(cm)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(días)	%
CP	M - 1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	34540.0	15.00	176.7	195.46	210	14	93.1%
	M - 2	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ³	34740.0	15.05	177.9	195.28	210	14	93.0%
	M - 3	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ⁴	34560.0	15.02	177.2	195.05	210	14	92.9%
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	37940.0	15.00	176.7	214.70	210	14	102.2%
	M - 2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	38540.0	15.10	179.1	215.21	210	14	102.5%
	M - 3	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	38600.0	15.04	177.7	217.27	210	14	103.5%
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	37620.0	15.05	177.9	211.47	210	14	100.7%
	M - 2	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	35510.0	14.95	175.5	202.29	210	14	96.3%
	M - 3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	37570.0	15.00	176.7	212.60	210	14	101.2%
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	37180.0	15.10	179.1	207.62	210	14	98.9%
	M - 2	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	36760.0	15.04	177.7	206.91	210	14	98.5%
	M - 3	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	36820.0	15.00	176.7	208.36	210	14	99.2%
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	36250.0	14.90	174.4	207.90	210	14	99.0%
	M - 2	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	36760.0	14.95	175.5	209.41	210	14	99.7%
	M - 3	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	36450.0	15.04	177.7	205.17	210	14	97.7%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47. Resultados detallados de la resistencia a compresión (28 días)

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Carga	Ø	Área	Esf. Rotura	F'c Diseño	Edad	Rotura
			(kg)	(cm)	(cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(días)	%
CP	M - 1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	38290.0	14.93	175.1	218.71	210	28	104.1%
	M - 2	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ³	38180.0	14.99	176.5	216.34	210	28	103.0%
	M - 3	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ⁴	38810.0	14.95	175.5	221.09	210	28	105.3%
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	41510.0	14.90	174.4	238.06	210	28	113.4%
	M - 2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	43290.0	15.10	179.1	241.74	210	28	115.1%
	M - 3	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	42200.0	14.98	176.2	239.44	210	28	114.0%
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	41640.0	14.98	176.2	236.26	210	28	112.5%
	M - 2	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	41540.0	15.05	177.9	233.51	210	28	111.2%
	M - 3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	41980.0	14.97	176.0	238.51	210	28	113.6%
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	41370.0	14.98	176.2	234.73	210	28	111.8%
	M - 2	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	40600.0	15.02	177.2	229.14	210	28	109.1%
	M - 3	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	42060.0	15.00	176.7	238.01	210	28	113.3%
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	41110.0	15.00	176.7	232.64	210	28	110.8%
	M - 2	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	41730.0	14.96	175.8	237.41	210	28	113.1%
	M - 3	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	40850.0	14.99	176.5	231.47	210	28	110.2%

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural, se desarrolló el siguiente procedimiento:

La resistencia a la tracción indirecta se realizó en base a las normas de ASTM C 496 / NTP 339.084 se ejecutaron a los 7, 14, 28 días de curado.

Equipos y materiales:

- Máquina de ensayo para la compresión
- Platina de apoyo
- Listones de apoyo
- Calibrador vernier para medir las muestras
- Muestras de las probetas cilíndricas de concreto

Procedimientos:

- Primeramente, se midió el diámetro y la longitud de la muestra cilíndrica de concreto con la ayuda de un calibrador vernier.



Figura 59. Medida del diámetro de la probeta con vernier para el ensayo de la resistencia a la tracción indirecta.

- Luego se colocó la probeta en la máquina de ensayo de manera centrada y así mismo se colocó las platinas y listones en la parte inferior y superior de la probeta de concreto.



Figura 60. Centrado de la probeta en el equipo de ensayo.

- Después se aplicó la carga continua en la probeta con una velocidad 0.7 Mpa/min y 1.4 Mpa/min, esta carga se aplicó hasta que se vio que el indicador comenzaba a disminuir continuamente y después se pudo observar que la probeta mostraba falla. Y luego se anotó la máxima carga.



Figura 61. Falla de la probeta a la tracción indirecta.

Cálculo:

$$T = \frac{2P}{\pi * L * D}$$

Donde:

D = Diámetro del cilindro (cm)

L = Longitud de cilindro (cm)

P = Carga máxima soportada (Kg)

T = Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm²)

Tabla 48. Resultados detallados de la resistencia a tracción indirecta (7 días)

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Carga	Ø	Longitud	F'c Diseño	Edad	Tracción indirecta
			(kg)	(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(días)	(kg/cm ²)
CP	M - 1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	9470.0	15.00	30.0	210	7	13.40
	M - 2	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ³	9230.0	14.90	30.0	210	7	13.15
	M - 3	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ⁴	9400.0	15.02	30.0	210	7	13.28
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	11050.0	14.98	30.0	210	7	15.65
	M - 2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	11710.0	15.05	30.0	210	7	16.51
	M - 3	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	11390.0	15.00	30.0	210	7	16.11
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	10810.0	15.00	30.0	210	7	15.29
	M - 2	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	10970.0	14.90	30.0	210	7	15.62
	M - 3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	10790.0	15.02	30.0	210	7	15.24
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	10990.0	15.05	30.0	210	7	15.50
	M - 2	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	9680.0	15.00	30.0	210	7	13.69
	M - 3	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	10330.0	15.01	30.0	210	7	14.60
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	11700.0	15.05	30.0	210	7	16.50
	M - 2	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	9350.0	15.04	30.0	210	7	13.19
	M - 3	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	10550.0	15.00	30.0	210	7	14.93

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49. Resultados detallados de la resistencia a tracción indirecta (14 días)

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Carga	Ø	Longitud	F'c Diseño	Edad	Tracción indirecta
			(kg)	(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(días)	(kg/cm ²)
CP	M - 1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	11940.0	15.00	30.0	210	14	16.89
	M - 2	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ³	10130.0	15.10	30.0	210	14	14.24
	M - 3	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ⁴	11000.0	15.06	30.0	210	14	15.50
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	12190.0	15.06	30.0	210	14	17.18
	M - 2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	12230.0	15.02	30.0	210	14	17.28
	M - 3	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	12310.0	15.00	30.0	210	14	17.42
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	11860.0	14.90	30.0	210	14	16.89
	M - 2	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	12310.0	15.05	30.0	210	14	17.36
	M - 3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	11990.0	15.00	30.0	210	14	16.96
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	11330.0	14.95	30.0	210	14	16.08
	M - 2	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	11170.0	15.05	30.0	210	14	15.75
	M - 3	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	11270.0	15.02	30.0	210	14	15.92
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	11820.0	15.09	30.0	210	14	16.62
	M - 2	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	12300.0	14.90	30.0	210	14	17.52
	M - 3	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	12010.0	14.98	30.0	210	14	17.01

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50. Resultados detallados de la resistencia a tracción indirecta (28 días)

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Carga	Ø	Longitud	F'c Diseño	Edad	Tracción indirecta
			(kg)	(cm)	(cm)	(kg/cm ²)	(días)	(kg/cm ²)
CP	M - 1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	13940.0	14.95	30.0	210	28	19.79
	M - 2	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ³	13510.0	15.00	30.0	210	28	19.11
	M - 3	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ⁴	13750.0	14.99	30.0	210	28	19.47
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	15850.0	14.98	30.0	210	28	22.45
	M - 2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	15570.0	14.95	30.0	210	28	22.10
	M - 3	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	15690.0	15.02	30.0	210	28	22.17
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	14840.0	14.98	30.0	210	28	21.02
	M - 2	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	15020.0	15.10	30.0	210	28	21.11
	M - 3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	14990.0	15.05	30.0	210	28	21.14
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	13810.0	14.95	30.0	210	28	19.60
	M - 2	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	14620.0	14.98	30.0	210	28	20.71
	M - 3	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	14250.0	15.03	30.0	210	28	20.12
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	14220.0	14.98	30.0	210	28	20.14
	M - 2	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	16000.0	15.00	30.0	210	28	22.64
	M - 3	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	15010.0	14.96	30.0	210	28	21.29

Fuente: Elaboración propia.

Respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la flexión de un concreto estructural, se desarrolló el siguiente procedimiento:

La resistencia a la flexión se realizó en base a las normas de ASTM C 78 / NTP 339.078 y se ejecutaron a los 28 días de curado.

Equipos y materiales:

- Máquina de ensayo para la compresión
- Muestra prismática de concreto

Procedimientos:

- Después del curado de las muestras prismáticas a los 28 días estas se sacaron del almacén de curado eliminando la humedad de las caras de la muestra y posteriormente se realizó la medida de la altura y longitud de las muestras.

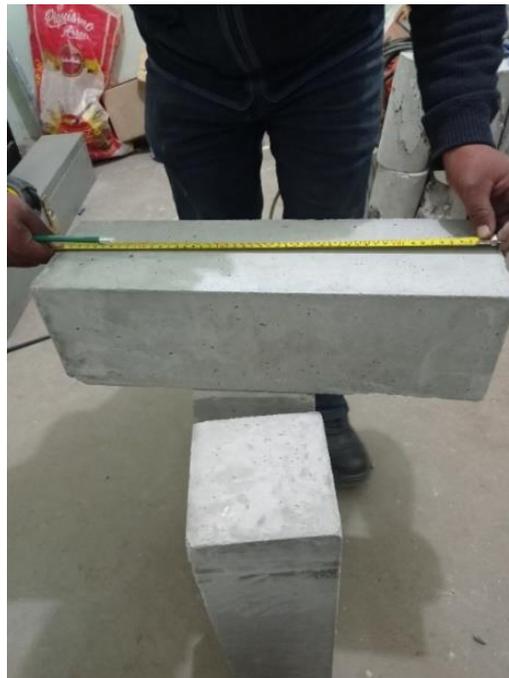


Figura 62. Medición de la probeta prismática.

- Luego se trazó líneas rectas en las caras de la muestra en donde se identificó la sección de apoyo y el lugar en donde se aplicó la carga.



Figura 63. Trazado de ejes sobre la probeta prismática.

- Una vez trazado las muestras estas se colocaron en la máquina de ensayo para la compresión, haciendo coincidir con las líneas trazadas.



Figura 64. Colocación de la probeta prismática.

- Luego se aplicó la carga en forma continua en el tercer punto de contacto entre la superficie de la muestra y el bloque de aplicación de carga, en donde se aplicó una carga de entre los 3% y 6% de carga máxima hasta que las muestras mostraron una falla y luego se registraron los datos.



Figura 65. Falla de la probeta prismática.

Cálculo:

$$R = \frac{p * l}{b * d^2}$$

d = Altura promedio de la muestra (cm)

b = Ancho promedio de la muestra (cm)

l = Longitud libre entre apoyos (cm)

P = Máxima carga soportada (kg)

R = Módulo de rotura (kg/cm²)

Tabla 51. Resultados detallados de la resistencia a flexión (28 días)

ID	Muestra	Descripción de la muestra	Carga	Long.	Ancho	Altura	Edad	F'c Diseño
			P (kg)	L (cm)	B (cm)	D (cm)	(días)	(kg/cm ²)
CP	M - 1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	1890.0	46.00	15.0	15.00	28	25.76
	M - 2	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ³	1920.0	46.00	15.0	15.00	28	26.17
	M - 3	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ⁴	1760.0	46.00	15.0	15.00	28	23.99
Q35_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	2100.0	46.00	15.0	15.00	28	28.62
	M - 2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	2590.0	46.00	15.0	15.00	28	35.30
	M - 3	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	2340.0	46.00	15.0	15.00	28	31.89
Q45_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	2230.0	46.00	15.0	15.00	28	30.39
	M - 2	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	2130.0	46.00	15.0	15.00	28	29.03
	M - 3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	2080.0	46.00	15.0	15.00	28	28.35
Q55_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	1800.0	46.00	15.0	15.00	28	24.53
	M - 2	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	1990.0	46.00	15.0	15.00	28	27.12
	M - 3	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	2050.0	46.00	15.0	15.00	28	27.94
Q65_I25	M - 1	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	1880.0	46.00	15.0	15.00	28	25.62
	M - 2	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	2010.0	46.00	15.0	15.00	28	27.40
	M - 3	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	2100.0	46.00	15.0	15.00	28	28.62

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

Debido a que la investigación fue cuantitativa se realizó un procedimiento de análisis de datos, donde se evaluó los datos numéricos conseguidos en los ensayos de laboratorio. Los datos fueron tomados de las fichas de observación que corresponden a cada tipo de ensayo realizado en laboratorio, según (Hernández Sampieri y Mendoza Torres 2018) los datos se analizan utilizando un programa computacional una vez elaborado una matriz de datos. En esta investigación los resultados obtenidos fueron analizados y evaluados mediante gráficos, cálculos, cuadros y tablas, utilizando los softwares como el SPSS, Excel y Word.

Una vez consolidado los datos de la presente investigación, los datos se analizaron utilizando el método de la inferencia estadística, porque a partir de los datos conseguidos de las muestras ensayadas, nos permitió inducir el comportamiento de una definida población. Para ello se empleó como instrumento el método de análisis de la varianza (ANOVA).

3.7. Aspectos éticos

La investigación se ejecutó bajo los principios éticos de la publicación científica, es decir considerando los aspectos relativos al comportamiento ético en la publicación tales como: Autenticidad y exactitud de la información, originalidad, respeto a la propiedad intelectual, tratamiento ético de los humanos y animales involucrados en la investigación, revelación de posibles conflictos de interés.

IV. RESULTADOS

4.1. Estadística descriptiva

Se procedió a desarrollar el análisis descriptivo de la trabajabilidad, obteniéndose los siguientes resultados respecto al objetivo de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la trabajabilidad de un concreto estructural:

Tabla 52. Resumen de asentamientos

ID	Descripción de la muestra	Slump (media)	
		(pulg)	(cm)
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	3 1/12	7.83
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	3	7.62
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 5/6	7.20
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 13/24	6.46
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 25/48	6.40

Fuente: Elaboración propia.

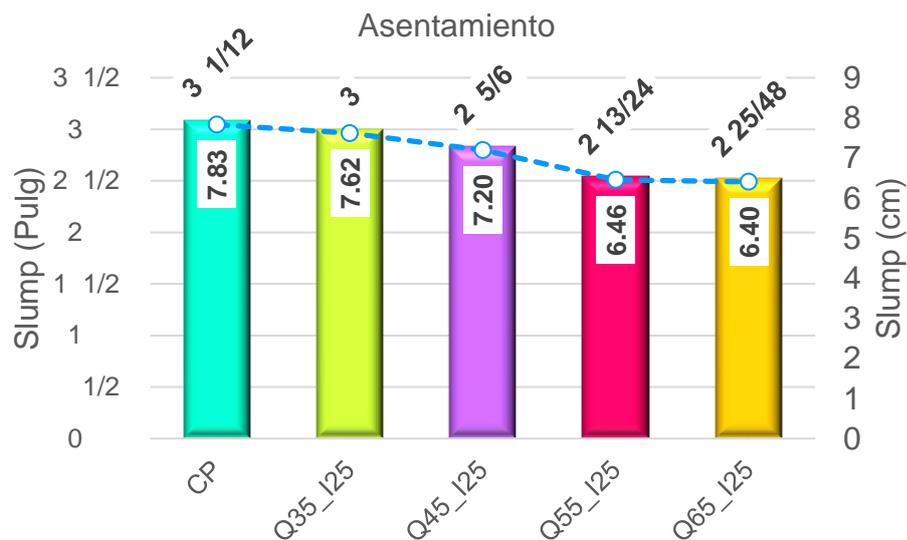


Figura 66. Gráfico de barras del asentamiento.

Interpretación: Se muestran en tabla 51 y la figura 67 que el asentamiento disminuyó de 3 1/12" (7.83 cm) a 2 25/48" (6.40 cm) a medida que se incrementó las proporciones reemplazantes del agregado fino. Sin embargo, el concreto patrón y el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita presentaron una consistencia plástica al estar dentro del rango de 3" a 4", la cual se considera trabajable; por otro lado, el resto de los porcentajes reemplazantes del agregado fino tuvieron una consistencia seca por estar en el rango de 0" a 2" y por ello son considerados de trabajabilidad limitada, poco trabajable, todo ello de acuerdo a los parámetros de la ACI 211.1.

Asimismo, se procedió a desarrollar el análisis descriptivo de la exudación, obteniéndose los siguientes resultados respecto al objetivo de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la exudación de un concreto estructural:

Tabla 53. Resumen de exudaciones

ID	Descripción de la muestra	% Exudación
		(media)
CP	Concreto Patrón $f'c = 210$ kg/cm ²	1.41
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.75
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.36
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.29
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	1.11

Fuente: Elaboración propia.

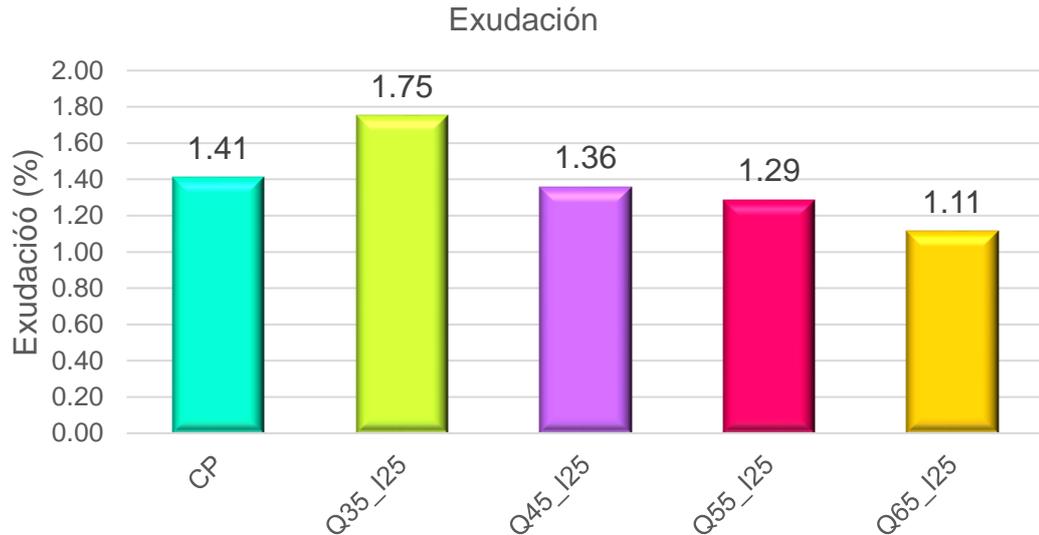


Figura 67. Gráfico de barras de la exudación.

Interpretación: Se muestran en la tabla 52 y la figura 68 que el concreto patrón tuvo una exudación de 1.41%, el concreto Q35_I25 tuvo una exudación de 1.75% con un incremento de 24.11%, el concreto Q45_I25 tuvo una exudación de 1.36% con una disminución de 3.55%, el concreto Q55_I25 tuvo una exudación de 1.29% con una disminución de 8.75% y el concreto Q65_I25 tuvo una exudación de 1.11% con una disminución de 21.04%, todo ello con respecto a la exudación del concreto patrón.

Además, se procedió a desarrollar el análisis descriptivo de la resistencia a compresión, obteniéndose los siguientes los resultados respecto al objetivo de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la compresión de un concreto estructural:

Tabla 54. Resumen de resistencias a compresión (7 días)

ID	Descripción	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)				
		7 días				
		M - 1	M - 2	M - 3	Media	Porcentaje
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	153.10	157.99	152.90	154.67	73.65%
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	183.51	176.70	181.65	180.62	86.01%
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	172.18	177.89	178.82	176.30	83.95%
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	166.28	165.29	168.58	166.72	79.39%
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	170.22	174.21	169.09	171.17	81.51%

Fuente: Elaboración propia.

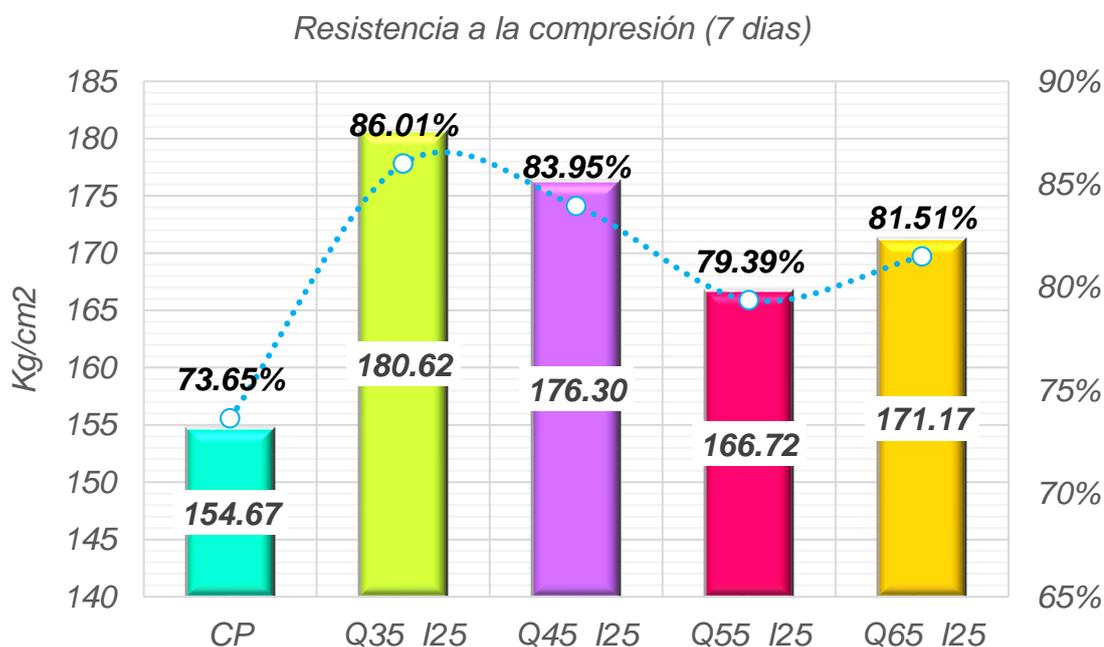


Figura 68. Gráfico de barras de la resistencia a compresión (Media) – 7d.

Interpretación: A los 7 días de edad del concreto la tabla 53 y la figura 69 muestran que el concreto patrón alcanzó una resistencia a la compresión de 154.67 kg/cm² con una evolución del 74%, el concreto Q35_I25 alcanzó

180.62 kg/cm² con 86% de evolución, el concreto Q45_I25 alcanzo 176.3 kg/cm² con 84% de evolución, el concreto Q55_I25 alcanzo 166.72 kg/cm² con 79% de evolución, el concreto Q65_I25 alcanzo 171.17 kg/cm² con 82% de evolución, todo ello con respecto al concreto de diseño 210 kg/cm². Además, se aprecia que el reemplazo del agregado fino por cuarzo e ignimbrita mejoro la resistencia a la compresión respecto al concreto patrón, donde el concreto Q35_I25 tuvo el mejor comportamiento.

Tabla 55. Resumen de resistencias a compresión (14 días)

ID	Descripción	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)				
		14 días				
		M - 1	M - 2	M - 3	Media	Porcentaje
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	195.46	195.28	195.05	195.26	92.98%
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	214.70	215.21	217.27	215.73	102.73%
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	211.47	202.29	212.60	208.79	99.42%
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	207.62	206.91	208.36	207.63	98.87%
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	207.90	209.41	205.17	207.49	98.81%

Fuente: Elaboración propia.

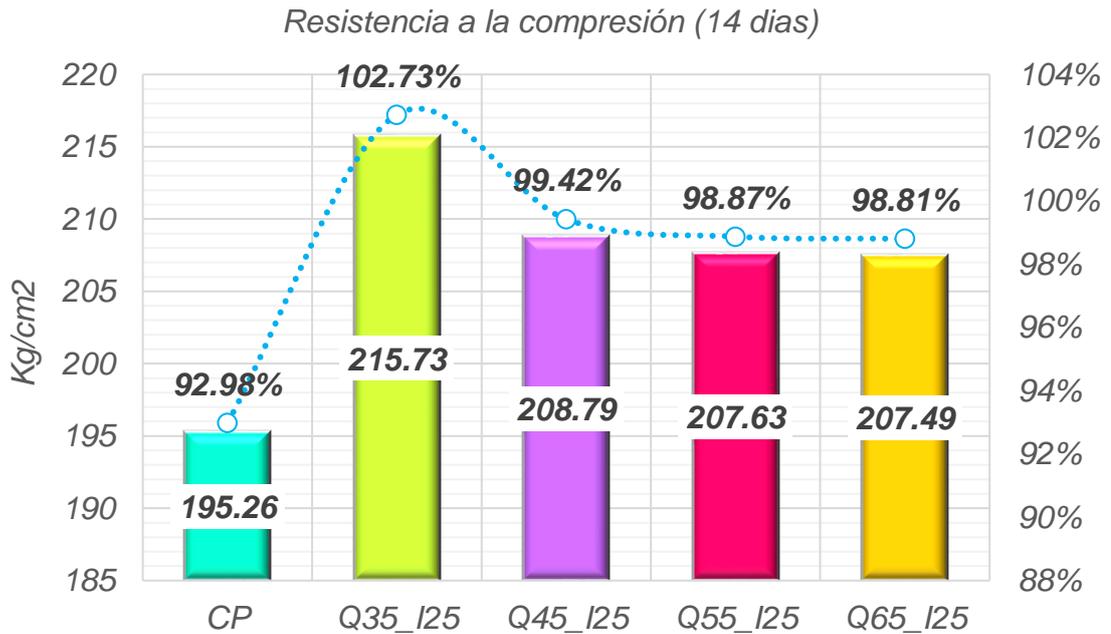


Figura 69. Gráfico de barras de la resistencia a compresión (Media) – 14d.

Interpretación: A los 14 días de edad del concreto la tabla 54 y la figura 70 muestran que el concreto patrón alcanzo una resistencia a la compresión de 195.26 kg/cm² con una evolución del 93%, el concreto Q35_I25 alcanzo 215.73 kg/cm² con 103% de evolución, el concreto Q45_I25 alcanzo 208.79 kg/cm² con 99% de evolución, el concreto Q55_I25 alcanzo 207.63 kg/cm² con 99% de evolución, el concreto Q65_I25 alcanzo 207.49 kg/cm² con 99% de evolución, todo ello con respecto al concreto de diseño 210 kg/cm². Además, se aprecia que el reemplazo del agregado fino por cuarzo e ignimbrita mejoro la resistencia a la compresión respecto al concreto patrón, donde el concreto Q35_I25 tuvo el mejor comportamiento, superando a los 14 días al concreto de diseño 210 kg/cm en 3%.

Tabla 56. Resumen de resistencias a compresión (28 días)

ID	Descripción	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)				
		28 días				
		M - 1	M - 2	M - 3	Media	Porcentaje
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	218.71	216.34	221.09	218.72	104.15%
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	238.06	241.74	239.44	239.75	114.17%
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	236.26	233.51	238.51	236.09	112.43%
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	234.73	229.14	238.01	233.96	111.41%
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	232.64	237.41	231.47	233.84	111.35%

Fuente: Elaboración propia.

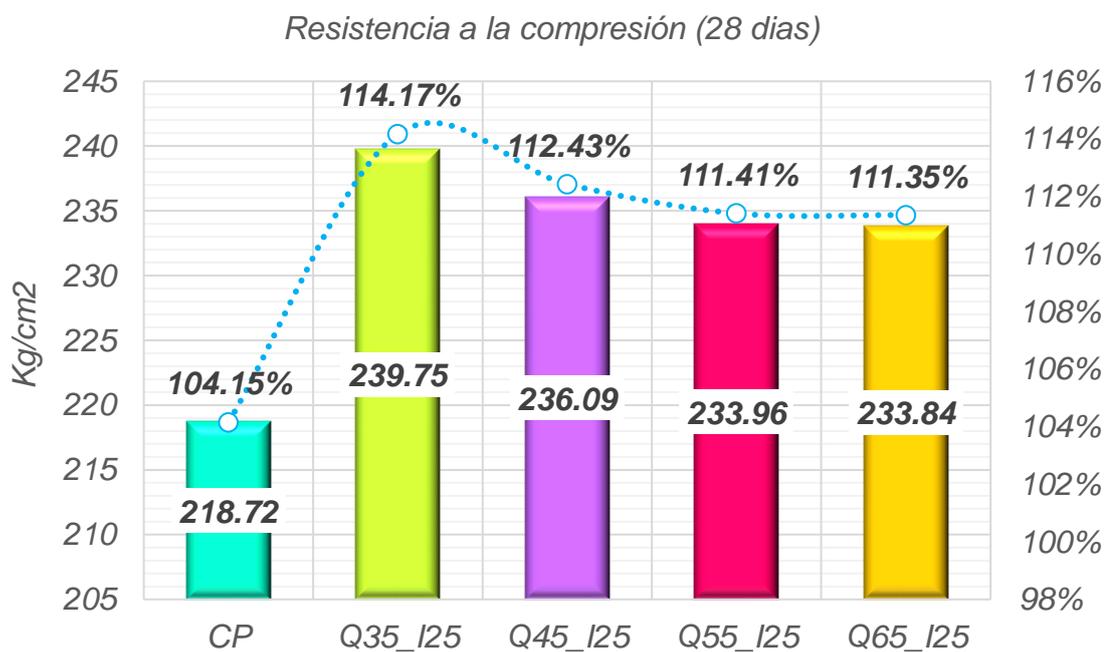


Figura 70. Gráfico de barras de la resistencia a compresión (Media) – 28d.

Interpretación: A los 28 días de edad del concreto, la tabla 55 y la figura 71 muestran que el concreto patrón alcanzó una resistencia a la compresión de 218.72 kg/cm² con una evolución del 104%, el concreto Q35_I25

alcanzo 239.75 kg/cm² con 114% de evolución, el concreto Q45_I25 alcanzo 236.09 kg/cm² con 112% de evolución, el concreto Q55_I25 alcanzo 233.96 kg/cm² con 111% de evolución, el concreto Q65_I25 alcanzo 233.84 kg/cm² con 111% de evolución, todo ello con respecto al concreto de diseño 210 kg/cm². Además, se aprecia que el reemplazo del agregado fino por cuarzo e ignimbrita mejoro la resistencia a la compresión respecto al concreto patrón, donde el concreto Q35_I25 tuvo el mejor comportamiento, superando a los 28 días al concreto de diseño 210 kg/cm² en 14%.

Así también se procedió a desarrollar el análisis descriptivo de la resistencia a la tracción indirecta, obteniéndose los siguientes resultados respecto al objetivo de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural:

Tabla 57. Resumen de resistencias a tracción indirecta (7 días)

ID	Descripción	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm ²)			
		7 días			
		M - 1	M - 2	M - 3	Media
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	13.40	13.15	13.28	13.27
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	15.65	16.51	16.11	16.09
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	15.29	15.62	15.24	15.39
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	15.50	13.69	14.60	14.60
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	16.50	13.19	14.93	14.87

Fuente: Elaboración propia.

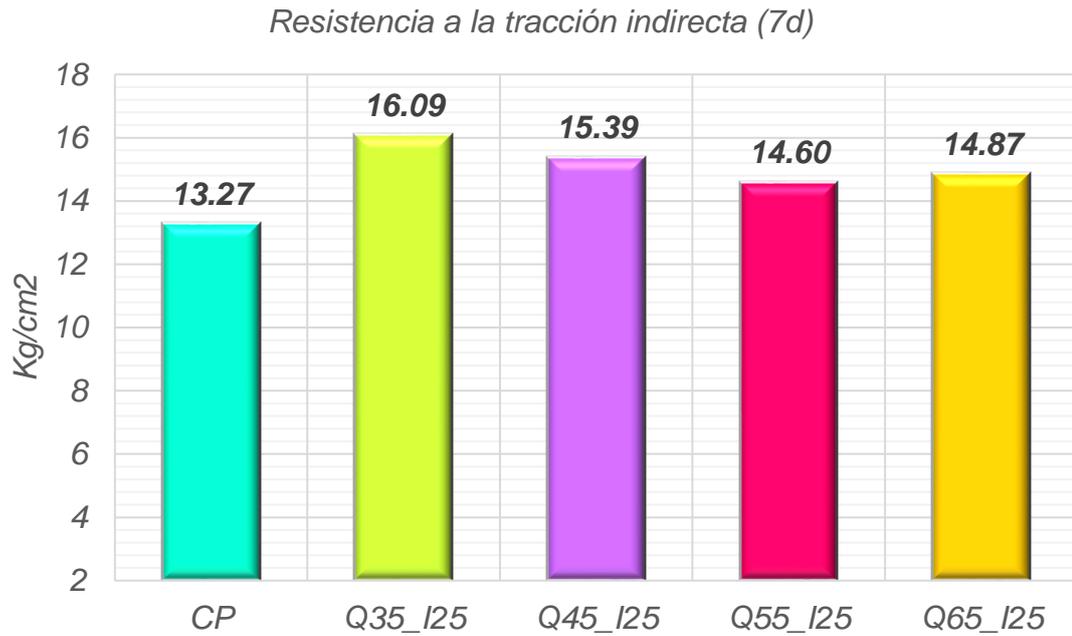


Figura 71. Gráfico de barras de la resistencia a tracción indirecta (Media) – 7d.

Interpretación: A los 7 días de edad del concreto, la tabla 56 y la figura 72 muestran que el concreto patrón alcanzo una resistencia a la tracción indirecta de 13.27 kg/cm², el concreto Q35_I25 alcanzo 16.09 kg/cm², el concreto Q45_I25 alcanzo 15.39 kg/cm², el concreto Q55_I25 alcanzo 14.60 kg/cm², el concreto Q65_I25 alcanzo 14.87 kg/cm². Además, se aprecia que el reemplazo del agregado fino por cuarzo e ignimbrita mejoro la resistencia a la tracción indirecta respecto al concreto patrón, donde el concreto Q35_I25 tuvo el mejor comportamiento.

Tabla 58. Resumen de resistencias a tracción indirecta (14 días)

ID	Descripción	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm ²)			
		14 días			
		M - 1	M - 2	M - 3	Media
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	16.89	14.24	15.50	15.54
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	17.18	17.28	17.42	17.29
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	16.89	17.36	16.96	17.07
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	16.08	15.75	15.92	15.92
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	16.62	17.52	17.01	17.05

Fuente: Elaboración propia.

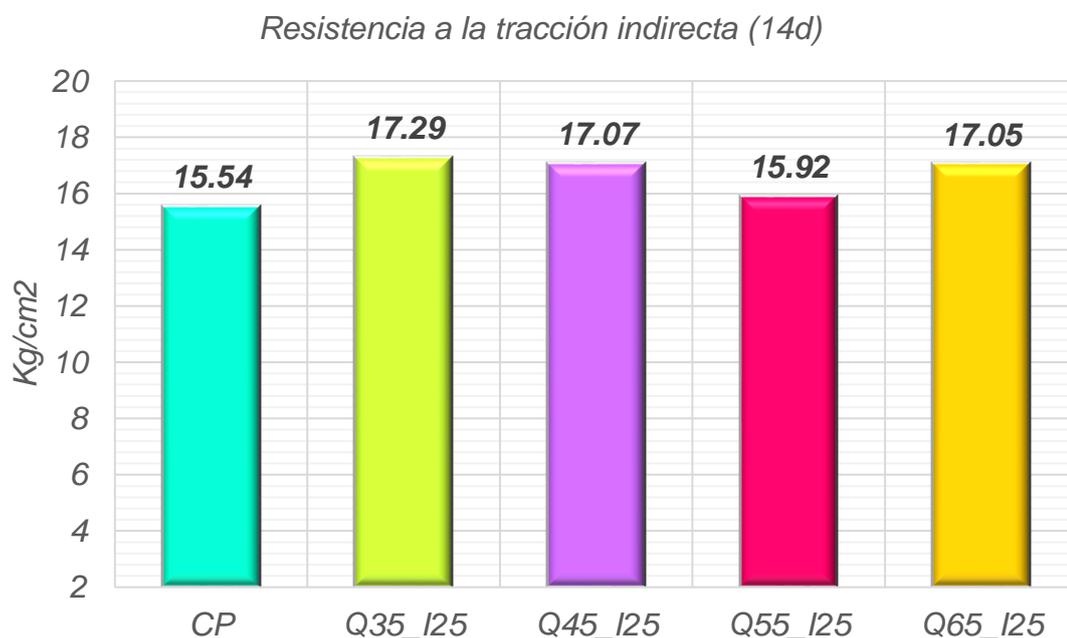


Figura 72. Gráfico de barras de la resistencia a tracción indirecta (Media) – 14d.

Interpretación: A los 14 días de edad del concreto, la tabla 57 y la figura 73 muestran que el concreto patrón alcanzó una resistencia a la tracción

indirecta de 15.54 kg/cm², el concreto Q35_I25 alcanzo 17.29 kg/cm², el concreto Q45_I25 alcanzo 17.07 kg/cm², el concreto Q55_I25 alcanzo 15.92 kg/cm², el concreto Q65_I25 alcanzo 17.05 kg/cm². Además, se aprecia que el reemplazo del agregado fino por cuarzo e ignimbrita mejoro la resistencia a la tracción indirecta respecto al concreto patrón, donde el concreto Q35_I25 tuvo el mejor comportamiento.

Tabla 59. Resumen de resistencias a tracción indirecta (28 días)

ID	Descripción	Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm ²)			
		28 días			
		M - 1	M - 2	M - 3	Media
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	19.79	19.11	19.47	19.46
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	22.45	22.10	22.17	22.24
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	21.02	21.11	21.14	21.09
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	19.60	20.71	20.12	20.14
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	20.14	22.64	21.29	21.36

Fuente: Elaboración propia.

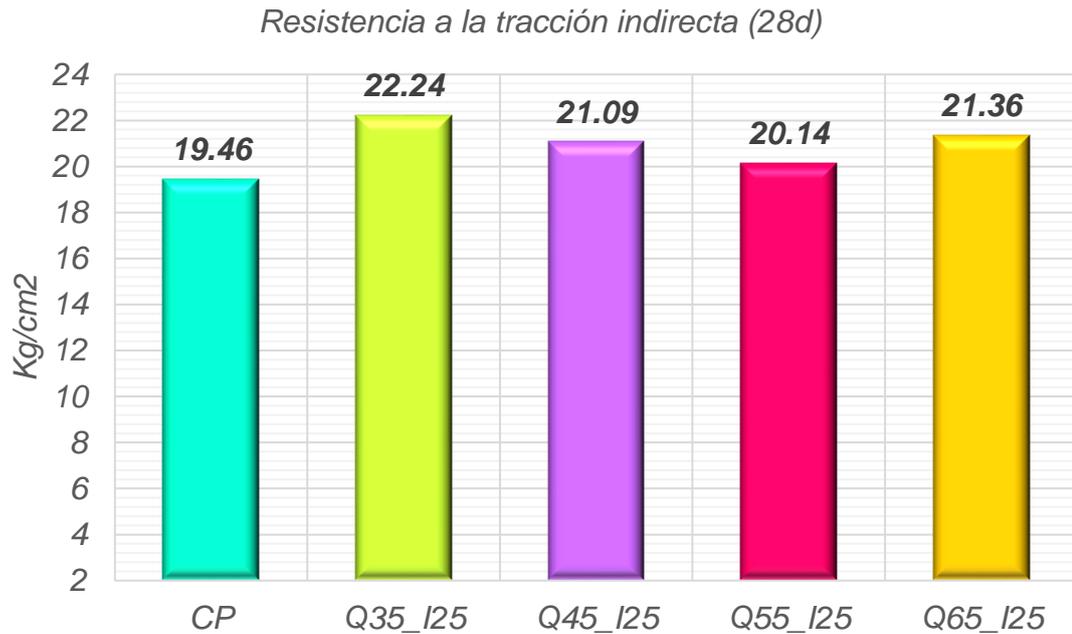


Figura 73. Gráfico de barras de la resistencia a tracción indirecta (Media) – 28d.

Interpretación: A los 28 días de edad del concreto, la tabla 58 y la figura 74 muestran que el concreto patrón alcanzo una resistencia a la tracción indirecta de 19.46 kg/cm², el concreto Q35_I25 alcanzo 22.24 kg/cm², el concreto Q45_I25 alcanzo 21.09 kg/cm², el concreto Q55_I25 alcanzo 20.14 kg/cm², el concreto Q65_I25 alcanzo 21.36 kg/cm². Además, se aprecia que el reemplazo del agregado fino por cuarzo e ignimbrita mejoro la resistencia a la tracción indirecta respecto al concreto patrón, donde el concreto Q35_I25 tuvo el mejor comportamiento.

De igual manera se procedió a desarrollar el análisis descriptivo de la resistencia a la flexión, obteniéndose los siguientes resultados respecto al objetivo de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones:

Tabla 60. Resumen de resistencias a flexión (28 días)

ID	Descripción	Resistencia a la flexión (kg/cm ²)			
		28 días			
		M - 1	M - 2	M - 3	Media
CP	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	25.76	26.17	23.99	25.31
Q35_I25	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	28.62	35.30	31.89	31.94
Q45_I25	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	30.39	29.03	28.35	29.26
Q55_I25	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	24.53	27.12	27.94	26.53
Q65_I25	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	25.62	27.40	28.62	27.21

Fuente: Elaboración propia.



Figura 74. Gráfico de barras de la resistencia a flexión (Media) – 28d.

Interpretación: A los 28 días de edad del concreto, la tabla 59 y la figura 75 muestran que el concreto patrón alcanzó una resistencia a la flexión de 25.31 kg/cm², el concreto Q35_I25 alcanzó 31.94 kg/cm², el concreto

Q45_I25 alcanzo 29.26 kg/cm², el concreto Q55_I25 alcanzo 26.53 kg/cm², el concreto Q65_I25 alcanzo 27.21 kg/cm². Además, se aprecia que el reemplazo del agregado fino por cuarzo e ignimbrita mejoró la resistencia a la flexión respecto al concreto patrón, donde el concreto Q35_I25 tuvo el mejor comportamiento.

4.2. Estadística inferencial

Para la determinación de la prueba de normalidad de las propiedades del concreto en estado fresco se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para las pruebas de normalidad

Ho: La trabajabilidad y la exudación tienen una distribución normal.

Ha: La trabajabilidad y la exudación no tienen una distribución normal.

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%)

C. Prueba estadística

Las condicionales para la elección de la prueba estadística son:

Si $n > 50$ se elige kolmogorov-Smirnov

Si $n \leq 50$ se elige Shapiro-Wilk

Tabla 61. Valores significativos – estado fresco

ID de mezcla		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	CP	0.297	3		0.917	3	0.443
	Q35_I25	0.175	3		1.000	3	1.000
	Q45_I25	0.262	3		0.957	3	0.600
	Q55_I25	0.236	3		0.977	3	0.712
	Q65_I25	0.262	3		0.957	3	0.600
Exudación	CP	0.314	3		0.893	3	0.363
	Q35_I25	0.314	3		0.893	3	0.363
	Q45_I25	0.175	3		1.000	3	1.000
	Q55_I25	0.219	3		0.987	3	0.780
	Q65_I25	0.253	3		0.964	3	0.637

Fuente: Elaboración propia.

Como $n=3 \leq 50$, entonces se elige la prueba de Shapiro-Wilk

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a las significancias obtenidas tenemos que $p \geq 0.05$, en consecuencia, se rechaza H_a y se acepta H_0 .

E. Conclusiones

Los valores significativos mediante la prueba de Shapiro-Wilk se presentan en la tabla 60. Dado que todos los valores significativos son mayores que 0,05 ($p \geq 0.05$), tenemos suficiente evidencia de que todos los conjuntos de datos respaldan la prueba de normalidad, por lo que se aplicó una prueba paramétrica.

Por otro lado, para la determinación de la prueba de normalidad de las propiedades del concreto en estado endurecido se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para las pruebas de normalidad

H_0 : La resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión tienen una distribución normal.

H_a : La resistencia a la compresión, tracción indirecta y flexión no tienen una distribución normal.

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%)

C. Prueba estadística

Las condicionales para la elección de la prueba estadística son:

Si $n > 50$ se elige kolmogorov-Smirnov

Si $n \leq 50$ se elige Shapiro-Wilk

Tabla 62. Valores significativos para la prueba de normalidad – estado endurecido

	ID de mezcla	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la Compresión (7d)	CP	0.373	3		0.779	3	0.066
	Q35_I25	0.282	3		0.936	3	0.511
	Q45_I25	0.338	3		0.853	3	0.248
	Q55_I25	0.269	3		0.950	3	0.568
	Q65_I25	0.305	3		0.906	3	0.404
Resistencia a la Compresión (14d)	CP	0.199	3		0.995	3	0.866
	Q35_I25	0.315	3		0.892	3	0.360
	Q45_I25	0.349	3		0.831	3	0.191
	Q55_I25	0.176	3		1.000	3	0.977
	Q65_I25	0.242	3		0.973	3	0.686
Resistencia a la Compresión (28d)	CP	0.175	3		1.000	3	0.998
	Q35_I25	0.232	3		0.980	3	0.726
	Q45_I25	0.193	3		0.997	3	0.890
	Q55_I25	0.235	3		0.978	3	0.715
	Q65_I25	0.315	3		0.891	3	0.357
Resistencia a la Tracción Indirecta (7d)	CP	0.178	3		0.999	3	0.956
	Q35_I25	0.185	3		0.998	3	0.923
	Q45_I25	0.341	3		0.847	3	0.232
	Q55_I25	0.175	3		1.000	3	0.994
	Q65_I25	0.180	3		0.999	3	0.943
Resistencia a la Tracción Indirecta (14d)	CP	0.180	3		0.999	3	0.946
	Q35_I25	0.211	3		0.991	3	0.817
	Q45_I25	0.334	3		0.859	3	0.264
	Q55_I25	0.177	3		1.000	3	0.967
	Q65_I25	0.202	3		0.994	3	0.853
Resistencia a la Tracción Indirecta (28d)	CP	0.182	3		0.999	3	0.935
	Q35_I25	0.314	3		0.893	3	0.363
	Q45_I25	0.292	3		0.923	3	0.463
	Q55_I25	0.183	3		0.999	3	0.930
	Q65_I25	0.188	3		0.998	3	0.912
Resistencia a la Flexión (28d)	CP	0.319	3		0.885	3	0.340
	Q35_I25	0.176	3		1.000	3	0.977
	Q45_I25	0.253	3		0.964	3	0.637
	Q55_I25	0.297	3		0.918	3	0.444
	Q65_I25	0.216	3		0.989	3	0.795

Fuente: Elaboración propia.

Como $n=3 \leq 50$, entonces se elige la prueba de Shapiro-Wilk

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a las significancias obtenidas tenemos que $p \geq 0.05$, en consecuencia, se rechaza H_a y se acepta H_0 .

E. Conclusiones

Los valores significativos mediante la prueba de Shapiro-Wilk se presentan en la tabla 61. Dado que todos los valores significativos son mayores que 0,05 ($p \geq 0.05$), tenemos suficiente evidencia de que todos los conjuntos de datos respaldan la prueba de normalidad, por lo que se aplicó una prueba paramétrica.

Para la contrastación de las hipótesis específicas se aprovechó la prueba ANOVA, donde para la trabajabilidad se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

H_0 : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_n$.

H_a : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%)

C. Prueba estadística

Tabla 63. Prueba ANOVA de la trabajabilidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.797	4	0.199	20.444	0.000
Dentro de grupos	0.097	10	0.010		
Total	0.894	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a la significancia obtenida de 0.000, se tiene que $0.000 < 0.05$, por consiguiente, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 62, dado que el valor significativo (p) para el asentamiento es menor que 0.05, tenemos certeza suficiente para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones.

Asimismo, para la prueba ANOVA de la exudación se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

H_0 : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la exudación de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_2 = \dots = \tau_n$.

H_a : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la exudación de un

concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%)

C. Prueba estadística

Tabla 64. Prueba ANOVA de la exudación

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0.654	4	0.163	345.331	0.000
Dentro de grupos	0.005	10	0.000		
Total	0.659	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a la significancia obtenida de 0.000, se tiene que $0.000 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 63, dado que el valor significativo (p) para la exudación es menor que 0.05, tenemos certeza suficiente para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la exudación de un concreto estructural en edificaciones.

Por otro lado, para la prueba ANOVA de la resistencia a compresión a los 7 días de edad del concreto se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

H_0 : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_2 = \dots = \tau_n$.

Ha: “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%)

C. Prueba estadística

Tabla 65. Prueba ANOVA – resistencia a compresión (7d)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1199.240	4	299.810	34.295	0.000
Dentro de grupos	87.421	10	8.742		
Total	1286.661	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a la significancia obtenida de 0.000, se tiene que $0.000 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 64, dado que el valor significativo (p) es menor que 0.05, tenemos suficiente evidencia para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, a los 7 días de edad.

Asimismo, para la prueba ANOVA a los 14 días de edad del concreto se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

H_0 : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la resistencia a la

compresión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_n$.

Ha: “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%)

C. Prueba estadística

Tabla 66. Prueba ANOVA – resistencia a compresión (14d)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	653.204	4	163.301	20.930	0.000
Dentro de grupos	78.024	10	7.802		
Total	731.228	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a la significancia obtenida de 0.000, se tiene que $0.000 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 65, dado que el valor significativo (p) es menor que 0.05, tenemos certeza suficiente para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, a los 14 días de edad.

Así también para la prueba ANOVA a los 28 días de edad del concreto se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

Ho: “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_2 = \dots = \tau_n$.

Ha: “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%)

C. Prueba estadística

Tabla 67. Prueba ANOVA – resistencia a compresión (28d)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	778.264	4	194.566	21.436	0.000
Dentro de grupos	90.765	10	9.076		
Total	869.029	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar Ho y aceptar Ha

Si $p \geq 0.05$ aceptar Ho y rechazar Ha

En base a la significancia obtenida de 0.000, se tiene que $0.000 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 66, dado que el valor significativo (p) es menor que 0.05, tenemos certeza suficiente para rechazar Ho y aceptar Ha y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con

Ball Mill si influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, a los 28 días de edad.

Por otra parte, para la prueba ANOVA de la resistencia a la tracción indirecta a los 7 días de edad del concreto se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

Ho: “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_n$.

Ha: “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%).

C. Prueba estadística

Tabla 68. Prueba ANOVA – resistencia a tracción indirecta (7d)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	13.086	4	3.271	4.300	0.028
Dentro de grupos	7.608	10	0.761		
Total	20.694	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar Ho y aceptar Ha

Si $p \geq 0.05$ aceptar Ho y rechazar Ha

En base a la significancia obtenida de 0.028, se tiene que $0.028 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 67, dado que el valor significativo (p) es menor que 0.05, tenemos certeza

suficiente para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, a los 7 días de edad.

Asimismo, para la prueba ANOVA a los 14 días de edad del concreto se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

H_0 : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_n$.

H_a : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%).

C. Prueba estadística

Tabla 69. Prueba ANOVA – resistencia a tracción indirecta (14d)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7.453	4	1.863	4.508	0.024
Dentro de grupos	4.134	10	0.413		
Total	11.587	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a la significancia obtenida de 0.024, se tiene que $0.024 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 68, dado que el valor significativo (p) es menor que 0.05, tenemos certeza suficiente para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, a los 14 días de edad.

Así también para la prueba ANOVA a los 28 días de edad del concreto se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

H_0 : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_n$.

H_a : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%).

C. Prueba estadística

Tabla 70. Prueba ANOVA – resistencia a tracción indirecta (28d)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14.061	4	3.515	8.666	0.003
Dentro de grupos	4.056	10	0.406		
Total	18.117	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a la significancia obtenida de 0.003, se tiene que $0.003 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 69, dado que el valor significativo (p) es menor que 0.05, tenemos certeza suficiente para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, a los 28 días de edad.

Por otro lado, para la prueba ANOVA de la resistencia a la flexión a los 28 días de edad del concreto se aplicó la siguiente secuencia:

A. Hipótesis para la prueba de ANOVA

H_0 : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill no influye en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_0 \Rightarrow \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_n$.

H_a : “El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones”; a nivel estadístico $H_a \Rightarrow \tau_i \neq \tau_j$ para al menos una combinación (i, j).

B. Nivel de significación

Para un nivel de significancia (p) de $\alpha=0.05$ (5%).

C. Prueba estadística

Tabla 71. Prueba ANOVA – resistencia a flexión (28d)

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	81.296	4	20.324	5.342	0.015
Dentro de grupos	38.045	10	3.805		
Total	119.341	14			

Fuente: Elaboración propia.

D. Regla de decisión

Las condicionales para la regla de decisión son:

Si $p < 0.05$ rechazar H_0 y aceptar H_a

Si $p \geq 0.05$ aceptar H_0 y rechazar H_a

En base a la significancia obtenida de 0.015, se tiene que $0.015 < 0.05$, por lo tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

E. Conclusiones

El valor significativo para la prueba ANOVA se presentan en la tabla 70, dado que el valor significativo (p) es menor que 0.05, tenemos certeza suficiente para rechazar H_0 y aceptar H_a y concluir que el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill si influye en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones, a los 28 días de edad.

V. DISCUSIÓN

Discusión 1; respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones. Los resultados muestran que con el reemplazo de 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo un asentamiento de 3" y tuvo una disminución en el asentamiento de 2.78%, con el reemplazo de 45% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo un asentamiento de 2 5/6" y tuvo una disminución en el asentamiento de 8.82%, con el reemplazo de 55% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo un asentamiento de 2 13/24" y tuvo una disminución en el asentamiento de 21.31%, con el reemplazo de 65% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo un asentamiento de 2 25/48" y tuvo una disminución en el asentamiento de 22.31%, todo ello con respecto al asentamiento del concreto patrón; sin embargo, el concreto patrón y el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita estuvieron dentro del rango de 3" a 4", cumpliendo con el asentamiento de diseño según ACI 211.1 (tabla 10), teniendo una consistencia plástica por lo tanto se considera trabajable. En la investigación de (Crespo Luna 2021) donde uso la granodiorita como reemplazo de agregado fino en porcentajes de 100%, 50% y 25%, obtuvo un mínimo asentamiento de 7 cm en los 25% y 50% de granodiorita y un máximo de 9 cm en el 100% de granodiorita con respecto al concreto convencional que es 8 cm, por lo cual se deduce que el concreto convencional y el 100% de granodiorita tienen una buena consistencia y trabajabilidad. Por otro lado (Wellala 2017) determino en su investigación a través de sus resultados que el asentamiento con 100% de arena natural fue de 140 mm y las mezclas de con 40 % de FCA (tipo A, B y C) variaron de 120 mm a 125 mm por lo que no hubo una diferencia significativa entre ellos, el asentamiento con un 20% de FCA tipo C no tuvo un efecto notable en cuestión al asentamiento de la arena natural. Sin embargo, el asentamiento disminuyó de 140 mm a 125 mm con un 40 % FCA tipo C y a 80 mm con 60% FCA tipo C, el reemplazo del 60 % de FCA tipo C en la mezcla ha reducido significativamente la trabajabilidad del hormigón debido a la mala forma y al mayor contenido de finos aportados por FCA tipo C. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que el reemplazo del agregado fino por residuos

mineros de cuarzo e ignimbrita influyen en la trabajabilidad del concreto reduciendo su asentamiento a medida que el porcentaje de reemplazo aumenta al igual que los resultados obtenidos por (Wellala 2017).

Discusión 2; respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la exudación de un concreto estructural en edificaciones. Los resultados que se obtuvieron muestran que con el reemplazo de 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una exudación de 1.75 % y tuvo un incremento en la exudación de 24.11%, con el reemplazo de 45% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una exudación de 1.36% y tuvo una disminución en la exudación de 3.55%, con el reemplazo de 55% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una exudación de 1.29 % y tuvo una disminución en la exudación de 8.75%, con el reemplazo de 65% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una exudación de 1.11% y tuvo una disminución en la exudación de 21.04%, todo ello con respecto a la exudación del concreto patrón de 1.41%; donde la mezcla que obtuvo mayor exudación es el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita. Por otra parte (Torrent 2020) señala que si la exudación es mayor o igual a 8% estas son peligrosas por caídas de resistencia en estratos superiores y si la exudación está entre 3.0 a 3.5 % no generan problemas, por lo cual se puede afirmar que los valores obtenidos no generan problemas en el concreto. Resultados similares también son informados en la investigación de (Wellala 2017), quien realizó una comparación de los resultados de exudación de hormigón con arena 100% natural frente a 20%, 40% y 60% de reemplazo de la arena natural por FCA tipo C en el cual la mayor exudación fue en el concreto con arena 100% y la exudación disminuyó gradualmente con el aumento de FCA, por lo tanto el que más disminuyó fue el de 60% con un cero de exudación. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que el reemplazo del agregado fino por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita influyen en la exudación del concreto.

Discusión 3; respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones. Los resultados a los 28 días de edad del concreto muestran que con el reemplazo de 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a

la compresión de 239.75 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 14.17%, con el reemplazo de 45% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la compresión de 236.09 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 12.43%, con el reemplazo de 55% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la compresión de 233.96 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 11.41%, con el reemplazo de 65% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la compresión de 233.84 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 11.35%, todo ello con respecto a la resistencia a compresión del concreto de diseño 210 kg/cm², observándose en todos los casos un incremento de la resistencia. Además de que están dentro de los límites de resistencia de un concreto estructural según la ACI 318-14 (tabla 11). Por otro lado, el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita (60% de reemplazo) tuvo el mejor comportamiento. En la investigación de uso de cuarzo en proporciones de 20%, 25% y 30% como reemplazo de agregado fino realizado por (Jácome Rivas 2021), en los resultados de los ensayos a compresión a los 7, 14 y 28 días superaron al concreto patrón y la resistencia máxima alcanzada a los 28 días de curado fue 354.65 kg/cm² con la proporción de 30% este resultado lo obtuvo debido a que el cuarzo es un mineral que contiene altas concentraciones de silicio, por lo que afirma que a mayor tiempo de curado aumenta la resistencia. Por otro lado, el estudio sobre el uso de agregados finos triturados como reemplazo de la arena natural en el concreto realizado por (Wellala 2017) mostro en cuanto a la resistencia a la compresión de la muestra con 100% de arena natural fue de 46,5 MPa que es ligeramente inferior a los valores al 40% de reemplazo de FCA (tipo A, B y C), la resistencia a la compresión de concreto al 40% de reemplazo de FCA (tipo A, B y C) a los 28 días fueron aproximadamente 50 MPa, el 40% de reemplazo de FCA tipo B mostro la resistencia más alta a los 7 días, mientras que el 20% de reemplazo de FCA tipo C mostro el más bajo para la misma edad, en cuanto al desarrollo de la resistencia a la compresión del material tipo C a los 28 días afirma que es claro que hay un ligero incremento de resistencia con cada incremento de FCA de 0% a 60%. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que el reemplazo del agregado fino por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita influyen en la resistencia a la compresión del concreto incrementando su

resistencia con respecto al concreto patrón, al igual que los resultados obtenidos por (Wellala 2017), sin embargo, en la presente investigación se pudo observar que a partir del reemplazo del 60% del agregado fino hubo una disminución en la resistencia pero no fue menor a la resistencia desarrollada por el concreto patrón a los 28 días de edad.

Discusión 4; respecto al objetivo específico de determinar el efecto agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones. Los resultados a los 28 días de edad del concreto muestran que con el reemplazo de 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la tracción indirecta de 22.24 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 14.32%, con el reemplazo de 45% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la tracción indirecta de 21.09 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 8.40%, con el reemplazo de 55% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la tracción indirecta de 20.14 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 3.54 %, con el reemplazo de 65% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la tracción indirecta de 21.36 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 9.78%, todo ello con respecto a la tracción indirecta del concreto patrón de 19.46 kg/cm², observándose en todos los casos un incremento de la resistencia. Por otro lado, el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita (60% de reemplazo) tuvo el mejor comportamiento. En la investigación de (Janadi 2021) sustituyo los agregados con residuos mineros de 5 minas, en la cual obtuvo una máxima resistencia a tracción de 2.7 Mpa a los 28 días siendo superior al concreto patrón en 0.1 Mpa. Asimismo en el estudio sobre el uso de agregados finos triturados como reemplazo de arena natural en concreto realizado por (Wellala 2017) mostro en cuanto a la resistencia a la tracción que el valor máximo fue 4.79 Mpa para FCA tipo A con 40 % de reemplazo (ligemente superior a la resistencia con 100% de arena natural), FCA tipo B con 40 % de reemplazo mostro una resistencia de 4.44 Mpa, FCA tipo C con 20 % de reemplazo mostro una resistencia más baja que fue de 4.01 Mpa y el FCA tipo C con 40 % y 60% de reemplazo disminuyeron gradualmente de 4,09 Mpa a 3.89 Mpa a medida que el porcentaje de FCA aumentó del 40% al 60%. De acuerdo a los resultados

obtenidos podemos afirmar que el reemplazo del agregado fino por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita influyen en la resistencia a la tracción indirecta del concreto incrementando su resistencia con respecto al concreto patrón pero a partir del reemplazo del 60% del agregado fino hubo una disminución en la resistencia pero no fue menor a la resistencia desarrollada por el concreto patrón a los 28 días de edad; sin embargo, en el caso de los resultados obtenidos por (Wellala 2017) el único porcentaje de reemplazo que supera al concreto de control es el FCA tipo A (Granófiro).

Discusión 5; respecto al objetivo específico de determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones. Los resultados que se obtuvieron a los 28 días de curado del concreto muestran que con el reemplazo de 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la flexión de 31.94 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 26.20%, con el reemplazo de 45% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la flexión de 29.26 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 15.61%, con el reemplazo de 55% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la flexión de 26.53 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 4.82 %, con el reemplazo de 65% de cuarzo y 25% de ignimbrita se obtuvo una resistencia a la flexión de 27.21 kg/cm² y tuvo un incremento en la resistencia de 7.51 %, todo ello con respecto a la resistencia a flexión del concreto patrón de 25.31 kg/cm², en todos los casos se observó un incremento de la resistencia. Por otro lado, el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita (60% de reemplazo) tuvo la mayor resistencia a comparación con las demás mezclas. En la investigación de (Danso y Boadi 2019) se usó residuos mineros como reemplazo de agregado fino en las proporciones de 0, 25, 50, 75 y 100% para la producción de concreto, en los resultados que obtuvo en la resistencia a flexión el valor más alto que alcanzo fue de 4,84 N/mm² y esta lo obtuvo con el reemplazo del 100% a los 28 días, lo que representa un aumento del 60,3% sobre la mezcla de control, donde las resistencias a la flexión aumentaron a medida que aumentaba la proporción de mezcla de residuos de minería. Asimismo, en la investigación de (Tolstoy et al. 2020) donde se usó arenisca de cuarzo como agregado del concreto, en los ensayos

de resistencia a la flexión, la resistencia se incrementó del 15 al 25 % en contraste con las muestras de control. Por lo tanto con los resultados reportados podemos aseverar que el reemplazo del agregado fino por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita influyen en la resistencia a la flexión del concreto incrementando su resistencia con respecto al concreto patrón y la vez son consistentes con los resultados reportados por (Danso y Boadi 2019) y (Tolstoy et al. 2020), pero dilucidando que a partir del reemplazo del 60% del agregado fino hubo una disminución en la resistencia, pero estas no fueron menores a la resistencia desarrollada por el concreto patrón a los 28 días de edad.

VI. CONCLUSIONES

1. El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en las propiedades de un concreto estructural, dado que los valores significativos (p) obtenidos para cada una de las dimensiones de la variable dependiente, a través de la prueba ANOVA son menores al nivel de significancia de 0.05, por consiguiente, tenemos suficiente certeza para aceptar la hipótesis altera.
2. El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la trabajabilidad de un concreto estructural, dado que el valor significativo ($p = 0.000$) obtenido a través de la prueba ANOVA es menor al nivel de significancia de 0.05, por consiguiente, tenemos suficiente certeza para aceptar la hipótesis altera. Por otro lado, las mezclas de concreto patrón con un slump de 3 ½" y concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita con un slump de 3" cumplieron con lo establecido por el ACI 211.1 y en base a ello se puede deducir que son mezclas trabajables y tienen una consistencia plástica. Asimismo, se puede deducir que a medida que el porcentaje de reemplazo aumenta el asentamiento se reduce.
3. El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la exudación de un concreto estructural, dado que el valor significativo ($p = 0.000$) obtenido a través de la prueba ANOVA es menor al nivel de significancia de 0.05, por consiguiente, tenemos suficiente certeza para aceptar la hipótesis altera. Por otra parte, la mezcla que tuvo mayor exudación fue el agregado fino reemplazado con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita con 1.75% y la mínima exudación se observó en el agregado fino reemplazado con 65% de cuarzo y 25% de ignimbrita con 1.11%. Por lo tanto, se deduce que la exudación disminuye gradualmente con el aumento del porcentaje de cuarzo e ignimbrita y esto debido a la mala gradación.
4. El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural a los 7, 14 y 28 días de edad, dado que los valores significativos ($p = 0.000$) obtenidos a través de la prueba ANOVA son menores al nivel de significancia de 0.05, por consiguiente, tenemos

suficiente certeza para aceptar la hipótesis altera. Además, la resistencia más alta a los 28 días, se observó con el agregado fino reemplazado por 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita con 239.75 kg/cm² el cual tuvo un incremento en la resistencia de 14.17% con respecto al concreto patrón y la mínima resistencia se observó con el agregado fino reemplazado por 65% de cuarzo y 25% de ignimbrita con 233.84 kg/cm². Se observó también que la resistencia comenzó a descender a partir del reemplazo del 60% de agregado fino, pero estas no fueron menores al concreto patrón a los 28 días, asimismo, todas se encuentran por encima del límite mínimo f_c del concreto estructural según ACI 318-14.

5. El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural a los 7, 14 y 28 días de edad, dado que los valores significativos ($p = 0.028, 0.024, 0.003$) obtenidos a través de la prueba ANOVA son menores al nivel de significancia de 0.05, por consiguiente, tenemos suficiente certeza para aceptar la hipótesis altera. Además, la resistencia más alta a los 28 días, se observó con el agregado fino reemplazado por 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita con 22.24 kg/cm² el cual tuvo un incremento en la resistencia de 14.32%, con respecto al concreto patrón y la mínima resistencia se observó con el agregado fino reemplazado por 55% de cuarzo y 25% de ignimbrita con 20.14 kg/cm². Se observó también que a partir del reemplazo del 60% de agregado fino hubo una disminución de la resistencia, pero estas no fueron menores al del concreto patrón a los 28 días.
6. El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la flexión de un concreto estructural, dado que el valor significativo ($p = 0.015$) obtenido a través de la prueba ANOVA es menor al nivel de significancia de 0.05, por consiguiente, tenemos suficiente certeza para aceptar la hipótesis altera. Además, la resistencia más alta a los 28 días, se observó con el agregado fino reemplazado por 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita con 31.94 kg/cm² el cual tuvo un incremento en la resistencia de 26.20%, con respecto al concreto patrón y la mínima resistencia fue con el agregado fino

reemplazado por 55% de cuarzo y 25% con 26.53 kg/cm². Se observó también que a partir del reemplazo del 60% de agregado fino hubo una disminución de la resistencia, pero estas no fueron menores al del concreto patrón a los 28 días de curado.

7. Finalmente se deduce que el concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita tuvo el mejor comportamiento en el asentamiento, exudación y en las resistencias.

VII. RECOMENDACIONES

1. Debido a que el asentamiento se redujo a medida que el porcentaje de reemplazo aumentó, se sugiere uso de aditivo plastificante para mejorar la capacidad de flujo del concreto.
2. Para alguna aplicación particular de la ignimbrita y el cuarzo, se deben realizar pruebas de campo para encontrar los efectos de la angularidad y el contenido de finos en la exudación y en la capacidad de bombeo del concreto con cuarzo e ignimbrita.
3. El agregado fino reemplazado por cuarzo e ignimbrita tuvo un efecto notable en la resistencia a compresión del concreto por lo que las futuras investigaciones pueden dirigirse a la posibilidad de obtener agregados a partir de rocas con porcentajes definidos de cuarzo.
4. El agregado fino reemplazado por cuarzo e ignimbrita tuvo un efecto positivo en la resistencia a la tracción por lo que se recomienda para futuras investigaciones el uso de rocas con alta resistencia a tracción y compresión.
5. Este estudio exploró los efectos del agregado fino reemplazado por cuarzo e ignimbrita en la resistencia a flexión del concreto sin refuerzo. Por lo tanto, en el futuro podría investigarse el comportamiento de estos materiales con acero de refuerzo.

REFERENCIAS

- ACI - ASCC, 2021. *The Contractor ' s Guide to Quality Concrete Construction*. 4. Ann Arbor: American Concrete Institute. ISBN 978-1-64195-047-3.
- ACI 318-14, 2014. *Building Code Requirements for Structural Concrete*. Texas: American Concrete Institute.
- ACI COMMITTEE 211, 2002. *Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete*. Texas: American Concrete Institute.
- AGUILAR VERAMENDI, J.A. y LAMA GUTIERREZ, J.J., 2020. *Influencia de sustitución del agregado fino por relave, Mina Santa Luisa, sobre la resistencia a compresión del concreto - 2020* [en línea]. S.I.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/58168>.
- ALCCA LLANOS, E.A., 2021. *Evaluación de impactos ambientales ocasionados por la extracción de arena en la quebrada Sallagueña del Distrito de Laraqueri-2020* [en línea]. S.I.: Universidad Privada San Carlos. Disponible en: <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/4625>.
- ALLABY, M., 2020. *A Dictionary of Geology and Earth Sciences*. 5. Gran Bretaña: Oxford University Press. ISBN 9780191874901.
- ALNUAIM, A., ABBAS, Y.M. y IQBAL KHAN, M., 2021. Sustainable application of processed TBM excavated rock material as green structural concrete aggregate. *Construction and Building Materials* [en línea], vol. 274, pp. 121245. ISSN 09500618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2020.121245. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.121245>.
- AMPÉREZ SOLÍZ, N.G., 2019. *Elaboración de adoquines de concreto, utilizando como agregado fino arena cuarzo-feldespática* [en línea]. S.I.: Universidad de San Carlos de Guatemala. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/13919>.
- ARISPE ALBURQUEQUE, C.M., YANGALI VICENTE, J.S., GUERRERO BEJARANO, M.A., RIVERA LOZADA DE BONILLA, O., ACUÑA GAMBOA, L.A. y ARELLANO SACRAMENTO, C., 2020. *La investigación científica: una aproximación para los estudios de posgrado*. 1. Guayaquil: Universidad Internacional del Ecuador. ISBN 9789942385789.

- ASTM C 127, 2016. *Standard test method for specific gravity and absorption of coarse aggregate*. Washington: ASTM internacional.
- ASTM C 192, 2020. *Standard practice for making and curing concrete test specimens in the laboratory*. Washington: ASTM internacional.
- ASTM C 39, 2021. *Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens*. Washington: ASTM internacional.
- ASTM C 496, 2017. *Standard test method for splitting tensile strength of cylindrical concrete specimens*. Washington: ASTM internacional.
- ASTM C125, 2010. *Standart terminology relating to concrete and concrete aggregates*. Washington: ASTM internacional.
- BAENA PAZ, G., 2017. *Metodología de la investigación*. 3. México: Grupo Editorial Patria. ISBN 9786077447481.
- BAIRAGI, V. y MUNOT, M. V., 2019. *Research Methodology: A Practical and Scientific Approach*. 1. New York: CRC Press. ISBN 9781351013277.
- BASHARAT, M., RIAZ, M.T., JAN, M.Q., XU, C. y RIAZ, S., 2021. A review of landslides related to the 2005 Kashmir Earthquake: implication and future challenges. *Natural Hazards* [en línea], vol. 108, no. 1. ISSN 15730840. DOI 10.1007/s11069-021-04688-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11069-021-04688-8>.
- BENARCHID, Y., TAHA, Y., ARGANE, R. y BENZAAZOUA, M., 2018. Application of Quebec recycling guidelines to assess the use feasibility of waste rocks as construction aggregates. *Resources Policy* [en línea], vol. 59, no. October 2017, pp. 68–76. ISSN 03014207. DOI 10.1016/j.resourpol.2018.01.004. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resourpol.2018.01.004>.
- BOADELLA, Í.L., GAYARRE, F.L., GONZÁLEZ, J.S., GÓMEZ-SOBERÓN, J.M., PÉREZ, C.L.C., LÓPEZ, M.S. y DE BRITO, J., 2019. The influence of granite cuttingwaste on the properties of Ultra-High Performance Concrete. *Materials*, vol. 12, no. 4, pp. 1–13. ISSN 19961944. DOI 10.3390/ma12040634.
- CACERES PACHARI, I.M. y LARICO TICO, J.L., 2017. *Evaluación de mezclas de concreto $f'c=175, 210$ y 245 kg/cm^2 con relave minero del distrito de Ananea - Putina - Puno, 2017*. S.I.: Universidad Nacional del Altiplano.
- CALCINA ARPI, B., 2018. *Análisis de canteras con fines de uso en la construcción de vías terrestres en la ciudad de Juliaca* [en línea]. S.I.: Universidad Andina

- Néstor Cáceres Velásquez. Disponible en:
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2972>.
- CARHUAMACA RAU, D.A. y CORAS QUISPE, R.A., 2019. *Relave minero como componente del agregado fino para elaborar concreto mayor a $f'c=175\text{kg/cm}^2$, con fines ambientales*. S.I.: Tesis.
- CASADIEGO-QUINTERO, E., GÓMEZ-RÍOS, W., MONROY, E.R. y SANCHEZ-LONDOÑO, J.L., 2021. La minería de oro sostenible : implicaciones del uso de los residuos como agregado para hormigón. *Revista Inventum*, vol. 16, no. 31, pp. 71–77. DOI 10.26620/uniminuto.inventum.16.31.2021.71-77.
- CHEN, C.J., 2021. *Introduction to Scanning Tunneling Microscopy*. 3. New York: Oxford University Press. ISBN 9780198856559.
- COILA TAPIA, U.F., 2018. *Producción de Concretos Ecológicos y su Desarrollo Sostenible en la Ciudad de Puno* [en línea]. S.I.: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Disponible en:
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2598>.
- CRESPO ESCOBAR, S., 2013. *Materiales de construcción para edificación y obra civil*. Alicante: Club Universitario. ISBN 9788484548874.
- CRESPO LUNA, B.E., 2021. *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de un concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ convencional empleando el agregado fino de granodiorita extraído del cerro Pillco Mozo – Pillco Marca – Huánuco – 2021* [en línea]. S.I.: Universidad de Huánuco. Disponible en:
<http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3340>.
- DANSO, H. y BOADI, J.K., 2019. Replacement of Sand with Bauxite Mining Waste in Concrete Production. *Journal of Materials and Engineering Structures*, vol. 6, pp. 525–534.
- DE BRITO, J., KURDA, R. y DA SILVA, P.R., 2018. Can we truly predict the compressive strength of concrete without knowing the properties of aggregates? *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 8, no. 7, pp. 1–21. ISSN 20763417. DOI 10.3390/app8071095.
- DHANALAKSHM, A. y HAMEED, M.S., 2021. Influence Of Quartz Sand And Marble-Sludge Powder As Replacements For Fine Aggregate On The Mechanical Properties Of High-Strength Self-Compacting Concrete. *Materiali in Tehnologije*, vol. 55, no. 4, pp. 517–523. ISSN 15802949. DOI

- 10.17222/mit.2021.065.
- DUC VINH QUANG, N., ALEKSANDROVA, O. y SAMCHENKO, S., 2020. Combined effect of mineral admixtures and fine aggregate on the mechanical properties of ultrahigh performance concrete. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 869, no. 3. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/869/3/032034.
- EROFEEVA, V., EMELYANOV, D. V., BUSHES, M.A.S., BALATKHANOVA, E.M., NADOROV, S. V., BOGDANOV, A.S. y EFREMOV, P.A., 2020. Carbonate-Quartz Cement Composites. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 972, no. 1. ISSN 1757899X. DOI 10.1088/1757-899X/972/1/012058.
- FERNANDEZ ANAYA, M. del R., 2019. *Resistencia mecánica de un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ con sustitución del 50% de cemento por relave minero, distrito de Jangas, Huaraz – Ancash*. S.l.: s.n.
- FRAGOSO DORIA, J.A. y VISBAL JACOME, J.E., 2021. *El uso de la puzolana de origen natural en concreto hidráulico* [en línea]. S.l.: Universidad de Cartagena. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/14628>.
- GOU, M., ZHOU, L. y THEN, N.W.Y., 2019. Utilization of tailings in cement and concrete: A review. *Science and Engineering of Composite Materials*, vol. 26, no. 1, pp. 449–464. ISSN 21910359. DOI 10.1515/secm-2019-0029.
- GRIJALVA, C., 2020. *Concreto armado*. Guatemala: Universidad de San Carlos Guatemala.
- HALDAR, S.K., 2020. *Introduction to Mineralogy and Petrology*. 2. S.l.: Elsevier Ltd. ISBN 9780128205853.
- HARMSSEN, T.E., 2017. *Diseño de estructuras de concreto armado*. 5. Lima: PUCP. ISBN 9786123172978.
- HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. y MENDOZA TORRES, C.P., 2018. *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: Mc Graw Hill Education. ISBN 9781456260965.
- HORATH, L., 2019. *Fundamentals of materials science for technologists*. Long Grove: Waveland.
- HUAMANI SUCAPUCA, L.J., 2018. *Estudio De La Potencialidad De Canteras Y Botaderos Para La Conservación Del Medio Ambiente En La Construcción De*

- La Autopista Puno – Juliaca* [en línea]. S.l.: Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez. Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/1691>.
- ILYAS, R.A., SAPUAN, S.M. y BAYRAKTAR, E., 2022. *Recycling of Plastics, Metals, and Their Composites*. 1. Boca Raton: CRC Press. ISBN 9781003148760.
- ISMAIL, A.I.M., ELMAGHRABY, M.S. y ABD EL GHAFAR, N.I., 2021. Effect of granite weathered granules additives as aggregates in cement concrete. *Egyptian Journal of Chemistry*, vol. 64, no. 3, pp. 1553–1562. ISSN 23570245. DOI 10.21608/EJCHEM.2020.48575.2994.
- JÁCOME RIVAS, A.M., 2021. *Resistencia del Concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, sustituyendo el agregado fino por Arena de Cuarzo en la proporción de 20%, 25% y 30%* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/73579>.
- JANADI, R., 2021. *Valorisation des résidus miniers et des roches stériles concassées comme de matériaux de construction*. S.l.: Université de Sherbrooke.
- JAYA, R.P., 2020. Porous concrete pavement containing nanosilica from black rice husk ash. *New Materials in Civil Engineering*, pp. 493–527. DOI 10.1016/B978-0-12-818961-0.00014-4.
- KHUDYAKOVA, L.I., KISLOV, E. V., KOTOVA, I.Y. y PALEEV, P.L., 2021. Concretes made of magnesium–silicate rocks. *Minerals*, vol. 11, no. 5. ISSN 2075163X. DOI 10.3390/min11050441.
- KLEIN, C. y PHILPOTTS, A.R., 2017. *Earth Materials: Introduction to Mineralogy and Petrology*. 2. S.l.: Sheridan Books. ISBN 9781107155404.
- KULTERMANN, E. y SPENCE, W.P., 2022. *Construction materials, methods and techniques: building for a sustainable future*. 5. Boston: Cengage. ISBN 9780357513835.
- LI, E., CHEN, H., HUANG, F., ZHOU, L. y YU, Z., 2021. Waste rocks from the industrial mining process: hazard metals stabilization behavior evaluating and reusing as construction materials. *International Journal of Environmental Science and Technology*, vol. 19, no. 5, pp. 3685–3700. ISSN 17352630. DOI 10.1007/s13762-021-03251-z.

- LI, Z., 2011. *Advanced concrete technology*. 1. Canadá: Wiley. ISBN 9780470437438.
- MACKENZIE, W.S., ADAMS, A.E. y BRODIE, K.H., 2017. *Rocks and Minerals in Thin Section, Second Edition*. 2. Londres: CRC Press. ISBN 9781138028067.
- MASTROPIETRO, M., 2019. *El hormigón para arquitectos*. 2. Buenos Aires: Diseño. ISBN 9789874160690.
- MATUS LAZO, I. y LINDO O'CONNORS, S., 2018. *Guías de laboratorio de materiales de construcción*. Managua: Universidad nacional de ingeniería.
- MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2021. *Reglamento nacional de edificaciones*. Lima: Megabyte.
- MTC, 2016. *Manual de ensayo de materiales*. Lima: MTC.
- NANDAGIRI, L., NARASIMHAN, M.C., MARATHE, S. y DINESH, S.V., 2020. *Sustainability Trends and Challenges in Civil Engineering*. S.I.: Springer. ISBN 9789811628269.
- NESSE, W.D., 2017. *Introduction To Mineralogy*. 3. New York: Oxford University Press. ISBN 9780190618384.
- NGUNJIRI NGANDU, C., 2020. Review on Alternatives of Aggregates with Alternative Materials in Eastern Africa. *Selected Scientific Papers - Journal of Civil Engineering*, vol. 15, no. 2, pp. 17–28. DOI 10.1515/sspjce-2020-0014.
- NOOR AZAMMI, A.M., ILYAS, R.A., SAPUAN, S.M., IBRAHIM, R., ATIKAH, M.S.N., ASROFI, M. y ATIQAHA, A., 2019. *Characterization studies of biopolymeric matrix and cellulose fibres based composites related to functionalized fibre-matrix interface*. S.I.: Woodhead Publishing. ISBN 9780081026656.
- NTP.339.035, 2009. *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland*. 3. Lima: INACAL.
- NTP 339. 078, 2018. *Métodode ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima: INACAL.
- NTP 339.034, 2015. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. 4. Lima: INACAL.
- NTP 339.077, 2018. *Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto*. Lima: INACAL.

- NTP 339.185, 2018. *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado por secado*. 2. Lima: INACAL.
- NTP 400.012, 2018. *Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. 3. Lima: INACAL.
- NTP 400.017, 2016. *Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso unitario) y los vacíos en los agregados*. 3. Lima: INACAL.
- NTP 400.021, 2018. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción de agregado grueso*. 3. Lima: INACAL.
- NTP 400.037, 2018. *Agregados para concreto*. 4. Lima: INACAL.
- OKRUSCH, M. y FRIMMEL, E.H., 2019. *Mineralogy: An Introduction to Minerals, Rocks and Mineral Deposits*. 1. Berlín: Springer. ISBN 9783662573143.
- ORTEGA GARCIA, J.E., 2015. *Diseño estructural de concreto armado*. 1. Lima: Macro. ISBN 9786123042523.
- PACHACUTEC GUTIERREZ, Y.P. y VILCA SALAZAR, N.G., 2018. *Estudio Comparativo De La Determinación De Propiedades De Resistencia En El Concreto Utilizando Micro Y Nano Sílice Con Agregados De La Cantera Cutimbo – Puno* [en línea]. S.I.: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7092>.
- PADILLA MENDEZ, J., 2015. *Guías de laboratorio materiales de construcción*. Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería.
- PANIAGUA, F. y CONDORI, P., 2018. *Investigación científica en educación*. 2. Juliaca: Industria Gráfica Maxcolor S.A.C. ISBN 9786120032442.
- PELLANT, C. y PELLANT, H., 2015. *Rocks and Minerals: a Photographic Field Guide*. Londres: Bloomsbury.
- PELLANT, C. y PELLANT, H., 2020. *Rocks and Minerals a Concise Reference Guide*. Londres: Natural History Museum.
- PEREZ, L., PEREZ, R. y SECA, M.V., 2020. *Metodología de la investigación científica*. Buenos Aires: Maipue.
- PRIETO PIMIENTA, J.H. y DE LA ORDEN HOZ, A., 2017. *Metodología de la investigación*. 3. México: Pearson. ISBN 9786073239325.
- RAMIREZ, T., 2021. *El proyecto de investigación paso a paso*. Caracas: Universidad Central de Venezuela. ISBN 9789806708303.

- RANDIVE, K., PINGLE, S. y AGNIHOTRI, A., 2021. *Innovations in Sustainable Mining*. Suiza: Springer.
- SCHILLER, G., BIMESMEIER, T. y PHAM, A.T.V., 2020. Method for quantifying supply and demand of construction minerals in urban regions-A case study of hanoi and its Hinterland. *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 11. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su12114358.
- SHAHROKHINASAB, E., LOONEY, T., FLOYD, R. y GARBER, D., 2021. Effect of fiber, cement, and aggregate type on mechanical properties of UHPC. *Civil Engineering Journal (Iran)*, vol. 7, no. 8, pp. 1290–1309. ISSN 24763055. DOI 10.28991/cej-2021-03091726.
- SHETTY, M.S. y JAIN, A., 2019. *Concrete Technology (Theory and Practice)*. 8. New Delhi: S. Chand & Co.
- SPITZ, K. y TRUDINGER, J., 2019. *Mining and the Environment from Ore to Metal*. 2. Londres: CRC Press. ISBN 9781351183666.
- SUNIL, B.M., MANJUNATHA, L.S., RAVI, L. y YARAGAL, S.C., 2015. Potential use of mine tailings and fly ash in concrete. *Advances in Concrete Construction*, vol. 3, pp. 55–69. DOI <https://doi.org/10.12989/acc.2015.3.1.055>.
- SURAHYO, A., 2019. *Concrete construction practical problems and solutions*. Canada: Springer. ISBN 9783030105105.
- TOLSTOY, A., LESOVIK, V., FEDIUK, R., AMRAN, M., GUNASEKARAN, M., VATIN, N. y VASILEV, Y., 2020. Production of greener high-strength concrete using russian quartz sandstone mine waste aggregates. *Materials*, vol. 13, no. 23, pp. 1–13. ISSN 19961944. DOI 10.3390/ma13235575.
- TORRENT, R.J., 2020. *Propiedades del Hormigón Fresco y Endurecido*. . Buenos Aires: Materials Advanced Services,
- UNEP, 2019. *Sand and sustainability: Finding new solutions for environmental governance of global sand resources*. 2019. Ginebra: United Nations Environment Programme.
- WANG, L.K., WANG, M.-H.S. y HUNG, Y.-T., 2021. *Solid Waste Engineering and Management: Volume 1*. New York: Springer.
- WELLALA, D.P.K., 2017. *Use of quarry rock dust as a fine aggregate in concrete* [en línea]. S.l.: Curtin University. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11937/65404>.

WILLS, B.A. y FINCH, J.A., 2015. *Wills' mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery*. 8. Montreal: Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier. ISBN 9780080970530.

ZHU, Q., 2022. *River-Sand Mining: An Ethnography of Resource Conflict in China*. Leiden: Brill. ISBN 9789004505919.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Variables de Estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Variable Independiente: Residuos mineros de cuarzo e ignimbrita como reemplazo del agregado fino	Los residuos producidos durante la extracción, beneficio y procesamiento de minerales se denominan residuos mineros (Wang, Sung, & Hung, 2021) que incluyen principalmente roca estéril, relaves y escoria (Gou, Zhou, & Then, 2019)	Caracterización de los residuos mineros de cuarzo e ignimbrita mediante ensayos y pruebas en un laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto de forma que pueda reemplazar al agregado fino	Propiedades físicas	Granulometría	%
				Peso específico	kg/m ³
				Peso unitario	kg/m ³
				Contenido de humedad	%
				Absorción	%
			Porcentaje de cuarzo	Reemplazo en la proporción de 35%, 45%, 55%, 65%	%
Porcentaje de ignimbrita	Reemplazo en la proporción de 25%				
Variable Dependiente: Propiedades de un concreto estructural	Las propiedades del concreto son sus atributos en estado fresco o endurecido. (Grijalva C., 2020)	Realizar ensayos para conocer las propiedades de un concreto estructural en estado fresco y endurecido, en un laboratorio de mecánica de suelos, concreto y asfalto y poder apreciar el efecto del reemplazo del agregado fino por cuarzo triturado con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural	Trabajabilidad	Asentamiento	pulg
			Exudación	Cantidad de agua de exudación	%
	Resistencia a la compresión		Esfuerzo	Kg/cm ²	
	Resistencia a la tracción indirecta del concreto		Esfuerzo	Kg/cm ²	
	Resistencia a la flexión		Esfuerzo	Kg/cm ²	
	El concreto estructural es todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado. (RNE, 2020)				

Anexo 2. Matriz de consistencia

Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022									
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	U. medida	Instrumentos	Tipo y diseño de investigación	
Problema General:	Objetivo General:	Hipótesis General:	Variable Independiente		Granulometría	%	ASTM 136 / NTP 400.012	<p>Tipo: Aplicada (Bairagi & Munot, 2019)</p> <p>Nivel: Explicativo (Ramírez, 2021)</p> <p>Diseño: Cuasi experimental (Baena Paz, 2017; Arispe, y otros, 2020)</p> <p>Enfoque: Cuantitativo (Pimienta Prieto & De la Orden Hoz, 2017)</p> <p>Población: 0.87 m3 de Concreto, con reemplazo del agregado fino por residuos mineros de ignimbrita y cuarzo triturado (Bairagi & Munot, 2019)</p> <p>Muestra: 120 probetas (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018)</p> <p>Técnica: Observación (Condori & Paniagua, 2018)</p> <p>Instrumentos: Fichas de observación (Hernández Sampieri & Mendoza Torres, 2018)</p>	
¿Qué efectos tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?	Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en las propiedades de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en las propiedades de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	Ignimbrita y cuarzo como reemplazo del agregado fino	Propiedades físicas	Absorción	%	ASTM C 127-C 128 / NTP 400.021 (AG) NTP 400.022 (AF)		
					Peso específico	kg/m3	ASTM C 127-C 128 / NTP 400.021 (AG) NTP 400.022 (AF)		
					Peso unitario	kg/m3	ASTM C 29 / NTP 400.017		
					Contenido de humedad	%	ASTM C 566 / NTP 339.185		
					Porcentaje de cuarzo	Reemplazo en la proporción de 35%, 45%, 55%, 65%	%		ACI 211
Porcentaje de ignimbrita	Reemplazo en la proporción de 25%	%	ACI 211						
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Variable Dependiente						
¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?	Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la trabajabilidad de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	Propiedades de un concreto estructural	Trabajabilidad	Asentamiento	pulg	ASTM C 143 / NTP.339.035		
¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la exudación de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?	Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la exudación de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la exudación de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022		Exudación	Cantidad de agua de exudación	%	ASTM C 232 / NTP 339.077		
¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?	Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la compresión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022		Resistencia a la compresión	Esfuerzo	Kg/cm2	ASTM C 39 / NTP 339.034		
¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?	Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la tracción indirecta de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022		Resistencia a la tracción indirecta	Esfuerzo	Kg/cm2	ASTM C 496 / NTP 339.084		
¿Qué efecto tiene el agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022?	Determinar el efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022	El agregado fino reemplazado por residuos mineros de cuarzo e ignimbrita triturados con Ball Mill influye en la resistencia a la flexión de un concreto estructural en edificaciones, Puno, 2022		Resistencia a la flexión	Esfuerzo	Kg/cm2	ASTM C 78 / NTP 339.078		

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos

 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		N° 01
Ensayo:	Análisis granulométrico por tamizado	
Normas:	ASTM C 136 / NTP 400.012	
Material	Agregado grueso y agregado fino	
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022	
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinoferreiner Br. Sucari Callo, Analia	
Fecha de elaboración:	12/05/2022	
Peso de la muestra:	4000.00 (AG) 500.00 (AF)	

Agregado grueso

Tamices	Abertura	Peso retenido
	mm	
2"	50.600	0.60
1 1/2"	38.100	0.00
1"	25.400	0.00
3/4"	19.050	909.0
1/2"	12.700	1901.0
3/8"	9.525	940.0
1/4"	6.350	226.0
N° 4	4.760	8.0
Fondo	2.380	16.00
Total		4000.00

Agregado fino

Tamices	Abertura	Peso retenido
	mm	
3/8"	9.525	0.00
N° 4	4.760	4.84
N° 8	2.380	25.18
N° 16	1.190	60.78
N° 30	0.590	147.40
N° 50	0.300	132.73
N° 100	0.149	86.48
N° 200	0.074	28.72
Base		13.87
Total		500.00

Ensayo:	Análisis granulométrico por tamizado
Normas:	ASTM C 136 / NTP 400.012
Material	Cuarzo e ignimbrita
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analía
Fecha de elaboración:	20/6/2022
Peso de la muestra:	500.00 gr (CUARZO) 500.00 gr (IGNIMBRITA)

Cuarzo

Tamices	Abertura	Peso retenido
	mm	
3/8"	9.525	0.00
N° 4	4.760	0.00
N° 8	2.380	104.30
N° 16	1.190	121.67
N° 30	0.590	106.80
N° 50	0.300	51.91
N° 100	0.149	45.38
N° 200	0.074	30.65
Base		39.29
Total		500.00

Ignimbrita

Tamices	Abertura	Peso retenido
	mm	
3/8"	9.525	0.00
N° 4	4.760	0.00
N° 8	2.380	195.07
N° 16	1.190	120.27
N° 30	0.590	72.43
N° 50	0.300	31.16
N° 100	0.149	27.42
N° 200	0.074	17.48
Base		36.17
Total		500.00

Ensayo:	Absorción y Peso específico
Normas:	ASTM C 127 (AG) ASTM C 128 (AF) / NTP 400.021 (AG) NTP 400.022 (AF)
Material	Agregado grueso y agregado fino
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	12/05/2022
Peso de la muestra:	500.00 gr (AF) 800.00 gr (AG)

Agregado fino			
Absorción		Peso específico	
Datos		Datos	
Peso de muestra secada al horno	482.58	Peso de muestra secada al horno	482.58
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
		Peso del picnómetro con agua	1500.00
		Peso del Pic. + muestra + agua	1807.05

Agregado grueso			
Absorción		Peso específico	
Datos		Datos	
Peso de muestra secada al horno	790.10	Peso de muestra secada al horno	790.10
Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00
		Peso del picnómetro con agua	1500.00
		Peso del Pic. + muestra + agua	1990.00



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° 02

Ensayo:	Absorción y Peso específico
Normas:	ASTM C 128 (AF) / NTP 400.022 (AF)
Material	Cuarzo e ignimbrita
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	20/6/2022
Peso de la muestra:	500.00 gr (CUARZO) 500.00 gr (IGNIMBRITA)

Cuarzo			
Absorción		Peso específico	
Datos		Datos	
Peso de muestra secada al horno	479.42	Peso de muestra secada al horno	479.42
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
		Peso del picnómetro con agua	1500.00
		Peso del Pic. + muestra + agua	1813.00

Ignimbrita			
Absorción		Peso específico	
Datos		Datos	
Peso de muestra secada al horno	487.00	Peso de muestra secada al horno	487.00
Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00
		Peso del picnómetro con agua	1500.00
		Peso del Pic. + muestra + agua	1805.00

Ensayo:	Peso unitario
Normas:	ASTM C 29 / NTP 400.017
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinoferiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	12/05/2022

Agregado fino		
Ø =	15.15	
h =	11.66	
P =	6607.0	
N°	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
	(gr)	(gr)
1	9343	9649
2	9349	9660
3	9340	9651

Agregado grueso		
Ø =	15.15	
h =	17.79	
P =	7475.0	
N°	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
	(gr)	(gr)
1	11642	12123
2	11660	12090
3	11650	12122

Ensayo:	Peso unitario
Normas:	ASTM C 29 / NTP 400.017
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	2016/2022

Cuarzo		
Ø =	15.15	
h =	11.66	
P =	6039.0	
N°	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
	(gr)	(gr)
1	9448	9927
2	9469	9806
3	9447	9884

Ignimbrita		
Ø =	15.15	
h =	11.66	
P =	6039.0	
N°	Peso unitario suelto	Peso unitario compactado
	(gr)	(gr)
1	9004	9433
2	9048	9473
3	9038	9486

Ensayo:	Contenido de humedad
Normas:	ASTM C 566 / NTP 339.185
Material	Agregado grueso y agregado fino
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	12/05/2022
Peso de la muestra:	351.56 (AG) 200.02 (AF)

Agregado grueso			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS
1	P.T + muestra húmeda	g	351.56
2	P.T + muestra seca	g	348.15
3	P.Tarro	g	45.15
4	P.Agua	g	3.41
5	P.Suelo seco	g	303.00

Agregado fino			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS
1	P.T + muestra húmeda	g	200.02
2	P.T + muestra seca	g	192.47
3	P.Tarro	g	40.56
4	P.Agua	g	7.61
5	P.Suelo seco	g	151.85

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

N° 04

Ensayo:	Contenido de humedad
Normas:	ASTM C 566 / NTP 339.185
Material	Cuarzo e ignimbrita
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinoferiner Br. Sucari Callo, Analía
Fecha de elaboración:	20/6/2022
Peso de la muestra:	352.16

Cuarzo			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS
1	P.T + muestra húmeda	g	352.16
2	P.T + muestra seca	g	349.55
3	P.Tarro	g	38.33
4	P.Agua	g	2.61
5	P.Suelo seco	g	311.22

Ignimbrita			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	DATOS
1	P.T + muestra húmeda	g	312.50
2	P.T + muestra seca	g	309.04
3	P.Tarro	g	40.12
4	P.Agua	g	3.46
5	P.Suelo seco	g	248.92



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° 06

Ensayo:	Exudación
Normas:	ASTM C 232 / NTP 339.077
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinoferreiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	23/06/2022

concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ N° 7			
Peso del molde =	0.382		
Peso del molde + mezcla =	12.792		
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
10 min	8:43	8:53	0.007
10 min	8:53	9:03	0.002
10 min	9:03	9:13	0.002
10 min	9:13	9:23	0.002
30 min	9:23	9:53	7.400
30 min	9:53	10:23	6.280
30 min	10:23	10:53	5.190

concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ N° 2			
Peso del molde =	0.383		
Peso del molde + mezcla =	12.803		
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
10 min	8:52	9:02	0.001
10 min	9:02	9:12	0.005
10 min	9:12	9:22	0.005
10 min	9:22	9:32	5.650
30 min	9:32	10:02	6.400
30 min	10:02	10:32	4.100
30 min	10:32	11:02	3.230

concreto patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ N° 3			
Peso del molde =	0.381		
Peso del molde + mezcla =	12.741		
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
10 min	9:00	9:10	0.007
10 min	9:10	9:20	0.002
10 min	9:20	9:30	0.770
10 min	9:30	9:40	3.860
30 min	9:40	10:10	6.660
30 min	10:10	10:40	5.760
30 min	10:40	11:10	2.960

Ensayo:	Exudación
Normas:	ASTM C 232 / NTP 339.077
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinoferreiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	23/6/2022

concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita N°1			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.384		
Peso del molde + mezcla =	12.964		
10 min	9:32	9:42	7.410
10 min	9:42	9:52	7.850
10 min	9:52	10:02	2.200
10 min	10:02	10:12	2.350
30 min	10:12	10:42	4.780
30 min	10:42	11:12	5.710
30 min	11:12	11:42	5.230

concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita N°2			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.382		
Peso del molde + mezcla =	12.912		
10 min	9:41	9:51	7.700
10 min	9:51	10:01	7.960
10 min	10:01	10:11	2.260
10 min	10:11	10:21	2.410
30 min	10:21	10:51	5.050
30 min	10:51	11:21	6.110
30 min	11:21	11:51	4.050

concreto con 35% de cuarzo y 25% de ignimbrita N°3			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.381		
Peso del molde + mezcla =	12.981		
10 min	9:49	9:59	0.560
10 min	9:59	10:09	1.770
10 min	10:09	10:19	2.350
10 min	10:19	10:29	2.500
30 min	10:29	10:59	4.920
30 min	10:59	11:29	5.860
30 min	11:29	11:59	3.890

Ensayo:	Exudación
Normas:	ASTM C 232 / NTP 339.077
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analía
Fecha de elaboración:	24/6/2022

concreto con 45% de cuarzo y 25% Ignimbrita N°1			
Peso del molde =	0.380		
Peso del molde + mezcla =	12.910		
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
10 min	11:54	12:04	4.780
10 min	12:04	12:14	3.750
10 min	12:14	12:24	2.580
10 min	12:24	12:34	1.800
30 min	12:34	1:04	4.130
30 min	1:04	1:34	1.220
30 min			

concreto con 45% de cuarzo y 25% Ignimbrita N°2			
Peso del molde =	0.382		
Peso del molde + mezcla =	12.952		
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
10 min	12:03	12:13	2.600
10 min	12:13	12:23	3.990
10 min	12:23	12:33	3.460
10 min	12:33	12:43	3.710
30 min	12:43	1:13	2.810
30 min	1:13	1:43	1.050
30 min	1:43	2:13	0.360

concreto con 45% de cuarzo y 25% Ignimbrita N°3			
Peso del molde =	0.381		
Peso del molde + mezcla =	12.931		
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
10 min	12:11	12:21	2.020
10 min	12:21	12:31	3.450
10 min	12:31	12:41	3.990
10 min	12:41	12:51	4.010
30 min	12:51	1:21	2.640
30 min	1:21	1:51	1.540
30 min	1:51	2:21	0.400



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° 06

Ensayo:	Exudación
Normas:	ASTM C 232 / NTP 339.077
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	24/6/2022

concreto con 55% cuarzo y 25% Ignimbrita N°1			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.380		
Peso del molde + mezcla =	13.020		
10 min	12:39	12:49	2.590
10 min	12:49	12:59	1.800
10 min	12:59	1:09	2.400
10 min	1:09	1:19	3.070
30 min	1:19	1:49	7.1040
30 min			
30 min			

concreto con 55% cuarzo y 25% Ignimbrita N°2			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.383		
Peso del molde + mezcla =	13.063		
10 min	12:48	12:58	1.640
10 min	12:58	1:08	2.430
10 min	1:08	1:18	2.840
10 min	1:18	1:28	3.560
30 min	1:28	1:58	5.150
30 min	1:58	2:18	1.010
30 min			

concreto con 55% cuarzo y 25% Ignimbrita N°3			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.381		
Peso del molde + mezcla =	13.077		
10 min	12:56	1:06	1.320
10 min	1:06	1:16	2.770
10 min	1:16	1:26	3.410
10 min	1:26	1:36	3.860
30 min	1:36	2:06	5.040
30 min	2:06	2:36	0.950
30 min			

 UCV <small>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</small>		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	N° 06
Ensayo:	Exudación		
Normas:	ASTM C 232 / NTP 339.077		
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022		
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analia		
Fecha de elaboración:	25/6/2022		

concreto con 65% cuarzo y 25% Ignimbrita N°1			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.382		
Peso del molde + mezcla =	12.912		
10 min	9:24	9:34	0.450
10 min	9:34	9:44	1.420
10 min	9:44	9:54	2.900
10 min	9:54	10:04	3.840
30 min	10:04	10:34	6.00
30 min	10:34	11:04	0.42
30 min			

concreto con 65% cuarzo y 25% Ignimbrita N°2			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.384		
Peso del molde + mezcla =	12.944		
10 min	9:33	9:43	1.220
10 min	9:43	9:53	2.050
10 min	9:53	10:03	2.550
10 min	10:03	10:13	2.960
30 min	10:13	10:43	5.010
30 min	10:43	11:13	0.850
30 min			

concreto con 65% cuarzo y 25% Ignimbrita N°3			
Intervalos de tiempo según Normativa	Tiempos del sacado de agua		Peso de la cantidad de agua exudada
Peso del molde =	0.381		
Peso del molde + mezcla =	12.911		
10 min	9:41	9:51	0.450
10 min	9:51	10:01	1.420
10 min	10:01	10:11	2.900
10 min	10:11	10:21	3.840
30 min	10:21	10:51	6.000
30 min	10:51	11:21	0.420
30 min			

Ensayo:	Trabajabilidad (Asentamiento)
Normas:	ASTM C 143 / NTP.339.035
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner
	Br. Sucari Callo, Analia
Fecha de elaboración:	23/5/2022

N°	Descripción	Slump (pulg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	2 15/16
		3 3/16
		3 1/8
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	3
		3 1/16
		2 15/16
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 3/4
		2 15/16
		2 13/16
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 9/16
		2 5/8
		2 7/16
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	2 7/16
		2 1/2
		2 5/8

Ensayo:	Resistencia a la compresión
Normas:	ASTM C 39 / NTP 339.034
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinoferreiner Br. Sucari Callo, Analia
F'c diseño:	210 kg/cm ²

N°	Descripción	7 Días de curado				
		Muestras	Ø (cm)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Carga (kg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	M - 1	15.12	23/5/2022	30/5/2022	27490.0
		M - 2	15.00	23/5/2022	30/5/2022	27920.0
		M - 3	15.05	23/5/2022	30/5/2022	27200.0
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.15	24/5/2022	31/5/2022	33080.0
		M - 2	15.08	24/5/2022	31/5/2022	31560.0
		M - 3	15.00	24/5/2022	31/5/2022	32100.0
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.04	24/5/2022	31/5/2022	30590.0
		M - 2	15.02	24/5/2022	31/5/2022	31520.0
		M - 3	15.00	24/5/2022	31/5/2022	31600.0
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.05	25/5/2022	1/6/2022	29580.0
		M - 2	15.10	25/5/2022	1/6/2022	29600.0
		M - 3	15.04	25/5/2022	1/6/2022	29950.0
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.02	25/5/2022	1/6/2022	30160.0
		M - 2	14.95	25/5/2022	1/6/2022	30580.0
		M - 3	15.01	25/5/2022	1/6/2022	29920.0

N°	Descripción	14 Días de curado				
		Muestras	Ø (cm)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Carga (kg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	M - 1	15.00	23/5/2022	6/6/2022	34540.0
		M - 2	15.05	23/5/2022	6/6/2022	34740.0
		M - 3	15.02	23/5/2022	6/6/2022	34560.0
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.00	24/5/2022	7/6/2022	37940.0
		M - 2	15.10	24/5/2022	7/6/2022	38540.0
		M - 3	15.04	24/5/2022	7/6/2022	38600.0
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.05	24/5/2022	7/6/2022	37620.0
		M - 2	14.95	24/5/2022	7/6/2022	35510.0
		M - 3	15.00	24/5/2022	7/6/2022	37570.0
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.10	25/5/2022	8/6/2022	37180.0
		M - 2	15.04	25/5/2022	8/6/2022	36760.0
		M - 3	15.00	25/5/2022	8/6/2022	36820.0
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.90	25/5/2022	8/6/2022	36250.0
		M - 2	14.95	25/5/2022	8/6/2022	36760.0
		M - 3	15.04	25/5/2022	8/6/2022	36450.0

Ensayo:	Resistencia a la compresión
Normas:	ASTM C 39 / NTP 339.034
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner
	Br. Sucari Callo, Analia
F'c diseño:	210 kg/cm ²

N°	Descripción	28 Días de curado				
		Muestras	Ø (cm)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Carga (kg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	M - 1	14.93	23/5/2022	20/6/2022	38290.0
		M - 2	14.99	23/5/2022	20/6/2022	38180.0
		M - 3	14.95	23/5/2022	20/6/2022	38810.0
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.90	24/5/2022	21/6/2022	41510.0
		M - 2	15.10	24/5/2022	21/6/2022	43290.0
		M - 3	14.98	24/5/2022	21/6/2022	42200.0
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.98	24/5/2022	21/6/2022	47540.0
		M - 2	15.05	24/5/2022	21/6/2022	47540.0
		M - 3	14.97	24/5/2022	21/6/2022	47980.0
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.98	25/5/2022	22/6/2022	47370.0
		M - 2	15.02	25/5/2022	22/6/2022	40600.0
		M - 3	15.00	25/5/2022	22/6/2022	42060.0
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.00	25/5/2022	22/6/2022	41110.0
		M - 2	14.96	25/5/2022	22/6/2022	41730.0
		M - 3	14.99	25/5/2022	22/6/2022	40850.0

Ensayo:	Resistencia a la tracción indirecta del concreto
Normas:	ASTM C 496 / NTP 339.084
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analía
F'c diseño:	210 kg/cm ²

N°	Descripción	7 Días de curado				
		Muestras	Ø (cm)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Carga (kg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	M - 1	15.00	31/05/2022	7/6/2022	9470.0
		M - 2	14.90	31/5/2022	7/6/2022	9230.0
		M - 3	15.02	31/5/2022	7/6/2022	9400.0
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.98	31/05/2022	7/6/2022	11050.0
		M - 2	15.05	31/05/2022	7/6/2022	11710.0
		M - 3	15.00	31/05/2022	7/6/2022	11390.0
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.06	1/6/2022	8/6/2022	10810.0
		M - 2	14.90	1/6/2022	8/6/2022	10970.0
		M - 3	15.02	1/6/2022	8/6/2022	10790.0
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.05	1/6/2022	8/6/2022	10990.0
		M - 2	15.00	1/6/2022	8/6/2022	96800
		M - 3	15.01	1/6/2022	8/6/2022	10330.0
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.05	2/6/2022	9/6/2022	11700.0
		M - 2	15.04	2/6/2022	9/6/2022	9350.0
		M - 3	15.00	2/6/2022	9/6/2022	10550.0

N°	Descripción	14 Días de curado				
		Muestras	Ø (cm)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Carga (kg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	M - 1	15.00	31/5/2022	14/6/2022	11940.0
		M - 2	15.10	31/5/2022	14/6/2022	10130.0
		M - 3	15.06	31/5/2022	14/6/2022	11000.0
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.06	31/5/2022	14/6/2022	12190.0
		M - 2	15.02	31/5/2022	14/6/2022	12230.0
		M - 3	15.00	31/5/2022	14/6/2022	12310.0
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.90	1/6/2022	15/6/2022	11860.0
		M - 2	15.05	1/6/2022	15/6/2022	12310.0
		M - 3	15.00	1/6/2022	15/6/2022	11990.0
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.95	1/6/2022	15/6/2022	11330.0
		M - 2	15.05	1/6/2022	15/6/2022	11170.0
		M - 3	15.02	1/6/2022	15/6/2022	11270.0
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	15.09	2/6/2022	16/6/2022	11820.0
		M - 2	14.90	2/6/2022	16/6/2022	12300.0
		M - 3	14.98	2/6/2022	16/6/2022	12010.0

Ensayo:	Resistencia a la tracción indirecta del concreto
Normas:	ASTM C 496 / NTP 339.084
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner Br. Sucari Callo, Analía
F'c diseño:	210 kg/cm ²

N°	Descripción	28 Días de curado				
		Muestras	Ø (cm)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Carga (kg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	M - 1	14.95	31/5/2022	28/6/2022	13940.0
		M - 2	15.00	31/5/2022	28/6/2022	13510.0
		M - 3	14.99	31/5/2022	28/6/2022	13750.0
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.98	31/5/2022	28/6/2022	15850.0
		M - 2	14.95	31/5/2022	28/6/2022	15870.0
		M - 3	15.02	31/5/2022	28/6/2022	15690.0
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.98	1/6/2022	29/6/2022	14840.0
		M - 2	15.10	1/6/2022	29/6/2022	15020.0
		M - 3	15.05	1/6/2022	29/6/2022	14990.0
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.95	1/6/2022	29/6/2022	13810.0
		M - 2	14.98	1/6/2022	29/6/2022	14620.0
		M - 3	15.03	1/6/2022	29/6/2022	14250.0
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	14.98	2/6/2022	30/6/2022	14220.0
		M - 2	15.00	2/6/2022	30/6/2022	16000.0
		M - 3	14.96	2/6/2022	30/6/2022	15010.0

Ensayo:	Resistencia a la flexión
Normas:	ASTM C 78 / NTP 339.078
Tesis:	Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo – Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022
Tesistas:	Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner
	Br. Sucari Callo, Analia
F'c diseño:	210 kg/cm ²

N°	Descripción	28 Días de curado				
		Muestras	Long. Ø (cm)	Fecha de moldeo	Fecha de rotura	Carga (kg)
1	Concreto Patrón f'c = 210 kg/cm ²	M - 1	46.00	31/5/2022	28/6/2022	1890.0
		M - 2	46.00	31/5/2022	28/6/2022	1920.0
		M - 3	46.00	31/5/2022	28/6/2022	1760.0
2	Mezcla de concreto con 35% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	46.00	31/5/2022	28/6/2022	2100.0
		M - 2	46.00	31/5/2022	28/6/2022	2590.0
		M - 3	46.00	31/5/2022	28/6/2022	2340.0
3	Mezcla de concreto con 45% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	46.00	1/6/2022	29/6/2022	2230.0
		M - 2	46.00	1/6/2022	29/6/2022	2130.0
		M - 3	46.00	1/6/2022	29/6/2022	2080.0
4	Mezcla de concreto con 55% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	46.00	1/6/2022	29/6/2022	1800.0
		M - 2	46.00	1/6/2022	29/6/2022	1990.0
		M - 3	46.00	1/6/2022	29/6/2022	2050.0
5	Mezcla de concreto con 65% de cuarzo y 25% ignimbrita	M - 1	46.00	2/6/2022	30/6/2022	1880.0
		M - 2	46.00	2/6/2022	30/6/2022	2010.0
		M - 3	46.00	2/6/2022	30/6/2022	2100.0

Anexo 4. Validez

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Azael, Cari Checa

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LIMA NORTE**, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con lo cual optaremos el Título de Ingeniería Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: **“Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de un profesional para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

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

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



Willer Azael Cari Checa
INGENIERO CIVIL
CIP: 92355

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : Cari Checa, Willer Azael
Institución donde labora : Checa Ingenieros, Constructores y Consultores S.A.C.
N° de registro CIP : 92355
Especialidad : Ingeniero Civil
Autores del instrumento : Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner y Br. Sucari Callo, Analia
Instrumento de evaluación : Granulometría, adsorción, peso específico, peso unitario, contenido de humedad de los agregados, cuarzo e ignimbrita; asentamiento, exudación, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión del concreto.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El proyecto de investigación si cumple con los objetivos propuestos, de desarrollo e innovación.

Juliaca, 20 de Mayo del 2022



Willer Azael Cari Checa
 INGENIERO CIVIL
 CIP: 92355

CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Edwin Yoel, Choque Guzman

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LIMA NORTE**, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con lo cual optaremos el Título de Ingeniería Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: **“Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de un profesional para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

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

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


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : CHOQUE GUZMAN, EDWIN YOEL
Institución donde labora : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT SAC
N° de registro CIP : 239714
Especialidad : GEOTECNIA Y TRANSPORTE
Autores del instrumento : Br. Mayta Gonzales, Sinofereiner y Br. Sucari Callo, Analia
Instrumento de evaluación : Granulometría, adsorción, peso específico, peso unitario, contenido de humedad de los agregados, cuarzo e ignimbrita; asentamiento, exudación, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión del concreto.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

ESTE INSTRUMENTO ES APLICABLE Y COHERENTE

Juliaca, 11 de Mayo del 2022




CARTA DE PRESENTACIÓN

Ing. Wilfredo, Cari Checa

Presente:

Asunto: Validación de Instrumentos.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiantes de la **UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – LIMA NORTE**, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con lo cual optaremos el Título de Ingeniería Civil.

El título de nuestro proyecto de investigación es: **“Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022”** y siendo imprescindible contar con la aprobación de un profesional para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

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

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



WILFREDO CARI CHECA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 57738

INFORME DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto : CARI CHECA, WILFREDO
Institución donde labora : CHECA INGENIEROS, CONSTRUCTORES Y CONSULTORES SAC
N° de registro CIP : 57738
Especialidad : ING. CIVIL
Autores del instrumento : Br. Mayta Gonzales, Sinoferiner y Br. Sucari Callo, Analia
Instrumento de evaluación : Granulometría, adsorción, peso específico, peso unitario, contenido de humedad de los agregados, cuarzo e ignimbrita, asentamiento, exudación, resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión del concreto.

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguajes apropiados y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento refleja vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológica innovación y legal inherente a la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL .					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: PROPIEDADES DE UN CONCRETO ESTRUCTURAL .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL						50

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN SI CUMPLE CON LOS OBJETIVOS PROPUESTOS, DE DESARROLLO E INNOVACIÓN

Juliaca, 10 de MAYO del 2022


WILFREDO CARI CHECA
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 57738

Anexo 5. Certificados de ensayos de laboratorio

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO:	RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSIÓN:	
		PAGINA: 1	

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

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117, C-136 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
CANTERA : A. G. (PIEDRA CHANCADA) **FECHA** : 12/5/2022
 : A. F. ARENA GRUESA

PROCESO DE DISEÑO:

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 210 \text{ Kg./cm.}^2$ a los 28 días
entonces la resistencia promedio $F'cr = 294 \text{ Kg./cm.}^2$

Las condiciones de colocación permiten un asentamiento de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).

Dado el uso del agregado grueso, se utilizará el único agregado de calidad satisfactoria y económicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduación para el diámetro máximo nominal es de: 3/4 (19.05mm)

Además se indica las pruebas de laboratorio para los agregados realizadas previamente:

RESULTADOS DE LABORATORIO

CARACTERISTICAS FISICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e de Sólidos		
P.e SSS	2.55	2.50
P.e Bulk		
P.U. Varillado	1446	1449
P.U. Suelto	1302	1302
% de Absorción	1.25	3.61
% de Humedad Natural	1.13	5.01
Modulo de Fineza	-	2.38

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática:

- 1, El asentamiento dado es de 3" a 4" (76.2 mm. A 101.6 mm.).
- 2, Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal: 3/4" (19.05mm)




 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO:	RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSIÓN:	
		PAGINA: 2	

- 3, Puesto que no se utilizara incorporador de aire, la estructura no estará expuesta a intemperismo severo, la cantidad aproximada de agua de mezclado que se empleará para producir el asentamiento indicado será de: **205 Lt/m3**
- 4, Como el concreto no estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
- 5, Como se prevee que el concreto no será atacado por sulfatos, entonces las relación agua/cemento (a/c) será de: **0.56**
- 6, De acuerdo a la información obtenida en los items 3 y 4 el requerimiento de cemento será de:

$$(205 \text{ Lt/m3}) / (0.56) = 367 \text{ Kg/m3}$$

- 7, De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = **2.38** el peso específico unitario del agregado grueso varillado-compactado de **1445.8 Kg/m3** y un agregado grueso con tamaño máximo nominal d **3/4" (19.05mm)** se recomienda el uso de **0.609** m3 de agregado grueso por m3 de concreto. Por tanto el peso seco del agregado grueso será de:

$$(0.609) * (1445.8) = 881 \text{ Kg/m3}$$

- 8, Una vez determinadas las cantidades de agua, cemento y agregado grueso, los materiales resultantes para completar un m3 de concreto consistirán en arena y aire atrapado. La cantidad de arena requerida se puede determinar en base al volumen absoluto como se muestra a continuación.

Con las cantidades de agua, cemento y agregado grueso ya determinadas y considerando el contenido aproximado de aire atrapado, se puede calcular el contenido de arena como sigue:

Volúmen absoluto de agua	= (205) / (1000)	= 0.205
Volúmen absoluto de cemento	= (367) / (2.848 * 1000)	= 0.129
Volúmen absoluto de agregado grueso	= (881) / (2.55 * 1000)	= 0.345
Volúmen de aire atrapado	= (2.0) / (100)	= 0.020
Volúmen sub total	=	0.699

Volúmen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de:} \quad = (1.000 - 0.699) = 0.301 \text{ m3}$$

$$(0.301) * (2.50) * 1000 = 752 \text{ Kg/m3}$$

- 9, De acuerdo a las pruebas de laboratorio se tienen % de humedad, por las que se tiene que ser corregidas los pesos de los agregados:

$$\text{Agregado grueso húmedo (} 881 \text{) * (} 1.011254 \text{) = } 890.4 \text{ Kg.}$$

$$\text{Agregado Fino húmedo (} 752 \text{) * (} 1.0501 \text{) = } 789 \text{ Kg.}$$



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO:	RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSIÓN:	
		PAGINA: 3	

- 10, El agua de absorción no forma parte del agua de mezclado y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 881 * \left(\frac{1.13 - 1.253}{100} \right) - 752 \left(\frac{5.01 - 3.61}{100} \right) = 196$$

DOSIFICACIÓN

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO	PROPORCION EN VOLUMEN	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO	PROPORCION EN VOLUMEN
	(Kg/m3)	PESO SECO	(Kg/m3)	PESO HUMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.558	196	0.53
Agreg. Grueso	881	2.40	890	2.42
Agreg. Fino	752	2.05	789	2.15
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m3 DE CEMENTO

DOSIFICACION POR PESO:

Cemento	:	42.50 Kg.
Agregado fino húmedo	:	91.31 Kg.
Agregado grueso húmedo	:	103.01 Kg.
Agua efectiva	:	22.63 Kg.

DOSIFICACION POR TANDAS:

Para Mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento:	Redondeo
- 2.48 p3 de Arena	2.5 p3 de Arena
- 2.79 p3 de Grava	2.8 p3 de Grava
- 23 Lt de Agua	23 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arena como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION POR TANDAS.

* Se debera de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES:

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




 Ing. Edwin Voel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :		RUC - 20606762357
	VERSIÓN :		
	PAGINA:	4	

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117, C-136 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES **UBICACIÓN :** JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 ANALIA SUCARI CALLO

CANTERA : A. G. (PIEDRA CHANCADA) **FECHA :** 12/5/2022
 A. F. ARENA GRUESA

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>482.58</u>
N° 4	4.84	0.97	0.97	99.03	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	25.18	5.04	6.00	94.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1500.00</u>
N° 16	60.78	12.16	18.16	81.84	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1807.05</u>
N° 30	147.40	29.48	47.64	52.36	PESO ESPECÍFICO	
N° 50	132.73	26.55	74.19	25.81	Wc+B =	<u>2000</u> Wc+B-W = <u>193</u>
N° 100	86.48	17.30	91.48	8.52	Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W} = \frac{482.58}{1807.05 - 193} = \underline{2.50} \text{ gr/cm}^3$
N° 200	28.72	5.74	97.23	2.77	ABSORCIÓN	
FONDO	13.87	2.77	100.00	0.00	B =	<u>500.00</u> B-A = <u>17.42</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{17.42 \times 100}{482.58} = \underline{3.61} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MODULO DE FINEZA					2.38	

PIEDRA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
2"	0.0	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>790.10</u>
1 1/2"	0.0	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>800.00</u>
1"	0.0	0.00	0.00	100.00	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1500.00</u>
3/4"	909.0	22.73	22.73	77.28	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1990.00</u>
1/2"	1901.0	47.53	70.25	29.75	PESO ESPECÍFICO	
3/8"	940.0	23.50	93.75	6.25	Wc+B =	<u>2300</u> Wc+B-W = <u>310</u>
1/4"	226.0	5.65	99.40	0.60	Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W} = \frac{790.10}{1990.00 - 310} = \underline{2.55} \text{ gr/cm}^3$
N° 4	8.0	0.20	99.60	0.40	ABSORCIÓN	
FONDO	16.00	0.40	100.00	0.00	B =	<u>800.00</u> B-A = <u>9.90</u>
SUMA	4000.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{9.90 \times 100}{790.10} = \underline{1.25} \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :		RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSIÓN :		
		PAGINA:	5	

PROYECTO "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE SINOFEREINER MAYTA GONZALES **UBICACIÓN** JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
CANTERA ANALIA SUCARI CALLO **FECHA** 12/5/2022
A. G. (PIEDRA CHANCADA)
A. F. ARENA GRUESA

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C 566 / NTP 339.185

A. FINO	
P.T. M. HUM	200.02
P.T.M. SECA	192.41
P.TARRO	40.56
P AGUA	7.61
P.S.SECO	151.85
% HUMEDAD	5.01

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	351.56
P.T.M. SECA	348.15
P.TARRO	45.15
P AGUA	3.41
P.S.SECO	303.00
% HUMEDAD	1.13

PESOS UNITARIOS

ASTM C 29 / NTP 400.017

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
9343	6607.0	2101.91	1302
9349	6607.0	2101.91	1305
9340	6607.0	2101.91	1300
P.U. SUELTO			1302

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
11642	7475.0	3206.94	1299
11660	7475.0	3206.94	1305
11650	7475.0	3206.94	1302
P.U. SUELTO			1302

VARRILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
9649	6607.0	2101.91	1447
9660	6607.0	2101.91	1452
9651	6607.0	2101.91	1448
P.U. VARRILLADO			1449

VARRILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
12123	7475.0	3206.94	1449
12090	7475.0	3206.94	1439
12122	7475.0	3206.94	1449
P.U. VARRILLADO			1446

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA: 6

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

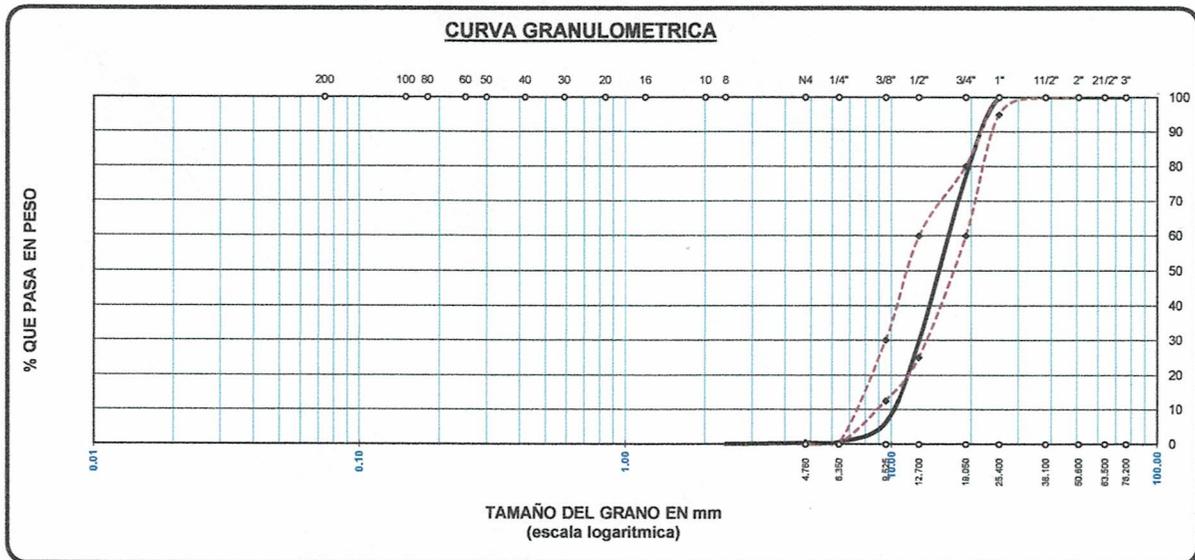
[MTC E-107 / ASTM D-422, C-117, C-136 / AASHTO T-27 T-88]

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

CANTERA : A. G. (PIEDRA CHANCADA) FECHA : 12/5/2022
A. F. ARENA GRUESA

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	Peso Inicial = 4000.0
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	Tamaño máx. = 1
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	909.00	22.73	22.73	77.28	25 60	OBSERVACIONES:
1/2"	12.700	1901.00	47.53	70.25	29.75		
3/8"	9.525	940.00	23.50	93.75	6.25	0 0.1	
1/4"	6.350	226.00	5.65	99.40	0.60		
No4	4.760	8.00	0.20	99.60	0.40		
FONDO	2.38	16.00	0.40	100.00	0.0		
TOTAL		4000.00	100.00				
% PERDIDA		0.40					



LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

PAGINA: 7

RUC - 20606762357

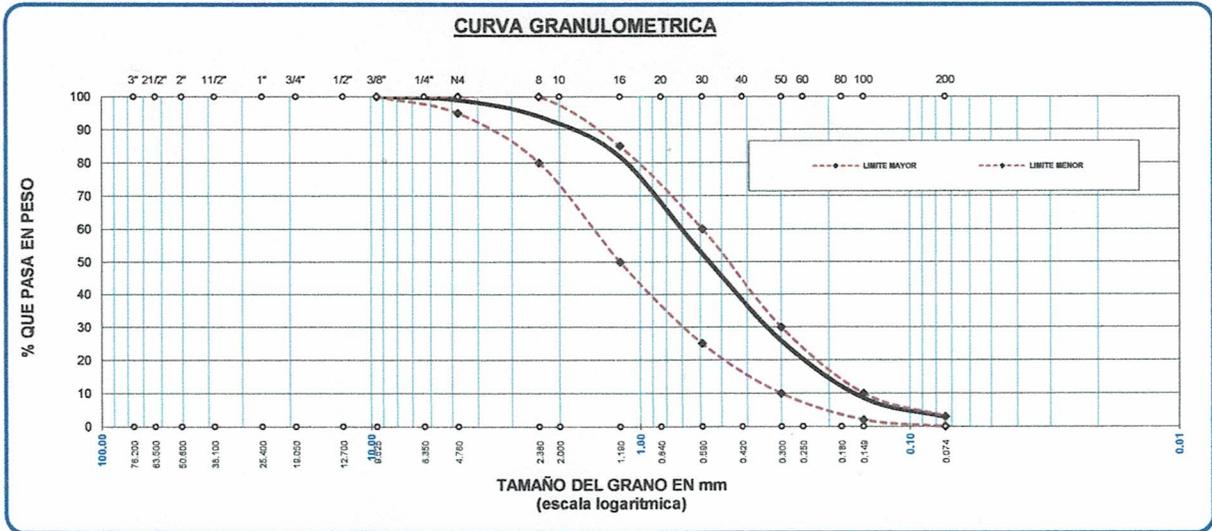
"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117, C-136 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES **UBICACIÓN** : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
CANTERA : A. G. (PIEDRA CHANCADA) **FECHA** : 12/5/2022
 A. F. ARENA GRUESA

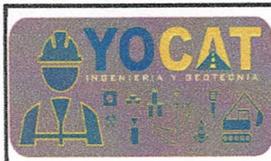
TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA			
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	PESO INICIAL	500
1/4"	6.350							
No4	4.760	4.84	0.97	0.97	99.03	95 100	MODULO DE FINEZA	2.384
No8	2.380	25.18	5.04	6.00	94.00	80 100		
No10	2.000							
No16	1.190	60.78	12.16	18.16	81.84	50 85	% QUE PASA LA MALLA 200	2.77
No20	0.840							
No30	0.590	147.40	29.48	47.64	52.36	25 60		
No40	0.420						OBSERVACIONES	
No50	0.300	132.73	26.55	74.19	25.81	10 30		
No60	0.250							
No80	0.180							
No100	0.149	86.48	17.30	91.48	8.52	2 10		
No200	0.074	28.72	5.74	97.23	2.77	0 3		
BASE		13.87	2.77	100.00	0.00			
TOTAL		500.00	100.00					
% PERDIDA		2.77						



LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

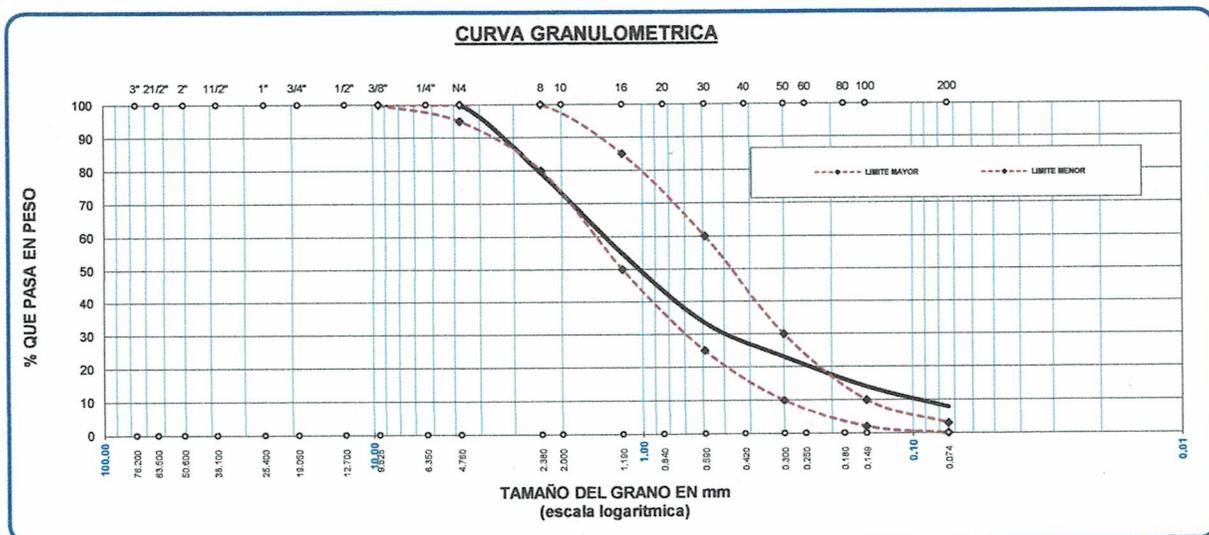
SOLICITANTE : SINFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : CUARZO

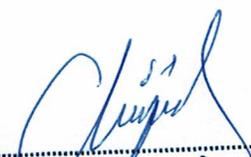
FECHA : 20/6/2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	%RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100 100	PESO INICIAL 500
1/4"	6.350						
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	MODULO DE FINEZA 2.956
No8	2.380	104.30	20.86	20.86	79.14	80 100	
No10	2.000						% QUE PASA LA MALLA 200 7.86
No16	1.190	121.67	24.33	45.19	54.81	50 85	
No20	0.840						OBSERVACIONES
No30	0.590	106.80	21.36	66.55	33.45	25 60	
No40	0.420						
No 50	0.300	51.91	10.38	76.94	23.06	10 30	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	45.38	9.08	86.01	13.99	2 10	
No200	0.074	30.65	6.13	92.14	7.86	0 3	
BASE		39.29	7.86	100.00	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		7.86					



LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :		RUC - 20606762357
	VERSIÓN :		
	PAGINA:		

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFERREINER MAYTA GONZALES UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : CUARZO FECHA : 20/6/2022

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS ABREGADOS

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Específico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno <u>479.42</u>
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) <u>500.00</u>
N° 8	104.30	20.86	20.86	79.14	Wc	-Peso del picnómetro con agua <u>1500.00</u>
N° 16	121.67	24.33	45.19	54.81	W	-Peso del Pic. + muestra + agua <u>1813.00</u>
N° 30	106.80	21.36	66.55	33.45	PESO ESPECIFICO	
N° 50	51.91	10.38	76.94	23.06	Wc+B = <u>2000</u>	Wc+B-W = <u>187</u>
N° 100	45.38	9.08	86.01	13.99	Pe = $\frac{A}{Wc+B-W} = \frac{479.42}{1813.00 - 1500.00} = \frac{479.42}{313.00} = 1.53$	<u>2.56</u> gr/cm3
N° 200	30.65	6.13	92.14	7.86	ABSORCION	
FONDO	39.29	7.86	100.00	0.00	B = <u>500.00</u>	B-A = <u>20.58</u>
SUMA	500.00	100.00			Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{20.58 \times 100}{479.42} = 4.29$	<u>4.29</u> %
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MODULO DE FINEZA					<u>2.96</u>	



Edwin Yoel Choque Guzman
Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :		RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSIÓN :		
		PAGINA:		

PROYECTO "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE SINOFEREINER MAYTA GONZALES **UBICACIÓN** JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
ANALIA SUCARI CALLO
DESCRIPCIÓN CUARZO **FECHA** 20/6/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C 566 / NTP 339.185

A. FINO	
P.T. M. HUM	352.16
P.T.M. SECA	349.55
P.TARRO	38.33
P AGUA	2.61
P.S.SECO	311.22
% HUMEDAD	0.84

PESOS UNITARIOS

ASTM C 29 / NTP 400.017

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
9448	6039.0	2101.91	1622
9469	6039.0	2101.91	1632
9447	6039.0	2101.91	1621
P.U. SUELTO			1625

VARRILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
9927	6039.0	2101.91	1850
9806	6039.0	2101.91	1792
9884	6039.0	2101.91	1829
P.U. VARRILLADO			1824

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

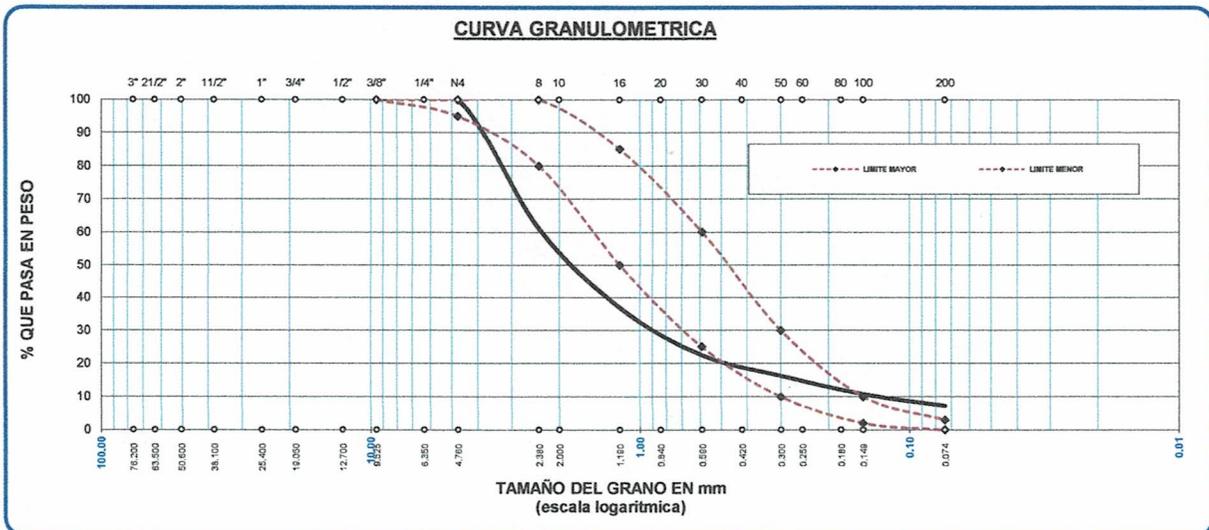
SOLICITANTE : SINFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN : IGNIMBRITA

FECHA : 20/6/2022

TAMICES	ABERTURA	PESO	%	%RET.	% QUE	ESPECIF.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
ASTM	mm	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PASA				
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100	PESO INICIAL	500
1/4"	6.350								
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100	MODULO DE FINEZA	3.527
No8	2.380	195.07	39.01	39.01	60.99	80	100		
No10	2.000							% QUE PASA LA MALLA 200	7.23
No16	1.190	120.27	24.05	63.07	36.93	50	85		
No20	0.840							OBSERVACIONES	
No30	0.590	72.43	14.49	77.55	22.45	25	60		
No40	0.420								
No50	0.300	31.16	6.23	83.79	16.21	10	30		
No60	0.250								
No80	0.180								
No100	0.149	27.42	5.48	89.27	10.73	2	10		
No200	0.074	17.48	3.50	92.77	7.23	0	3		
BASE		36.17	7.23	100.00	0.00				
TOTAL		500.00	100.00						
% PERDIDA			7.23						



LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :		RUC - 20606762357
	VERSIÓN :		
	PAGINA:		

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27 T-88)

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES **UBICACIÓN :** JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : IGNIMBRITA **FECHA :** 20/6/2022

ANALISIS MECANICO Y PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método del Picnómetro	
3/8"	0.00	0.00	0.00	100.00	A	-Peso de muestra secada al horno = 487.00
N° 4	0.00	0.00	0.00	100.00	B	-Peso de muestra saturada seca (SSS) = 500.00
N° 8	195.07	39.01	39.01	60.99	Wc	-Peso del picnómetro con agua = 1500.00
N° 16	120.27	24.05	63.07	36.93	W	-Peso del Pic. + muestra + agua = 1805.00
N° 30	72.43	14.49	77.55	22.45	PESO ESPECIFICO	
N° 50	31.16	6.23	83.79	16.21	Wc+B =	2000 Wc+B-W = 195
N° 100	27.42	5.48	89.27	10.73	Pe =	$\frac{A}{Wc+B-W} = \frac{487.00}{1500.00 - 1805.00 + 500.00} = 2.50 \text{ gr/cm}^3$
N° 200	17.48	3.50	92.77	7.23	ABSORCION	
FONDO	36.17	7.23	100.00	0.00	B =	500.00 B-A = 13.00
SUMA	500.00	100.00			Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A} = \frac{13.00 \times 100}{487.00} = 2.67 \%$
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico						
Mf = MODULO DE FINEZA					3.53	




 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

OBSERVACIONES
 LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC -
20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

PROYECTO

"EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA)
TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE

SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

UBICACIÓN

JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

DESCRIPCIÓN

IGNIMBRITA

FECHA

20/6/2022

CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM C 566 / NTP 339.185

A. FINO	
P.T. M. HUM	312.50
P.T.M. SECA	309.04
P.TARRO	40.12
P AGUA	3.46
P.S.SECO	268.92
% HUMEDAD	1.29

PESOS UNITARIOS

ASTM C 29 / NTP 400.017

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
9004	6039.0	2101.91	1411
9048	6039.0	2101.91	1432
9038	6039.0	2101.91	1427
P.U. SUELTO			1423

VARRILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	P.U.
(gr.)	(gr.)	(cm3)	(kg/m3)
9433	6039.0	2101.91	1615
9473	6039.0	2101.91	1634
9486	6039.0	2101.91	1640
P.U. VARRILLADO			1629

OBSERVACIONES

LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Edwin Yoel Choque Guzman
Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
	PAGINA :	

INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

ENSAYO DE DESGASTE
(ABRASIÓN LOS ANGELES)
MTC E 207 / ASTM C131

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE : ANALIA SUCARI CALLO UBICACIÓN : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
DESCRIPCIÓN : IGNIMBRITA FECHA : 20/6/2022
CALICATA : —

MÉTODO	A	B	C	D	E	F	G	REVOLUCIONES	500	1000
N° DE ESFERAS	12	11	8	6	12					

TAMAÑO DE MALLAS		PESO INICIAL	PESO FINAL	PESO PERDIDO	PORCENTAJE DE DESGASTE
PASA	RETIENE	gr.	gr.	gr.	%
		---	---	---	---
		---	---	---	---
9.50 mm (3/8")	6.30 mm (1/4")	2500.0	---	---	---
6.30 mm (1/4")	4.75 mm (N° 4")	2500.0	---	---	---
PESO TOTAL DE LA MUESTRA		5000.0	3574.0	1426.0	28.52%

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esd. GEOTECNIA Y TRANSPORTF



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

NTP 339.034 / ASTM C 39 / NTP 339.034

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

LUGAR : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 1/6/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA		EDAD (DIAS)	ROTURA (%)
							MOLDEO	ROTURA		
1	PATRON / M - 01	27490.0	15.12	179.6	153.10	210	23/5/2022	30/5/2022	7	72.9%
	15.12 cm. x 30.00 cm.									
2	PATRON / M - 02	27920.0	15.00	176.7	157.99	210	23/5/2022	30/5/2022	7	75.2%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
3	PATRON / M - 03	27200.0	15.05	177.9	152.90	210	23/5/2022	30/5/2022	7	72.8%
	15.05 cm. x 30.00 cm.									
4	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	33080.0	15.15	180.3	183.51	210	24/5/2022	31/5/2022	7	87.4%
	15.15 cm. x 30.00 cm.									
5	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	31580.0	15.08	178.6	176.70	210	24/5/2022	31/5/2022	7	84.1%
	15.08 cm. x 30.00 cm.									
6	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	32100.0	15.00	176.7	181.65	210	24/5/2022	31/5/2022	7	86.5%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
7	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	30590.0	15.04	177.7	172.18	210	24/5/2022	31/5/2022	7	82.0%
	15.04 cm. x 30.00 cm.									
8	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	31520.0	15.02	177.2	177.89	210	24/5/2022	31/5/2022	7	84.7%
	15.02 cm. x 30.00 cm.									
9	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	31600.0	15.00	176.7	178.82	210	24/5/2022	31/5/2022	7	85.2%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
10	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	29580.0	15.05	177.9	166.28	210	25/5/2022	1/6/2022	7	79.2%
	15.05 cm. x 30.00 cm.									
11	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	29800.0	15.10	179.1	165.29	210	25/5/2022	1/6/2022	7	78.7%
	15.10 cm. x 30.00 cm.									
12	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	29950.0	15.04	177.7	168.58	210	25/5/2022	1/6/2022	7	80.3%
	15.04 cm. x 30.00 cm.									
13	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	30160.0	15.02	177.2	170.22	210	25/5/2022	1/6/2022	7	81.1%
	15.02 cm. x 30.00 cm.									
14	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	30580.0	14.95	175.5	174.21	210	25/5/2022	1/6/2022	7	83.0%
	14.95 cm. x 30.00 cm.									
15	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	29920.0	15.01	177.0	169.09	210	25/5/2022	1/6/2022	7	80.5%
	15.01 cm. x 30.00 cm.									

OBSERVACIONES :

LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTF



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

PAGINA:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

NTP 339.034 / ASTM C 39 / NTP 339.034

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

LUGAR : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 8/8/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA		EDAD (DIAS)	ROTURA (%)
							MOLDEO	ROTURA		
1	PATRON / M - 01	34540.0	15.00	176.7	195.46	210	23/5/2022	6/6/2022	14	93.1%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
2	PATRON / M - 02	34740.0	15.05	177.9	195.28	210	23/5/2022	6/6/2022	14	93.0%
	15.05 cm. x 30.00 cm.									
3	PATRON / M - 03	34560.0	15.02	177.2	195.05	210	23/5/2022	6/6/2022	14	92.9%
	15.02 cm. x 30.00 cm.									
4	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	37940.0	15.00	176.7	214.70	210	24/5/2022	7/6/2022	14	102.2%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
5	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	38540.0	15.10	179.1	215.21	210	24/5/2022	7/6/2022	14	102.5%
	15.10 cm. x 30.00 cm.									
6	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	38600.0	15.04	177.7	217.27	210	24/5/2022	7/6/2022	14	103.5%
	15.04 cm. x 30.00 cm.									
7	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	37620.0	15.05	177.9	211.47	210	24/5/2022	7/6/2022	14	100.7%
	15.05 cm. x 30.00 cm.									
8	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	35510.0	14.95	175.5	202.29	210	24/5/2022	7/6/2022	14	96.3%
	14.95 cm. x 30.00 cm.									
9	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	37570.0	15.00	176.7	212.60	210	24/5/2022	7/6/2022	14	101.2%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
10	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	37180.0	15.10	179.1	207.62	210	25/5/2022	8/6/2022	14	98.9%
	15.10 cm. x 30.00 cm.									
11	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	36760.0	15.04	177.7	206.91	210	25/5/2022	8/6/2022	14	98.5%
	15.04 cm. x 30.00 cm.									
12	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	36820.0	15.00	176.7	208.36	210	25/5/2022	8/6/2022	14	99.2%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
13	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	36250.0	14.90	174.4	207.90	210	25/5/2022	8/6/2022	14	99.0%
	14.90 cm. x 30.00 cm.									
14	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	36760.0	14.95	175.5	209.41	210	25/5/2022	8/6/2022	14	99.7%
	14.95 cm. x 30.00 cm.									
15	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	36450.0	15.04	177.7	205.17	210	25/5/2022	8/6/2022	14	97.7%
	15.04 cm. x 30.00 cm.									

OBSERVACIONES :

LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.*

PAGINA:

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS

NTP 339.034 / ASTM C 39 / NTP 339.034

PROYECTO : EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022

SOLICITANTE : SINO FERREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

LUGAR : JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

FECHA : 22/6/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	ÁREA (cm ²)	ESF. ROTURA (kg/cm ²)	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA		EDAD (DIAS)	ROTURA (%)
							MOLDEO	ROTURA		
1	PATRON / M - 01	38290.0	14.93	175.1	218.71	210	23/5/2022	20/6/2022	28	104.1%
	14.93 cm. x 30.00 cm.									
2	PATRON / M - 02	38180.0	14.99	176.5	216.34	210	23/5/2022	20/6/2022	28	103.0%
	14.99 cm. x 30.00 cm.									
3	PATRON / M - 03	38810.0	14.95	175.5	221.09	210	23/5/2022	20/6/2022	28	105.3%
	14.95 cm. x 30.00 cm.									
4	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	41510.0	14.90	174.4	238.06	210	24/5/2022	21/6/2022	28	113.4%
	14.90 cm. x 30.00 cm.									
5	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	43290.0	15.10	179.1	241.74	210	24/5/2022	21/6/2022	28	115.1%
	15.10 cm. x 30.00 cm.									
6	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	42200.0	14.98	176.2	239.44	210	24/5/2022	21/6/2022	28	114.0%
	14.98 cm. x 30.00 cm.									
7	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	41640.0	14.98	176.2	236.26	210	24/5/2022	21/6/2022	28	112.5%
	14.98 cm. x 30.00 cm.									
8	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	41540.0	15.05	177.9	233.51	210	24/5/2022	21/6/2022	28	111.2%
	15.05 cm. x 30.00 cm.									
9	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	41980.0	14.97	176.0	238.51	210	24/5/2022	21/6/2022	28	113.6%
	14.97 cm. x 30.00 cm.									
10	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	41370.0	14.98	176.2	234.73	210	25/5/2022	22/6/2022	28	111.8%
	14.98 cm. x 30.00 cm.									
11	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	40600.0	15.02	177.2	229.14	210	25/5/2022	22/6/2022	28	109.1%
	15.02 cm. x 30.00 cm.									
12	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	42060.0	15.00	176.7	238.01	210	25/5/2022	22/6/2022	28	113.3%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
13	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	41110.0	15.00	176.7	232.64	210	25/5/2022	22/6/2022	28	110.8%
	15.00 cm. x 30.00 cm.									
14	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	41730.0	14.96	175.8	237.41	210	25/5/2022	22/6/2022	28	113.1%
	14.96 cm. x 30.00 cm.									
15	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	40850.0	14.99	176.5	231.47	210	25/5/2022	22/6/2022	28	110.2%
	14.99 cm. x 30.00 cm.									

OBSERVACIONES :

LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.*	VERSIÓN :	
		PAGINA:	

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

MTC E 708 / ASTM C 496 / NTP 339.084

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

FECHA : 9/6/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	LONGITUD (cm)	F _c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA		EDAD (DIAS)	TRACCIÓN INDIRECTA $T = \frac{2P}{\pi L d}$ (kg/cm ²)
						MOLDEO	ROTURA		
1	PATRON / M - 01 15.00 cm. x 30.00 cm.	9470.0	15.00	30.0	210	31/5/2022	7/6/2022	7	13.40
2	PATRON / M - 02 14.90 cm. x 30.00 cm.	9230.0	14.90	30.0	210	31/5/2022	7/6/2022	7	13.15
3	PATRON / M - 03 15.02 cm. x 30.00 cm.	9400.0	15.02	30.0	210	31/5/2022	7/6/2022	7	13.28
4	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 14.98 cm. x 30.00 cm.	11050.0	14.98	30.0	210	31/5/2022	7/6/2022	7	15.65
5	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.05 cm. x 30.00 cm.	11710.0	15.05	30.0	210	31/5/2022	7/6/2022	7	16.51
6	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.00 cm. x 30.00 cm.	11390.0	15.00	30.0	210	31/5/2022	7/6/2022	7	16.11
7	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 15.00 cm. x 30.00 cm.	10810.0	15.00	30.0	210	1/6/2022	8/6/2022	7	15.29
8	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 14.90 cm. x 30.00 cm.	10970.0	14.90	30.0	210	1/6/2022	8/6/2022	7	15.62
9	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.02 cm. x 30.00 cm.	10790.0	15.02	30.0	210	1/6/2022	8/6/2022	7	15.24
10	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 15.05 cm. x 30.00 cm.	10990.0	15.05	30.0	210	1/6/2022	8/6/2022	7	15.50
11	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.00 cm. x 30.00 cm.	9680.0	15.00	30.0	210	1/6/2022	8/6/2022	7	13.69
12	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.01 cm. x 30.00 cm.	10330.0	15.01	30.0	210	1/6/2022	8/6/2022	7	14.60
13	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 15.05 cm. x 30.00 cm.	11700.0	15.05	30.0	210	2/6/2022	9/6/2022	7	16.50
14	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.04 cm. x 30.00 cm.	9350.0	15.04	30.0	210	2/6/2022	9/6/2022	7	13.19
15	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.00 cm. x 30.00 cm.	10550.0	15.00	30.0	210	2/6/2022	9/6/2022	7	14.93

OBSERVACIONES :
LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE




Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSIÓN :	
		PAGINA:	

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

MTC E 708 / ASTM C 496 / NTP 339.084

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

FECHA : 16/6/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	LONGITUD (cm)	F'c DISEÑO (kg/cm2)	FECHA		EDAD (DIAS)	TRACCIÓN INDIRECTA $T = \frac{2P}{\pi Ld}$ (kg/cm2)
						MOLDEO	ROTURA		
1	PATRON / M - 01 15.00 cm. x 30.00 cm.	11940.0	15.00	30.0	210	31/5/2022	14/6/2022	14	16.89
2	PATRON / M - 02 15.10 cm. x 30.00 cm.	10130.0	15.10	30.0	210	31/5/2022	14/6/2022	14	14.24
3	PATRON / M - 03 15.06 cm. x 30.00 cm.	11000.0	15.06	30.0	210	31/5/2022	14/6/2022	14	15.50
4	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 15.06 cm. x 30.00 cm.	12190.0	15.06	30.0	210	31/5/2022	14/6/2022	14	17.18
5	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.02 cm. x 30.00 cm.	12230.0	15.02	30.0	210	31/5/2022	14/6/2022	14	17.28
6	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.00 cm. x 30.00 cm.	12310.0	15.00	30.0	210	31/5/2022	14/6/2022	14	17.42
7	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 14.90 cm. x 30.00 cm.	11860.0	14.90	30.0	210	1/6/2022	15/6/2022	14	16.89
8	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.05 cm. x 30.00 cm.	12310.0	15.05	30.0	210	1/6/2022	15/6/2022	14	17.36
9	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.00 cm. x 30.00 cm.	11990.0	15.00	30.0	210	1/6/2022	15/6/2022	14	16.96
10	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 14.95 cm. x 30.00 cm.	11330.0	14.95	30.0	210	1/6/2022	15/6/2022	14	16.08
11	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.05 cm. x 30.00 cm.	11170.0	15.05	30.0	210	1/6/2022	15/6/2022	14	15.75
12	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.02 cm. x 30.00 cm.	11270.0	15.02	30.0	210	1/6/2022	15/6/2022	14	15.92
13	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 15.09 cm. x 30.00 cm.	11820.0	15.09	30.0	210	2/6/2022	16/6/2022	14	16.62
14	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 14.90 cm. x 30.00 cm.	12300.0	14.90	30.0	210	2/6/2022	16/6/2022	14	17.52
15	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 14.98 cm. x 30.00 cm.	12010.0	14.98	30.0	210	2/6/2022	16/6/2022	14	17.01

OBSERVACIONES :
LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
'INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.'	PAGINA:	

ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

MTC E 708 / ASTM C 496 / NTP 339.084

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO
FECHA : 30/6/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA (kg)	Ø (cm)	LONGITUD (cm)	F'c DISEÑO (kg/cm ²)	FECHA		EDAD (DIAS)	TRACCIÓN INDIRECTA $T = \frac{2P}{\pi Ld}$ (kg/cm ²)
						MOLDEO	ROTURA		
1	PATRON / M - 01 14.95 cm. x 30.00 cm.	13940.0	14.95	30.0	210	31/5/2022	28/6/2022	28	19.79
2	PATRON / M - 02 15.00 cm. x 30.00 cm.	13510.0	15.00	30.0	210	31/5/2022	28/6/2022	28	19.11
3	PATRON / M - 03 14.99 cm. x 30.00 cm.	13750.0	14.99	30.0	210	31/5/2022	28/6/2022	28	19.47
4	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 14.98 cm. x 30.00 cm.	15850.0	14.98	30.0	210	31/5/2022	28/6/2022	28	22.45
5	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 14.95 cm. x 30.00 cm.	15570.0	14.95	30.0	210	31/5/2022	28/6/2022	28	22.10
6	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.02 cm. x 30.00 cm.	15690.0	15.02	30.0	210	31/5/2022	28/6/2022	28	22.17
7	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 14.98 cm. x 30.00 cm.	14840.0	14.98	30.0	210	1/6/2022	29/6/2022	28	21.02
8	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.10 cm. x 30.00 cm.	15020.0	15.10	30.0	210	1/6/2022	29/6/2022	28	21.11
9	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.05 cm. x 30.00 cm.	14990.0	15.05	30.0	210	1/6/2022	29/6/2022	28	21.14
10	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 14.95 cm. x 30.00 cm.	13810.0	14.95	30.0	210	1/6/2022	29/6/2022	28	19.60
11	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 14.98 cm. x 30.00 cm.	14620.0	14.98	30.0	210	1/6/2022	29/6/2022	28	20.71
12	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 15.03 cm. x 30.00 cm.	14250.0	15.03	30.0	210	1/6/2022	29/6/2022	28	20.12
13	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01 14.98 cm. x 30.00 cm.	14220.0	14.98	30.0	210	2/6/2022	30/6/2022	28	20.14
14	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02 15.00 cm. x 30.00 cm.	16000.0	15.00	30.0	210	2/6/2022	30/6/2022	28	22.64
15	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03 14.96 cm. x 30.00 cm.	15010.0	14.96	30.0	210	2/6/2022	30/6/2022	28	21.29

OBSERVACIONES :

LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

PAGINA:

RESISTENCIA A LA FLEXION DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO

MTC E 709 / ASTM C 78 / NTP 339.078

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

FECHA : 30/6/2022

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	LONG.	ANCHO	ALTURA	FECHA		EDAD	MODULO DE ROTURA
		P (kg)	L (cm)	B (cm)	D (cm)	MOLDEO	ROTURA	(DIAS)	$R = \frac{PL}{Bd^2}$ (kg/cm ²)
1	PATRON / M - 01	1890.0	46.0	15.0	15.0	31/5/2022	28/6/2022	28	25.76
2	PATRON / M - 02	1920.0	46.0	15.0	15.0	31/5/2022	28/6/2022	28	26.17
3	PATRON / M - 03	1760.0	46.0	15.0	15.0	31/5/2022	28/6/2022	28	23.99
4	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	2100.0	46.0	15.0	15.0	31/5/2022	28/6/2022	28	28.62
5	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	2590.0	46.0	15.0	15.0	31/5/2022	28/6/2022	28	35.30
6	(35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	2340.0	46.0	15.0	15.0	31/5/2022	28/6/2022	28	31.89
7	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	2230.0	46.0	15.0	15.0	1/6/2022	29/6/2022	28	30.39
8	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	2130.0	46.0	15.0	15.0	1/6/2022	29/6/2022	28	29.03
9	45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	2080.0	46.0	15.0	15.0	1/6/2022	29/6/2022	28	28.35
10	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	1800.0	46.0	15.0	15.0	1/6/2022	29/6/2022	28	24.53
11	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	1990.0	46.0	15.0	15.0	1/6/2022	29/6/2022	28	27.12
12	55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	2050.0	46.0	15.0	15.0	1/6/2022	29/6/2022	28	27.94
13	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 01	1880.0	46.0	15.0	15.0	2/6/2022	30/6/2022	28	25.62
14	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 02	2010.0	46.0	15.0	15.0	2/6/2022	30/6/2022	28	27.40
15	65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA) M - 03	2100.0	46.0	15.0	15.0	2/6/2022	30/6/2022	28	28.62

OBSERVACIONES :

LOS TESTIGOS DE CONCRETO FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	PAGINA:	

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : MUESTRA PATRON / 01

FECHA : 23/6/2022

TIEMPO			AGUA EXUDADA	
+	10	min.	0.001	ml.
+	10	min.	0.002	ml.
+	10	min.	0.002	ml.
+	10	min.	0.002	ml.
+	30	min.	7.400	ml.
+	30	min.	6.280	ml.
+	30	min.	5.190	ml.
+	30	min.	----	ml.
+	30	min.	----	ml.
+	30	min.	----	ml.
TOTAL			18.877	ml.

DATOS			
C	=	1347.04	gr.
M	=	12.41	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	18.88	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

$$C = 1347.0 \text{ gr.}$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

$$\% \text{ DE EXUDACIÓN} = 1.40 \%$$

DONDE:

C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
S : MASA DE LA MUESTRA
D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



Choque
Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	PAGINA:	

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 01

FECHA : 23/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	1.410	ml.
+	10 min.	1.850	ml.
+	10 min.	2.200	ml.
+	10 min.	2.350	ml.
+	30 min.	4.780	ml.
+	30 min.	5.710	ml.
+	30 min.	5.230	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
TOTAL		23.530	ml.

DATOS			
C	=	1328.31	gr.
M	=	12.58	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	23.53	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = 1328.3 gr.

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

% DE EXUDACIÓN = 1.77 %

DONDE:

- C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
- M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
- W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
- S : MASA DE LA MUESTRA
- D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 02

FECHA : 23/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA		
+	10	min.	1.100	ml.
+	10	min.	1.960	ml.
+	10	min.	2.260	ml.
+	10	min.	2.410	ml.
+	30	min.	5.050	ml.
+	30	min.	6.110	ml.
+	30	min.	4.050	ml.
+	30	min.	---	ml.
+	30	min.	---	ml.
+	30	min.	---	ml.
TOTAL			22.940	ml.

DATOS			
C	=	1333.82	gr.
M	=	12.53	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	22.94	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

$$C = 1333.8 \text{ gr.}$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

$$\% \text{ DE EXUDACIÓN} = 1.72 \%$$

DONDE:

C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
S : MASA DE LA MUESTRA
D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 35% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 03

FECHA : 23/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10	min.	0.560 ml.
+	10	min.	1.770 ml.
+	10	min.	2.350 ml.
+	10	min.	2.500 ml.
+	30	min.	4.920 ml.
+	30	min.	5.860 ml.
+	30	min.	3.890 ml.
+	30	min.	1.440 ml.
+	30	min.	---
+	30	min.	---
TOTAL			23.290 ml.

DATOS			
C	=	1325.99	gr.
M	=	12.60	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	23.29	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = 1326.0 gr.

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

% DE EXUDACIÓN = 1.76 %

DONDE:

C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
S : MASA DE LA MUESTRA
D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 01

FECHA : 24/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	4.780	ml.
+	10 min.	3.750	ml.
+	10 min.	2.580	ml.
+	10 min.	1.800	ml.
+	30 min.	4.130	ml.
+	30 min.	1.220	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
TOTAL		18.260	ml.

DATOS			
C	=	1333.61	gr.
M	=	12.53	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	18.26	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

$$C = 1333.6 \text{ gr.}$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

$$\% \text{ DE EXUDACIÓN} = 1.37 \%$$

DONDE:

C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
S : MASA DE LA MUESTRA
D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 02

FECHA : 24/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	2.600	ml.
+	10 min.	3.990	ml.
+	10 min.	3.460	ml.
+	10 min.	3.710	ml.
+	30 min.	2.810	ml.
+	30 min.	1.050	ml.
+	30 min.	0.360	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
TOTAL		17.980	ml.

DATOS			
C	=	1329.36	gr.
M	=	12.57	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	17.98	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

$$C = 1329.4 \text{ gr.}$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

$$\% \text{ DE EXUDACIÓN} = 1.35 \%$$

DONDE:

C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
S : MASA DE LA MUESTRA
D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSIÓN :	
		PAGINA:	

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
 ANALIA SUCARI CALLO
MUESTRA : 45% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 03 **FECHA :** 24/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	2.020	ml.
+	10 min.	3.450	ml.
+	10 min.	3.990	ml.
+	10 min.	4.010	ml.
+	30 min.	2.640	ml.
+	30 min.	1.540	ml.
+	30 min.	0.400	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
TOTAL		18.050	ml.

DATOS			
C	=	1331.91	gr.
M	=	12.55	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	18.05	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = 1331.9 gr.

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

% DE EXUDACIÓN = 1.36 %

DONDE:

- C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
- M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
- W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
- S : MASA DE LA MUESTRA
- D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	PAGINA:	

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 01

FECHA : 24/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	2.590	ml.
+	10 min.	1.800	ml.
+	10 min.	2.400	ml.
+	10 min.	3.070	ml.
+	30 min.	7.140	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
TOTAL		17.000	ml.

DATOS			
C	=	1322.00	gr.
M	=	12.64	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	17.00	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = 1322.0 gr.

$$Exudación (\%) = \frac{D}{C} \times 100$$

% DE EXUDACIÓN = 1.29 %

DONDE:

- C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
- M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
- W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
- S : MASA DE LA MUESTRA
- D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE

	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	VERSION :	
		PAGINA:	

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 55% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 03

FECHA : 24/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	1.320	ml.
+	10 min.	2.770	ml.
+	10 min.	3.410	ml.
+	10 min.	3.860	ml.
+	30 min.	5.040	ml.
+	30 min.	0.950	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
TOTAL		17.350	ml.

DATOS			
C	=	1323.05	gr.
M	=	12.63	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	17.35	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = 1323.0 gr.

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

% DE EXUDACIÓN = 1.31 %

DONDE:

- C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
- M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
- W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
- S : MASA DE LA MUESTRA
- D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :


 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	PAGINA:	

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 01

FECHA : 25/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	1.850	ml.
+	10 min.	1.920	ml.
+	10 min.	2.040	ml.
+	10 min.	2.100	ml.
+	30 min.	6.800	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
+	30 min.	----	ml.
TOTAL		14.710	ml.

DATOS			
C	=	1325.78	gr.
M	=	12.61	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	14.71	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = 1325.8 gr.

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

% DE EXUDACIÓN = 1.11 %

DONDE:

- C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
- M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
- W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
- S : MASA DE LA MUESTRA
- D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



 Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CODIGO :	RUC - 20606762357
	VERSIÓN :	
"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."	PAGINA:	

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"

SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO

MUESTRA : 65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 02

FECHA : 25/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	1.220	ml.
+	10 min.	2.050	ml.
+	10 min.	2.550	ml.
+	10 min.	2.960	ml.
+	30 min.	5.010	ml.
+	30 min.	0.850	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
TOTAL		14.640	ml.

DATOS			
C	=	1330.63	gr.
M	=	12.56	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	14.64	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

C = 1330.6 gr.

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

% DE EXUDACIÓN = 1.10 %

DONDE:

- C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
- M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
- W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
- S : MASA DE LA MUESTRA
- D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



 Ing. Edwin Ydel Choque Guzman
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 239714
 Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CODIGO :

VERSIÓN :

RUC - 20606762357

"INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C."

PAGINA:

EXUDACIÓN DEL CONCRETO

MTC E 713 / ASTM C 232 / NTP 339.077

PROYECTO : "EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZANDO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MIL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022"
SOLICITANTE : SINOFEREINER MAYTA GONZALES
ANALIA SUCARI CALLO
MUESTRA : 65% CUARZO - 25% IGNIMBRITA / 03
FECHA : 25/6/2022

TIEMPO		AGUA EXUDADA	
+	10 min.	0.450	ml.
+	10 min.	1.420	ml.
+	10 min.	2.900	ml.
+	10 min.	3.840	ml.
+	30 min.	6.000	ml.
+	30 min.	0.420	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
+	30 min.	---	ml.
TOTAL		15.030	ml.

DATOS			
C	=	1333.71	gr.
M	=	12.53	kg
W	=	1.31	kg
S	=	12756.81	gr.
D	=	15.03	gr/ml

$$C = \frac{W}{M} \times S$$

$$C = 1333.7 \text{ gr.}$$

$$\text{Exudación (\%)} = \frac{D}{C} \times 100$$

$$\% \text{ DE EXUDACIÓN} = 1.13 \%$$

DONDE:

C : MASA DEL AGUA EN LA MUESTRA DE ENSAYO
M : MASA TOTAL DE LA MEZCLA
W : MEZCLA DE AGUA TOTAL
S : MASA DE LA MUESTRA
D : VOLUMEN TOTAL DEL AGUA EXTRAIDA DE LA MUESTRA

OBSERVACIONES :



Ing. Edwin Yoel Choque Guzman
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 239714
Esp. GEOTECNIA Y TRANSPORTE



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

**CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-010-22**

Pag. 1 de 4

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE	PYS EQUIPOS
MODELO	PYS5001
N° SERIE	207
CAPACIDAD	100 TN
INDICADOR	---
N° SERIE	---
TRANSD. PRESION	---
RANGO	700 Bar
N° SERIE	---
SISTEMA DE ACC.	BOMBA ELECTRICA
FABRICANTE	---
MODELO	---
N° SERIE	---

Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estándares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

UBICACIÓN Laboratorio In Situ- Juliaca

DIA DE LA MEDICION 21/03/2022


STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. Nº 182685





CERTIFICADO DE CALIBRACION LF-PC-010-22

La Trazabilidad mediante la Medicón de referencia Estandar N°33674
Validado por el certificado de calibración N° 18-0529-1 (INRIN)
Validado por el certificado de calibración N° LAT 093 242819F

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente (16.8+/- 1) °C
Humedad Relativa (60 +/- 5) ° %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE PYS EQUIPOS
MODELO PYS5001
N° SERIE 207
CAPACIDAD 100 TN
INDICADOR ----
N° SERIE ----

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO DINAMOMETRO (Load cell)
CONSTRUCTOR AEP Transducers
MODELO C8S
N° SERIE 723547
CAPACIDAD 1000 KN
PROC. CAL. Compresión
INDICADOR: AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO MP10 Plus
N° SERIE 6593





CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-010-22

Marca PYS EQUIPOS, Indicador Digital ---, Transductor de 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)				PROMEDIO "B" Kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10,000	9,950	9,960	0.50	0.40	9,955	0.45	0.07
20,000	19,880	19,890	0.60	0.55	19,885	0.58	0.04
30,000	29,860	29,850	0.47	0.50	29,855	0.48	0.02
40,000	39,810	39,820	0.48	0.45	39,815	0.46	0.02
50,000	49,850	49,860	0.30	0.28	49,855	0.29	0.01
60,000	59,860	59,850	0.23	0.25	59,855	0.24	0.01
70,000	69,750	69,750	0.36	0.36	69,750	0.36	0.00
80,000	79,690	79,680	0.39	0.40	79,685	0.39	0.01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

- 1.- La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07
- 2.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Ep = ((A-B) / A) * 100 Rp = Desviación Estandar
- 3.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

Coefficiente Correlación: **R² = 1**

Ecuación de ajuste: $Y = -2 * 10^{-9} X^2 + 0.9989X - 65.446$
Donde:

X : Lectura de la pantalla
Y : fuerza promedio (Kgf)

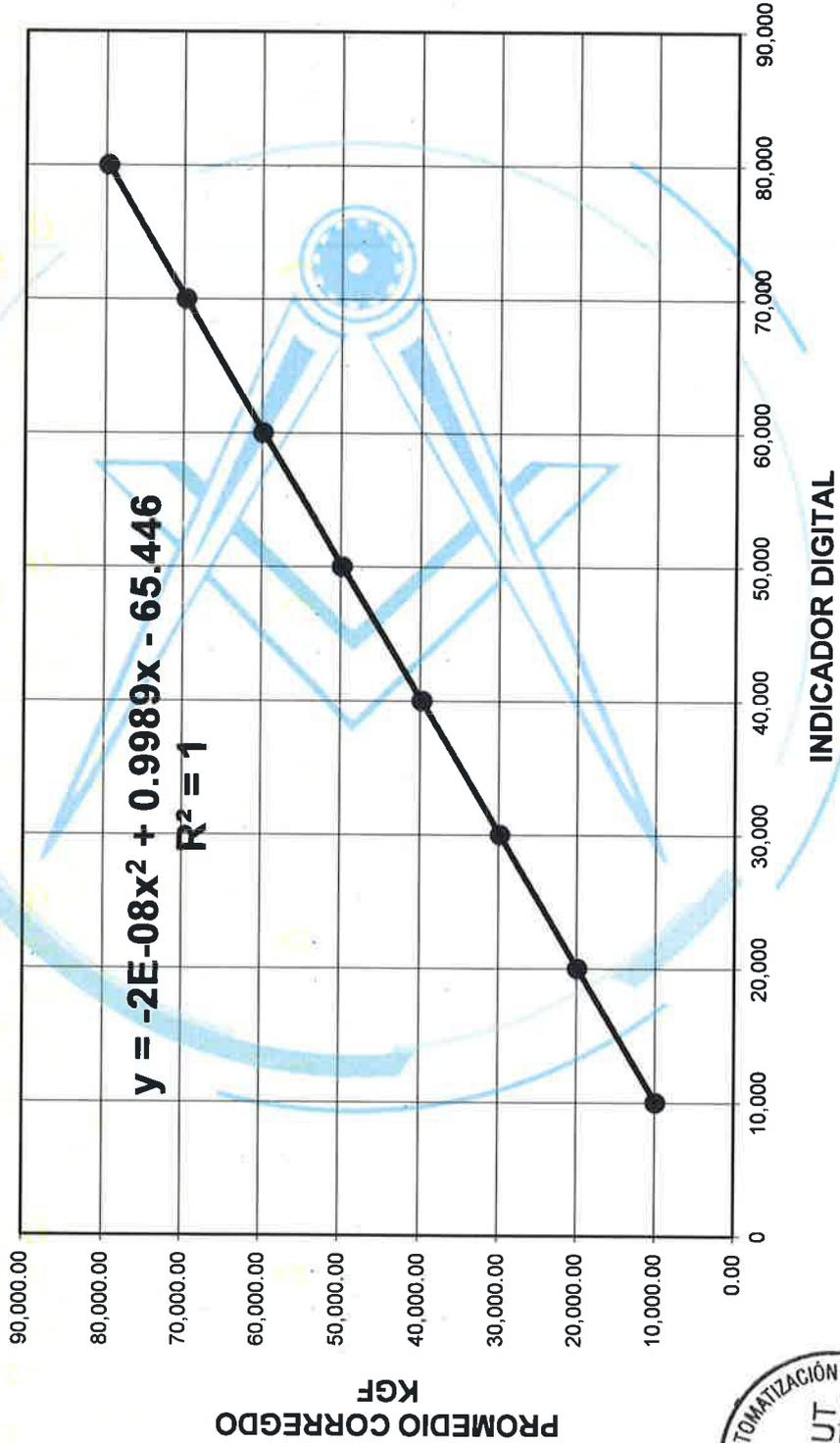




CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LF-PC-010-22

Marca PYS EQUIPOS, Indicador ---,
Transductor de 700 bar





**CERTIFICADO DE CALIBRACION
LTF-LA-004-22**

CLIENTE : INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	MAQUINA LOS ANGELES
FABRICANTE	PYS EQUIPOS
MODELO	STMH-3
SERIE	200406
PRECISION	1 RPM
CAPACIDAD	12 Kg
F. CALIBRACION	21/03/2022
F. PROX. CALIBRACION	21/03/2023

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metroológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo Metaut se basa en el procedimiento ASTM C 702 "Standard practice for reducing samples of aggregate to testing size".

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

METODO DE CALIBRACION:

La calibración se realizó por comparación directa basado según ASTM C702 y PC-MT-001 procedimiento para la calibración de tacómetro con sensor óptico.

TRAZABILIDAD:

tacómetro digital Marca Hold Peak Modelo HP-9235C Certificado T's-0068-2021 acreditado por INACAL.

Pie de Rey de 300 mm Prec. 0.01 mm Mitutoyo - Japones Mod. CDN-P12" PMX Serie 0003131 Certificado FA-0201-2022 - acreditado por INACAL

01 Juego De Pesas de 1mg a 500mg, Certificado PE21-C-0478

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente

(16.8 +/- 1) °C

Humedad Relativa

(60 +/- 5) %Hr



STALIN OLAZABAL TREJO

INGENIERO ELECTRÓNICO

C.I.P. N° 182685

JR. ANDRES RAZURI N° 242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD

CELULAR 999934038 – 949746864 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com

WWW.METAUT.COM



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-144-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2 1/2" TIENE UNA LUZ DE (63 ± 1.69 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19E40
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-145-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 2" TIENE UNA LUZ DE (50 ± 1.34
mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20F05
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-146-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1 1/2" TIENE UNA LUZ DE (37.5 ±
1.01 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20A06
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-147-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0201-2022 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1" TIENE UNA LUZ DE (25 + 0.682
mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20D04
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-148-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0201-2022 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/4" TIENE UNA LUZ DE $(19 \pm 0.522 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20H24
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-149-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1/2" TIENE UNA LUZ DE $(12.5 \pm 0.346 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20B11
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-150-22**

CLIENTE: INGENIERÍA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-
JAPONES MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-
0201-2022 INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 3/8" TIENE UNA LUZ DE $(9.5 \pm 0.265 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION

N° SERIE : 20114

FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-151-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE 1/4" TIENE UNA LUZ DE $(6.3 \pm 0.178 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19034
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-152-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE MALLA N° 8 TIENE UNA LUZ DE
(2.36 ± 0.069 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : PYS
N° SERIE : 8BS8F932770
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-153-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 10 TIENE UNA LUZ DE (2 ± 0.059 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20Q11
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-154-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 12 TIENE UNA LUZ DE $(1.7 \pm 0.050 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : PYS
N° SERIE : 12BS8F853122
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-155-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 16 TIENE UNA LUZ DE (1.18
± 0.036 mm).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION

N° SERIE : 19S47

FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-156-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS Y
EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 20 TIENE UNA LUZ DE $(850 \pm 26.2 \text{ um})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20U02
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-157-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:
PIE DE REY DE 300MM, PRECISIÓN 0.01MM MITUTOYO-JAPONES
MOD CDN-P12" PMX SERIE 0003131, CERTIFICADO FA-0201-2022
INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE MALLA N° 30 TIENE UNA LUZ
DE $(600 \pm 19 \text{ um})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19V67
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-158-22

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 40 TIENE UNA LUZ DE $(425 \pm 14.0 \text{ um})$.

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19X45
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRONICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-159-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0,01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 50 TIENE UNA LUZ DE $(300 \pm 10.4 \text{ um})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 19Y49
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-160-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 100 TIENE UNA LUZ DE (150
 \pm 6.0 μ m).

FABRICADA EN ACERO INOX. DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20AB09
FECHA : 21-03-2022



STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com



METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

**METROLOGIA Y AUTOMATIZACION
S.R.L.**

METAUT

**CERTIFICADO DE VERIFICACION
LLA-TAM-161-22**

CLIENTE: INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.

LA VERIFICACION SE REALIZO SIGUIENDO LOS PARAMETROS
Y EN CONFORMIDAD CON LA NORMA ASTM E11-17.

INSTRUMENTO PATRÓN:

Pie de Rey de 300mm, Precisión 0.01mm Mitutoyo-Japones Mod CDN-
P12" PMX serie 0003131, Certificado FA-0201-2022 INACAL.

SE VERIFICO QUE EL TAMIZ DE N° 4 TIENE UNA LUZ DE $(4.75 \pm 0.135 \text{ mm})$.

FABRICADA EN ACERO INOX DE 8" DE DIAMETRO;

MARCA : ORION
N° SERIE : 20M17
FECHA : 21-03-2022




STALIN OLAZABAL TREJO
INGENIERO ELECTRÓNICO
C.I.P. N° 182685

Jr. Andrés Razuri N° 242 – Pacasmayo – La Libertad
Cel. 999934038 – E-mail servicios@metaut.com

Anexo 7. Boleta de ensayos de laboratorio/Contrato

INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT
INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
 JR. TARMA 252 URB. LAS MERCEDES PLAZA LA DOMINICAL LAS
 MERCEDES
 JULIACA - SAN ROMAN - PUNO

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
RUC: 20606762357
EB01-9

Fecha de Vencimiento :
 Fecha de Emisión : **13/07/2022**
 Señor(es) : **SINOFEREINER MAYTA GONZALES**
 DNI : **44960972**
 Tipo de Moneda : **SOLES**
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)
1.00	UNIDAD	ENSAYOS DE LABORATORIO: DISEÑO DE MEZCLAS, ROTURA A COMPRESIÓN, ROTURA A TRACCIÓN, ROTURA A FLEXIÓN, ENSAYO DE EXUDACIÓN, MOLDEO DE BRIQUETAS, MOLDEO DE VIGUETAS, GRANULOMETRÍA DE CUARZO E IGNIMBRITA, ABRASIÓN CUARZO E IGNIMBRITA, P.E., P.U., TRIT. DE RESIDUOS	5220.33898	0.00	6159.9999964
Otros Cargos :					S/ 0.00
Otros Tributos :					S/ 0.00
Importe Total :					S/ 6,160.00

SON: SEIS MIL CIENTO SESENTA Y 00/100 SOLES

(*) Sin impuestos.

(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada :	S/ 5,220.34
Op. Exonerada :	S/ 0.00
Op. Inafecta :	S/ 0.00
ISC :	S/ 0.00
IGV :	S/ 939.66
Otros Cargos :	S/ 0.00
Otros Tributos :	S/ 0.00
Monto de Redondeo :	S/ 0.00
Importe Total :	S/ 6,160.00

SON: SEIS MIL CIENTO SESENTA Y 00/100 SOLES

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.

CONTRATO DE SERVICIO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Conste por el presente documento el contrato de realización de servicio de elaboración de ensayos de laboratorio que celebran de una parte **LOS TESISISTAS**, conformado por el Br. **SINOFEREINER MAYTA GONZALES** identificado con DNI N° 44960972 domiciliado en el Jr. Justino Guillen N° 556 de la ciudad de Juliaca del departamento de Puno y Br. **ANALIA SUCARI CALLO** identificada con DNI N° 76374572 domiciliada en Av. Infancia N° 658 de la ciudad de Juliaca del departamento de Puno, a quien en lo sucesivo se le denominará **LOS CONTRATADORES** y de la otra parte **INGENIERIA Y GEOTECNIA YOCAT S.A.C.**, identificada con R.U.C. 20606762357, con domicilio en Jr. Tarma Nro. 252 Urb Las Mercedes de la ciudad de Juliaca del departamento de Puno debidamente representada por su Gerente General, Ing. **KATERINE CYNTHIA MAMANI FLORES**, identificada con DNI N° 70122275, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CONTRATISTA**. El presente contrato se celebra en los términos y condiciones que las siguientes cláusulas establecen:

PRIMERA - ANTECEDENTES

1.1 LOS TESISISTAS, está compuesta por dos personas naturales, vinculadas con la finalidad de obtener el título profesional bajo la modalidad de Proyecto de Investigación de Tesis, según RESOLUCIÓN DEL CONSEJO DIRECTIVO N° 009-2015-SUNEDU/CD REGLAMENTO DEL REGISTRO NACIONAL DE GRADOS Y TÍTULOS y la Directiva de Investigación N° 01-2020-VI-UCV.

LOS TESISISTAS requieren contratar los servicios de una empresa especializada en elaboración de ensayos de concreto, para que realice las labores especializadas en ensayos de propiedades físicas de agregados y ensayos de concreto fresco y endurecido.

1.2 EL CONTRATISTA, es una persona jurídica calificada para prestar servicios de ensayos y análisis técnicos con referencia a la resistencia mecánica y cuenta con personal capacitado para brindar este servicio, así como del equipo necesario. Para dicho efecto, **EL CONTRATISTA** declara que tanto él como su personal cuentan con todos los recursos y autorizaciones necesarias para el desarrollo del servicio objeto de este contrato.

SEGUNDA: OBJETO DEL CONTRATO

Por el presente documento, **LOS TESISISTAS** conviene en contratar y de hecho contrata los servicios de **EL CONTRATISTA** para que realice los trabajos de ensayo de laboratorio en concreto propuestos en el trabajo de tesis.

Los servicios que brindará el contratista y que son objeto del contrato tienen el siguiente alcance:

1. Realizar ensayo de las propiedades físicas de los agregados, cuarzo e ignimbrita.
2. Realizar el ensayo de asentamiento del concreto.
3. Realizar el ensayo de exudación del concreto.
4. Realizar el ensayo de resistencia a compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días.


DNI: 44960972


DNI: 76374572


KATERINE C. MAMANI FLORES
INGENIERO CIVIL
CIP: 225280



5. Realizar el ensayo de resistencia a la tracción indirecta del concreto a los 7, 14 y 28 días
6. Asimismo, realizar el ensayo de resistencia a la flexión del concreto a los 28 días.
7. Trituración de los residuos mineros con Ball Mill.

En caso que **LOS TESISTAS** deseen servicios complementarios, no descritos en el presente contrato, las partes pactarán los montos a reconocer por aquellos, a través de adendas al presente contrato.

TERCERA: PLAZO DEL SERVICIO

3.1 **EL CONTRATISTA** realizara los ensayos especificados en un plazo de 45 días calendarios, y se iniciara a partir del día siguiente de firmado el contrato, dicho servicio puede ser elaborado en un menor plazo y/o ampliarse de acuerdo a la necesidad del servicio, previo acuerdo formal de las partes.

CUARTA: RETRIBUCION Y FORMA DE PAGO

LOS TESISTAS cancelará la suma de seis mil ciento nueve con 24/100 soles al finalizar los servicios objeto del contrato, por su parte **EL CONTRATISTA** entregará el comprobante de pago denominado Boleta válida para la SUNAT, dentro de los 2 días siguientes de efectuada los servicios y entregada el comprobante de pago.

Para que **LOS TESISTAS** hagan efectivo el pago, **EL CONTRATISTA** deberá presentarle previamente los siguientes documentos:

- a) Certificados de los ensayos realizados.
- b) Certificado de calibración de los equipos utilizados en los ensayos.
- c) Los documentos que acrediten el cumplimiento de sus obligaciones tributarias y cualquier otra documentación que acredite el cumplimiento de obligaciones cuyo incumplimiento pudiera afectar, directa o indirectamente, a las actividades de **LOS TESISTAS**.

En señal de conformidad, las partes suscriben el presente documento el 11 de mayo del año 2022.



TESISTA
DNI: 44960972



TESISTA
DNI: 76374572





Katerina C. Mamaní Flores
INGENIERO CIVIL
CIP. 225280

CONTRATISTA

Anexo 8. Reporte Turnitin

Feedback Studio - Google Chrome
ev.turnitin.com/app/carta/es/?lang=es&u=1088032488&ro=103&o=1881058302&ss=1

feedback studio Sinofereiner Mayta Gonzales "Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo..." /0

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TÍTULO DE LA TESIS
"Efecto del agregado fino reemplazado por residuos mineros (Cuarzo - Ignimbrita) triturados con Ball Mill en las propiedades del concreto, Puno, 2022"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:
Mayta Gonzales, Sinofereiner (orcid.org/0000-0003-1856-7112)
Sucari Callo, Analia (orcid.org/0000-0001-6732-0103)

ASESOR:
Mg. Santa 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

Resumen de coincidencias **19 %**

Se están viendo fuentes estándar

EN Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias		
1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3 %
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1 %
7	repositorio.usanpedro... Fuente de Internet	<1 %
	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	<1 %

Página: 1 de 140 Número de palabras: 32928

Versión solo texto del informe | Alta resolución Activado

15°C Parc. nublado 12:03 a.m. 11/08/2022

Anexo 9. Estudio Petro Mineralógico

 <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS LABORATORIO DE GEOTECNIA & MECÁNICA DE ROCAS</p>	
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------

INFORME N°001-2022-LG&MR-FIM-UNA-PUNO

* ESTUDIO PETRO MINERALÓGICO.

* ESTUDIO PETRO MINERALÓGICO.

SOLICITADO POR:

Bach. SINOFEREINER MAYTA GONZALES, ANALIA SUCARI CALLO

PROYECTO:

TESIS : EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZADO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO – IGNIMBRITA) TRITURADOS CON BALL MILL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022

UBICACIÓN:

DISTRITO DE PALCA, PROVINCIA DE LAMPA, EN LA REGIÓN DE PUNO

MUESTRA:

MUESTRA 01 , MUESTRA 02

FECHA:

09 DE MAYO DEL 2022.

NOTA:

- El solicitante es completamente responsable del muestreo, y transporte de los especímenes al laboratorio.
- La información correspondiente a las muestras fue proporcionada por el solicitante.
- Condición de la muestra, preparadas según norma vigente.
- Los resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas.
- Prohibida su reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del Laboratorio de Geotecnia & Mecánica de Rocas.
- Los resultados no pueden ser utilizados como certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


Agustín Pérez Quiroz
INGENIERO DE MINAS
O.D.C.P. 73851



M.Sc. Ing. Lucía Ojeda Gutierrez
JEFE DE LABORATORIO
LABORATORIO DE GEOTECNIA & MECÁNICA DE ROCAS
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS



ESTUDIO PETRO MINERALÓGICO MUESTRA - 01- 02

INFORME No : 001-2022-LG&MR-FIM-UNA-PUNO
REFERENCIA :
FECHA DE EMISIÓN: 09 DE MAYO DEL 2022.
SOLICITADO POR : Bach. SINOFEREINER MAYTA GONZALES, ANALIA SUCARI CALLO
PROYECTO : TESIS : EFECTO DEL AGREGADO FINO REEMPLAZADO POR RESIDUOS MINEROS (CUARZO - IGNIMBRITA)
TRITURADOS CON BALL MILL EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO, PUNO, 2022.
UBICACIÓN : DISTRITO DE PALCA, PROVINCIA DE LAMPA, EN LA REGIÓN DE PUNO.
MUESTRA : MUESTRA - 01- 02
RESPONSABLE : M.SC. ING. LUCIO QUEA GUTIERREZ.

ESTUDIO PETRO MINERALÓGICO

1. DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO SOLICITADO

Se desarrolló la evaluación para determinar el tipo de roca a continuación se detalla:

Macroscópica; describiendo las características de la muestra en dimensiones mayores iguales a 1mm.

2.0. METODOLOGÍA

2.1. Macroscópico

Mediante observación a través del microscopio estereoscópico y de la lupa de 20X de aumento; se describe la morfología e interrelación de los componentes. Así mismo se identifica los minerales que la componen.

3.0. DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA DE LAS MUESTRAS.

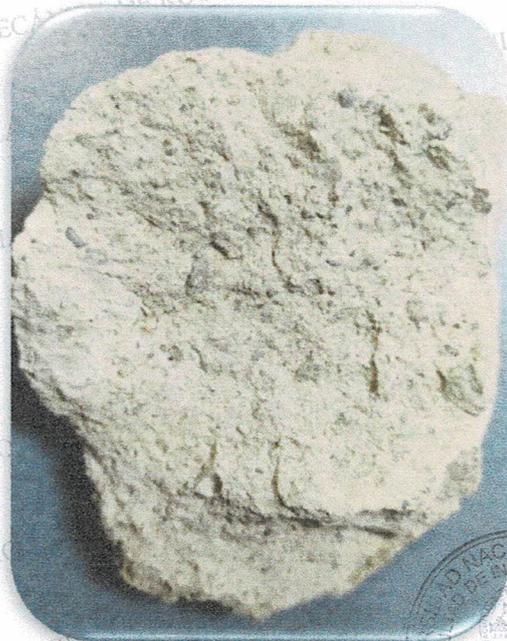
A continuación, se describirá una muestra a las cuales se les asignó el siguiente código: 22 + 100

RESUMEN

A continuación, se señala las características más saltantes de la muestra estudiada indicando su denominación propuesta.

Código de Muestra: 22+100 muestra fresca

Foto



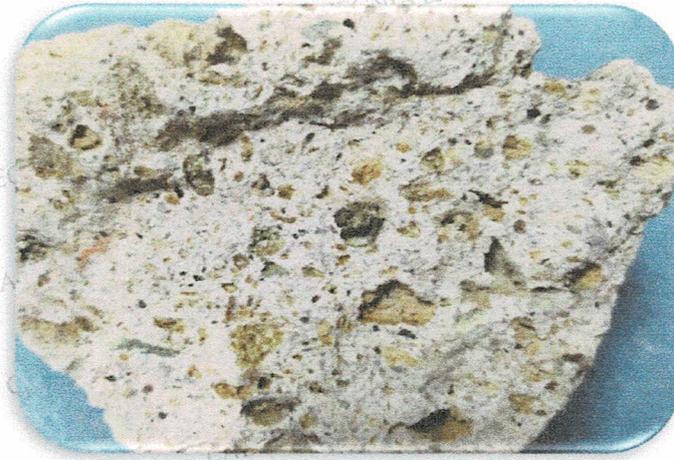

Faustín Pérez Quispe
INGENIERO DE MINAS
CIP. 73881




M.Sc. Ing. Lucio Quea Gutierrez
CIP. 73881



Muestra alterada



Los Minerales Componentes

Los principales componentes de esta muestra son:

Cuarzo

Feldespato potásico (microclina?)

Plagioclasas sódicas

Anfiboles alterados y biotitas alteradas y biotitas.

Muscovitas.

Alterabilidad de los Componentes

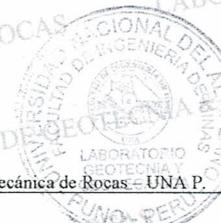
Feldespatos Potásicos

Los feldespatos son los minerales más fácilmente alterables; cuando están sanos son minerales de alta dureza, muy aptos para un buen pulido y con muy baja capacidad de absorción de agua.

Debemos indicar que su alteración genera minerales arcillosos (caolín, illita, sericita, etc), que presentan caracteres diametralmente opuestos: baja dureza, no apto para el pulido y con muy alta capacidad de absorción de agua.

Como podemos apreciar en la vista en toda la muestra se aprecia formando la masa o matriz de colores blanquesinos, juntamente con las plagioclasas sódicas.


Fabián Pérez Quijpe
INGENIERO DE MINAS
C.P. 78851




M.Sc. Luis Quijpe
JEFE DE LABORATORIO
GEOTECNIA Y MECÁNICA DE ROCAS



Foto

Plagioclasas sódicas y potásicas

biotitas alteradas



Es preciso señalar la existencia de material de alteración en los bordes de algunos de los cristales que la componen (feldespato potásicos fundamentalmente) ofreciendo la idea de poseer matriz alterado.

Micas y Anfíboles.

Existe poca presencia de micas, siendo la biotita la reconocida son muy alterables, en la muestra existe un incipiente proceso de alteración en ellas, igualmente se observan muy pocas muscovitas.

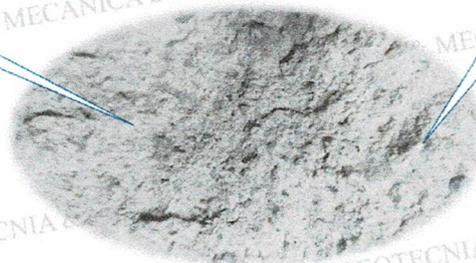
Anfíboles alterados

Cristales de biotita



Plagioclasas sódicas y potásicas

muscovitas



[Handwritten signature]
Pascual Pérez Quiroga
INGENIERO DE MINAS
C.I. 78861

Los anfíboles son metaestables en condiciones atmosféricas y tienden a alterarse con relativa facilidad; para efectos de nuestro estudio estos componentes poseen estados de alteración.

Tipo de Roca



[Handwritten signature]
M.Sc. Ing. Página 4 de 5
Gutiérrez
JEFE DEL LABORATORIO
DE GEOTECNIA Y MECÁNICA DE ROCAS



La muestra presenta un aspecto masivo de coloración pardo claro por la presencia de feldespato potásico; así mismo existe la presencia de elementos ferromagnesianos (biotitas y anfíboles). Es resistente a golpes de martillo en muestras frescas, en rocas alteradas se disgregan fácilmente

De acuerdo a lo expuesto podemos referirnos a la muestra como piroclastos, por la presencia de fragmentos de otros tipos de rocas, clasificándola como **ROCAS ÍGNEAS EXTRUSIVAS (IGNIMBRITAS)** de nombre **Ignimbritas Riolíticas**, con presencia de feldespato potásico anhedral y de cristales de cuarzo, minerales ferromagnesianos, plagioclasas sódicas.

Lo expresado se sustenta de los estudios macroscópicos y microscópicos realizados en gabinete de nuestro laboratorio.

Sin otro particular.



M.Sc. Ing. Lucía Inés Gutierrez
JEFE DE LABORATORIO
GEOTECNIA Y MECÁNICA DE ROCAS

Agustín Pérez Quispe
CIP 78851