



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Producción de agregados reciclados, para su uso en
la elaboración de concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, Puno, 2021”**

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

AUTORES:

Uturunco Quispe, Christian Alexis (ORCID: 0000-0001-9677-2360)

Quenta Mucho, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4610-7623)

ASESOR:

Mg. Ing. Villegas Martínez Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

LINEA DE INVESTIGACION:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Este trabajo de grado, se lo dedicamos a nuestros estimados padres, por todo su apoyo incondicional, ya que gracias a ellos fue posible que esta tesis se culmine satisfactoriamente.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestros padres por hacer que nuestros sueños se hagan realidad, por los consejos y palabras de aliento, por brindarnos su confianza y creer en nosotros. Los queremos mucho.

A nuestro asesor por la dedicación, tiempo, orientación y paciencia en la elaboración de este trabajo de investigación.

A todas las personas que de alguna manera nos apoyaron para la realización de esta tesis, sea pequeña o grande su participación, la consideramos provechosa. A todos muchas gracias.

A la Universidad Cesar Vallejo por acogernos y permitirnos alcanzar nuestro objetivo como profesionales.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. Introducción	1
II. Marco teórico	4
II. Metodología	33
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	33
3.1.1. Tipo de investigación.....	33
3.1.2. Diseño de investigación.....	33
3.1.3. Nivel de investigación.....	33
3.1.4. Enfoque de investigación.....	33
3.2. Varíales y Operacionalización	33
3.2.1. Variables	33
3.2.2. Operacionalización de las variables	33
3.3. Población, muestra y muestreo.	34
3.3.1. Población	34
3.3.2. Muestra	34
3.3.3. Muestreo	34
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	35
3.4.1. Técnicas.....	35
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos	35
3.4.3. Validez	36

3.4.4.	Confiabilidad.....	36
3.5.	Procedimientos.....	36
3.5.1.	Selección y tratamiento de la muestra.....	36
3.5.2.	Ensayos y experimentación.....	36
3.5.3.	Análisis de resultados.....	37
3.6.	Método de Análisis de Datos	37
3.7.	Aspectos Éticos	37
IV.	Resultados	38
V.	Discusión.....	90
VI.	Conclusiones	96
VII.	Recomendaciones.....	99
	REFERENCIAS	100
	ANEXOS.....	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación y manejo de los residuos de la construcción.....	8
Figura 2. Método de aprovechamiento de los RCD.	9
Figura 3. Flujograma para conseguir agregado de concreto reciclado.	12
Figura 4. Selección del asentamiento recomendados (Slump).	24
Figura 5. Agua de mezclado y de contenido de aire.	24
Figura 6. Relación agua/cemento.	25
Figura 7. Metodología para determinar la consistencia del concreto.	27
Figura 8. Molde para determinar el asentamiento del concreto.	28
Figura 9. Gráfico ilustrativo del ensayo de resistencia a compresión.....	30
Figura 10. Probeta lista para el ensayo de tracción indirecta.....	31
Figura 11. Georreferenciación de la ubicación del proyecto.	38
Figura 12. Localización del proyecto a nivel nacional.	39
Figura 13. Localización del proyecto a nivel regional.....	39
Figura 14. Residuos de construcción y demolición.	40
Figura 15. Trituración de forma manual hasta obtener muestras de 4 a 5 pulgadas.	41
Figura 16. Limpieza del material de sus impurezas.	41
Figura 17. Trituración manual hasta obtener que la muestra sea menos a 1".	42
Figura 18. Separación del material con la malla N°4.	42
Figura 19. Combinaciones de agregado reciclado con agregado natural.	43
Figura 20. Tamizado del agregado grueso combinado.	44
Figura 21. Curva granulométrica del agregado fino.	45
Figura 22 Curva granulométrica del agregado grueso.....	47
Figura 23. Curva granulométrica de la combinación de 25% AGR + 75% AGN. .	48
Figura 24. Curva granulométrica de la combinación de 50% AGR + 50% AGN. .	50
Figura 25. Curva granulométrica de la combinación de 100% AGR + 0% AGN. .	51
Figura 26. Granulometría de los agregados grueso natural y agregados gruesos reciclados.....	52
Figura 27. Contenido de humedad de los agregados gruesos.....	54
Figura 28. Saturado del agregado grueso por 24 horas.	55
Figura 29. Secado de la muestra en el horno.	55
Figura 30. Peso específico de los agregados grueso.	58

Figura 31. Porcentaje de la absorción de los agregados gruesos.	58
Figura 32. Vertido del agregado al recipiente.	59
Figura 33. Compactado del agregado.	60
Figura 34. Peso unitario suelto del agregado natural y reciclados.	64
Figura 35. Peso unitario compacto del agregado natural y reciclados.	64
Figura 36. Peso del agregado grueso para cada combinación.	71
Figura 37. Pesos del agregado fino para cada combinación.	71
Figura 38. Cantidad de agua.	72
Figura 39. Vertido de concreto en el recipiente para hallar el peso unitario del concreto.	73
Figura 40. Pesaje del recipiente y la mezcla de concreto.	73
Figura 41. Pesos unitarios de cada mezcla de concreto en estado fresco.	74
Figura 42. Asentamiento de concreto según diseño de mezcla.	75
Figura 43. Gráfico del slump de cada diseño.	76
Figura 44. Cronometraje de la exudación del concreto.	77
Figura 45. Extracción del agua por exudación del concreto.	77
Figura 46. Porcentaje de exudación para diseño de mezclas.	78
Figura 47. Rotura de briquetas a compresión.	79
Figura 48. Resistencia a la compresión para cada diseño de mezclas a los 7 días.	80
Figura 49. Resistencia a la compresión promedio a los 7 días de curado.	81
Figura 50. Resistencia a la compresión para cada diseño de mezclas a los 28 días.	82
Figura 51. Resistencia a la compresión promedio a los 28 días de curado.	83
Figura 52. Evolución de la resistencia a la compresión.	84
Figura 53 Equipo para el ensayo de tracción indirecta.	85
Figura 54. Resistencia a la tracción indirecta a los 7 días de curado.	86
Figura 55 Resistencia a la tracción promedio a los 7 días de curado.	86
Figura 56. Resistencia a la tracción indirecta a los 28 días de curado.	88
Figura 57. Resistencia a la tracción promedio a los 28 días de curado.	88
Figura 58. Evolución de la resistencia a la tracción indirecta.	89
Figura 59. Comparación de los pesos del agregado grueso.	91
Figura 60. Comparación de los pesos del agregado fino.	92

Figura 61. Comparación de la cantidad de agua.	92
Figura 62. Comparación de pesos unitarios	93
Figura 63. Comparación del asentamiento.	93
Figura 64. Comparación de la exudación.	94
Figura 65. Comparación de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Producción del agregado reciclado	11
Tabla 2. Hoja de cálculo para la granulometría de agregados finos.....	13
Tabla 3. Hoja de cálculo para la granulometría de agregados gruesos.....	14
Tabla 4. Proporción de materiales que conforman el concreto.	19
Tabla 5. Husos para el agregado fino.	21
Tabla 6. Requisitos granulométricos del agregado grueso.	22
Tabla 7. Resistencia promedio de ACI.....	23
Tabla 8. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.....	26
Tabla 9. Número de testigos a realizar para cada combinación de agregado grueso – Ensayo de compresión.....	34
Tabla 10. Número de testigos a realizar para cada combinación de agregado grueso – Ensayo de tracción indirecta.	35
Tabla 11. Descripción de ensayos que se realizará.	36
Tabla 12. Coordenadas de la ubicación geográfica del proyecto de investigación.	38
Tabla 13. Características del agregado fino.....	44
Tabla 14. Granulometría del agregado fino.....	44
Tabla 15. Características del agregado grueso.....	46
Tabla 16. Granulometría del agregado grueso natural.....	46
Tabla 17. Características del agregado grueso reciclado.	47
Tabla 18. Granulometría de la combinación de 25% AGR + 75% AGN.	48
Tabla 19. Características del agregado grueso reciclado.	49
Tabla 20. Granulometría de la combinación de 50% AGR + 50% AGN.	49
Tabla 21 Características del agregado grueso reciclado.	50
Tabla 22. Granulometría de la combinación de 100% AGR + 0% AGN.	51
Tabla 23. Contenido de humedad del agregado fino.	53
Tabla 24. Contenido de humedad del agregado grueso natural.....	53
Tabla 25. Contenido de humedad de la comb. (25% AGR + 75% AGN).....	53
Tabla 26. Contenido de humedad de la comb. (50% AGR + 50% AGN).....	54
Tabla 27. Contenido de humedad de la comb. (100% AGR + 0% AGN).....	54
Tabla 28. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.	56

Tabla 29. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso natural.	56
Tabla 30. Peso específico y porcentaje de absorción de la comb. (25% AGR + 75% AGN).	56
Tabla 31. Peso específico y porcentaje de absorción de la comb. (50% AGR + 50% AGN).	57
Tabla 32. Peso específico y porcentaje de absorción de la comb. (100% AGR + 0% AGN).	57
Tabla 33. Peso unitario suelto del agregado fino.	60
Tabla 34. Peso unitario compacto del agregado fino.	61
Tabla 35. Peso unitario suelto del agregado grueso natural.	61
Tabla 36. Peso unitario compacto del agregado grueso natural.	61
Tabla 37. Peso unitario suelto de la comb. (25% AGR + 75% AGN).	62
Tabla 38. Peso unitario compacto de la comb. (25% AGR + 75% AGN).	62
Tabla 39. Peso unitario suelto de la comb. (50% AGR + 50% AGN).	62
Tabla 40. Peso unitario compacto de la comb. (50% AGR + 50% AGN).	63
Tabla 41. Peso unitario suelto de la comb. (100% AGR + 0% AGN).	63
Tabla 42. Peso unitario compacto de la comb. (100% AGR + 0% AGN).	63
Tabla 43. Cuadro resumen de las propiedades físicas de los agregados.	65
Tabla 44. Cuadro para determinar la resistencia de diseño promedio.	65
Tabla 45. Cuadro para determinar el slump.	66
Tabla 46. Cuadro para determinar la cantidad de agua.	66
Tabla 47. Cuadro para determinar el porcentaje de aire.	67
Tabla 48. Cuadro para seleccionar la relación a/c.	67
Tabla 49. Cuadro para determinar el volumen de agregado grueso.	68
Tabla 50. Diseño en estado seco.	69
Tabla 51. Dosificaciones (Diseño patrón)	69
Tabla 52. Dosificaciones (Diseño con 25% de AGR).	69
Tabla 53. Dosificaciones (Diseño con 50% de AGR).	70
Tabla 54. Dosificaciones (Diseño con 100% de AGR).	70
Tabla 55. Cálculo del peso unitario.	74
Tabla 56. Slump de cada diseño de mezcla.	75
Tabla 57. Exudación para cada combinación.	78

Tabla 58. Porcentaje de exudación para combinación.....	78
Tabla 59. Resistencia a la compresión para diseño de mezclas a los 7 días.	80
Tabla 60. Resistencia a la compresión para diseño de mezclas a los 28 días.	82
Tabla 61. Resistencia a la tracción para cada diseño de mezclas a los 7 días. ...	85
Tabla 62. Resistencia a la tracción indirecta para cada diseño de mezclas a los 28 días.....	87
Tabla 63. Propiedades físicas de los agregados según Castro y Paredes (2018).	90
Tabla 64. Propiedades físicas de los agregados, resultados propios.	91

RESUMEN

La existencia de grandes cantidades de residuos de la construcción, específicamente, concreto de demoliciones se pueden reciclar y producir agregados reciclados para la elaboración de concretos de resistencia $f'c=210$ kg/cm². Por consiguiente, la presente tesis de investigación tuvo como **objetivo general** determinar el proceso de producción de agregado reciclado, y su influencia en las propiedades del concreto $F'c=210$ g/cm² en la ciudad de Puno; y **objetivos específico**, desarrollar diseños de mezcla de concreto utilizando agregado natural y agregado reciclado, planteando una relación óptima de sustitución de agregado natural por el reciclado, determinar la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado fresco, y determinar la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado endurecido.

En cuanto a la **metodología**, el tipo de investigación es APLICADA, el diseño es EXPERIMENTAL, el nivel es EXPLICATIVO y el enfoque CUANTITATIVO.

Los **resultados** en cuanto a las propiedades físicas fueron: La granulometría de los agregados se encuentra dentro de los parámetros establecidos, mientras se incrementa los porcentajes de agregado grueso reciclado (AGR), el peso específico hasta un 25.40%, el porcentaje de absorción se incrementa hasta un 244.15%, los pesos unitarios disminuyen hasta un 30.50% el suelto y 27.06% el compactado. Respecto a la resistencia a la compresión se observa que esta reduce mientras se incrementa el porcentaje de agregado grueso reciclado. Con un 25% de AGR 18.72%, con un 50% de AGR 23.55% y con un 100% de AGR 30.21% respecto a la muestra patrón.

Finalmente se **concluye** que, el uso de agregados reciclados si influye en las propiedades del concreto, ya que reduce la resistencia a la compresión y tracción al incrementarlo en porcentajes, por lo que este concreto no puede ser usado para elementos estructurales.

Palabras clave: Agregado reciclado, concreto, resistencia.

ABSTRACT

The existence of large amounts of construction waste, specifically demolition concrete, can be recycled and recycled aggregates can be produced for the production of concrete with a resistance $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$. Therefore, the present research thesis had as a **general objective** to determine the recycled aggregate production process, and its influence on the properties of concrete $F'c = 210 \text{g / cm}^2$ in the city of Puno; and **specific objectives**, to develop concrete mix designs using natural aggregate and recycled aggregate, proposing an optimal ratio of substitution of natural aggregate for recycled aggregate, determine the properties of fresh concrete produced with recycled aggregate, and determine the properties of concrete in hardened state produced with recycled aggregate.

Regarding the **methodology**, the type of research is APPLIED, the design is EXPERIMENTAL, the level is EXPLANATORY and the approach is QUANTITATIVE.

The **results** in terms of physical properties were: The granulometry of the aggregates is within the established parameters, while the percentages of recycled coarse aggregate (AGR) increase, the specific weight up to 25.40%, the absorption percentage increases. up to 244.15%, the unit weights decrease up to 30.50% for loose and 27.06% for compacted. Regarding the resistance to compression, it is observed that it reduces while the percentage of recycled coarse aggregate increases. With 25% AGR 18.72%, with 50% AGR 23.55% and with 100% AGR 30.21% compared to the standard sample.

Finally, it is **concluded** that the use of recycled aggregates does influence the properties of concrete, since it reduces the resistance to compression and traction by increasing it in percentages, so this concrete cannot be used for structural elements.

Keywords: Recycled aggregate, concrete, resistance.

I. Introducción

A nivel internacional, después de 2010, la industria mundial del necesitará de 8 a 12 mil millones de toneladas de agregados naturales cada año, porque los agregados generalmente representan más de las 3/4 partes del volumen de concreto. Además, la cantidad de concreto desechado extraído de reconstrucción de edificios o antiguos está incrementando rápidamente en todo el mundo. Un tan grande de agregados naturales y el vertido de residuos de consumo de concreto provocarán daños al medio ambiente (Keun, Heon & Ashraf, 2008).

Estos problemas ambientales han atraído una gran cantidad de estudios utilizando agregados gruesos reciclados; por lo tanto, el uso de agregados gruesos reciclados en aplicaciones de bajo nivel, como la construcción de carreteras y rellenos en bloques de concreto, se ha vuelto más común. Sin embargo, antes del uso real de agregados reciclados en aplicaciones avanzadas como el concreto estructural, todavía hay muchos problemas pendientes, aunque hay informes de que no hay una disminución sistemática de la resistencia en el concreto reemplazado con menos del 30% de agregado grueso. En comparación con los agregados naturales, la calidad de los agregados reciclados suele ser inferior, debido a la menor rigidez provocada por el aplastamiento del concreto residual y la gran facultad de absorción de agua de la vieja pasta de cemento adherida a la superficie de los agregados reciclados. La irregularidad de la textura y forma de las partículas de agregados reciclados también obligará a que el rendimiento del concreto fluctúe más (Keun, Heon & Ashraf, 2008).

A nivel nacional, el concreto es visto en diferentes lugares como desperdicio de construcción o escombros, esto se debe a la ingeniería civil informal y las instituciones del sector de la construcción para disponer de sus desechos de demolición y desechos de desastres naturales. Conocemos que la construcción es una industria en crecimiento, por lo que se están desarrollando cada vez más muchos agregados, lo que conduce a su agotamiento (Saavedra, 2016).

En la región de Puno, la industria de la construcción consume una gran cantidad de recursos naturales, por ejemplo, los agregados utilizados para producir concreto son equivalentes a agregados extraídos de canteras seleccionadas, donde son sobreexplotados y descontrolados. Del mismo modo, la construcción, los trabajos

de demolición y las reparaciones estructurales también generan grandes cantidades de residuos. (Mamani, 2015).

Pacheco, Fuentes, Sánchez y Rondón (2017) señalaron que la calidad de estos residuos de construcción y demolición (RCD) es el tipo y proporción de sus componentes, como: suelo, roca, concreto y grava de mampostería, baldosas cerámicas, asfalto y otros materiales. Entre los materiales que componen el RCD, destacan el número y tipo de residuos de concreto de columnas, vigas, tableros ligeros y pavimentos rígidos. El transporte y la eliminación de este tipo de concreto triturado es costoso, pero sus propiedades inertes, los equipos disponibles y su valor comercial lo hacen reciclable. Se han utilizado varios métodos para eliminar estos desechos, el más común es descargarlos en áreas remotas de las ciudades y usarlos como vertederos, pero el reciclaje es la única forma para reducir el daño ambiental (Román, 2017).

Para todos los casos anteriores, se ha planteado en esta investigación el siguiente **problema general**: ¿Cuál es el proceso de producción de agregado reciclado y su influencia en las propiedades del concreto $F'c=210\text{g/cm}^2$ en la ciudad de Puno? Asimismo, los **problemas específicos**: **Primero**, ¿cuál es la variación de pesos en los diseños de mezcla sustituyendo agregado natural por agregado reciclado en porcentajes?, el **segundo**, ¿cuál será la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado fresco? **y el tercero**, ¿Cuál será la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado endurecido?

Justificación de la investigación

Justificación técnica. - La investigación incluye el desarrollo de mecanismos de tratamiento y procesos de selección para la eliminación de residuos de concreto, incluidas diversas técnicas de ingeniería y ensayos realizados en laboratorios de suelos y concreto. Esto apoya razones técnicas (Mamani, 2015).

Justificación ambiental. - Este trabajo de investigación implica el reciclaje de materiales que suelen ser descartados, que pueden dañar el medio ambiente. Además, la extracción excesiva de agregados naturales gruesos y finos naturales de diferentes canteras para la elaboración de concreto ha cambiado el entorno. Estos agregados naturales se convertirán en recursos no renovables en el futuro,

eventualmente pueden completarse. El plan de investigación obtiene agregados artificiales de RCD como solución sugerida a este problema, que es ambientalmente razonable (Bazalar & Cadenillas, 2019).

Justificación económica. - Esta investigación se basa en el uso de agregado reciclado para producir concreto, es bueno para el mercado sustituir estos componentes por componentes ordinarios y podemos obtener beneficios económicos. Además, la incorporación de agregado grueso obtenido a partir de concreto de demoliciones es un método ampliamente reconocido por los fabricantes de concreto y la industria de la construcción en los últimos años. Por otro lado, la adquisición de agregados naturales para la construcción en algunos lugares es complicada y costosa, este es un caso especial de la selva, y algunos lugares están alejados de las canteras naturales, por eso se recuperan agregados artificiales de RCD. Esto puede convertirse en una opción económicamente viable, todo lo cual proporcionará una justificación económica. (Castro & Paredes, 2018).

En esta tesis se fijó como **objetivo general:** Determinar el proceso de producción de agregado reciclado, y su influencia en las propiedades del concreto $F'c=210\text{g/cm}^2$ en la ciudad de Puno. Además los siguiente **objetivos específicos:** **Primero**, conocer la variación de pesos en los diseños de mezcla sustituyendo agregado natural por agregado reciclado en porcentajes, el **segundo**, determinar la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado fresco **y el tercero**, determinar la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado endurecido.

Finalmente, como posibles respuestas a nuestros problemas planteados, se formularon, como **hipótesis general:** El proceso de producción nos permite obtener un agregado reciclado adecuado, que influye en las propiedades de concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno, e **hipótesis específicas:** **Primera**, existe una variación de pesos en los diseños de mezcla sustituyendo agregado natural por agregado reciclado en porcentajes, la **segunda**, el agregado reciclado influye en las propiedades del concreto en estado fresco, **y la tercera**, el agregado reciclado influye en las propiedades del concreto en estado endurecido.

II. Marco teórico

De algunos estudios previos, tenemos como **antecedentes internacionales** en Barranquilla a Castillo, Chimá y Rondón (2019), realizaron una investigación, donde el **objetivo** fue evaluar la prefactibilidad del concreto sostenible usando agregado grueso reciclado procedente de un pavimento rígido de Barranquilla. La **metodología** es del tipo aplicada y diseño experimental. Obteniendo en sus **resultados** una resistencia a la compresión que en promedio fueron: 21 Mpa para un diseño de control, 18.77 Mpa agregando 10% de AGR, 19.42 Mpa agregando 50% de AGR sin una TME (Técnica de mejoramiento experimental) y 20 Mpa agregando 50% de AGR, pero con una TME. La **conclusión**, técnicamente, es factible para usos no estructurales, con un porcentaje de reposición volumétrica de hasta el 50%, que consigue resistencias de 19 MPa (2800 psi) y 20 MPa (2900 psi) en el caso de aplicarse algún tratamiento.

Luego se tiene en Bogotá a Arias et. al (2017), quienes realizaron una investigación, en donde el **objetivo** fue evaluar la prefactibilidad del concreto sostenible usando agregado grueso reciclado procedente de un pavimento rígido de Barranquilla. La **metodología** es del tipo experimental y enfoque cuantitativo. Los **resultados** que obtuvieron de resistencia a la compresión promedio a los 7, 14 y 28 días de curado fueron: 21 Mpa, 26.2 Mpa y 32.7 Mpa respectivamente, con 0% de sustitución; 18.4 Mpa, 20.9 Mpa y 35.7 Mpa respectivamente, con 25% de sustitución; 13.5 Mpa, 21.7 Mpa y 26.5 Mpa respectivamente, con 50% de sustitución; 5.7 Mpa, 16.4 Mpa y 24.1 Mpa respectivamente, con 75% de sustitución y 9.5 Mpa, 14.5 Mpa y 20.4 Mpa respectivamente, con 100% de sustitución. La **conclusión** fue que el porcentaje que presenta mayor resistencia es el 25%, lo que alcanza un valor superior a 28 MPa, incluso superior al del concreto con 0% de agregado reciclado. Esto demuestra que el 25% es el mejor porcentaje de sustitución, en cuyo caso se puede obtener una resistencia similar, y en este caso superior a la del concreto convencional.

Por otro lado, en Ocaña, Sanchez (2016), realizó una investigación, donde su **objetivo** fue estudiar el efecto en la resistencia mecánica del concreto producido por el reemplazo en diferentes porcentajes del agregado grueso natural por agregado grueso reciclado, mediante ensayos en probetas y en un elemento

estructural. La **metodología** es del tipo descriptiva y diseño de campo. Obteniendo los siguientes **resultados** de resistencia a la compresión a los 28 días de curado: 27 Mpa con 0% de agregado grueso reciclado (M1), 28 Mpa agregando 20% de agregado grueso reciclado (M2) y 25 Mpa agregando 40% de agregado grueso reciclado (M3). La **conclusión** es que la resistencia a la compresión del 40% de reemplazo casi alcanza la resistencia a la compresión de la muestra, mientras que la resistencia a la compresión del 20% del concreto de reemplazo es ligeramente mayor y el reemplazo es factible.

Como **antecedentes nacionales**, en San Juan de Lurigancho, Castro y Paredes (2018), realizaron una investigación donde fijaron como **objetivo**, determinar la influencia de materiales reciclados de concreto en el diseño de concreto estructural de resistencia mayores a 210 kg/cm². La **metodología** es del tipo aplicada y diseño experimental. Los **resultados** de resistencia a la compresión promedio de las probetas realizadas sustituyendo al AGN por AGR, en cantidades de AGR 0% + AG 100%, AGR 25% + AGN 75%, AGR 50% + AGN 50%, AGR 75% + AGN 25%, AGR 100% + AGN 0% fueron: 177 kg/cm², 185 kg/cm², 169 kg/cm², 158 kg/cm² y 154 kg/cm² respectivamente a los 7 días de curado, 210 kg/cm², 217 kg/cm², 201 kg/cm², 193 kg/cm² y 191 kg/cm² respectivamente a los 14 días de curado, 245 kg/cm², 251 kg/cm², 232 kg/cm², 208 kg/cm² y 205 kg/cm² respectivamente a los 21 días de curado, 265 kg/cm², 268 kg/cm², 251 kg/cm², 237 kg/cm² y 206 kg/cm² respectivamente a las 28 días de curado. Finalmente **concluyen** que al reemplazar el agregado grueso natural en el diseño con 25%, 50% y 75% de AGR, se logró la resistencia requerida, pero al reemplazarlo al 100%, no llegó a la resistencia planteada.

Seguidamente, en Arequipa, Cáceres y Valencia (2018), en su tesis plantearon como **objetivo** determinar la influencia del tipo, tamaño y porcentaje de reemplazo del agregado de concreto reciclado, en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, para diseños $f'c = 175, 210$ y 280 kg/cm², en la ciudad de Arequipa – Perú. La **metodología** es del tipo experimental y un enfoque cuantitativo. Los **resultados de** resistencias a la compresión promedio de las probetas a los 28 días de curado para un $f'c=210$ kg/cm², sustituyendo al AGN por AGR, en proporciones para un diseño patrón (210-3/4-P), para un diseño

agregando 25% de AGR (210-3/4-II-25), para otro diseño agregando 50% de AGR (210-3/4-II-50) y un diseño final con 100% de AGR (210-3/4-II-100) fueron: 272.79 kg/cm², 253.07 kg/cm², 231.05 kg/cm² y 212.67 kg/cm² respectivamente y en cuanto a la resistencia a la tracción indirecta, con los mismos diseños obtuvieron: 31.79 kg/cm², 32.38 kg/cm², 22.69 kg/cm² y 22.16 kg/cm² respectivamente. **Concluyeron** que los concretos con diferentes combinaciones de agregados reciclados muestran que estos pueden ser utilizados para elementos estructurales, especialmente la combinación 03, que supera la resistencia requerida en un 7,22%. Como último antecedente nacional, en Tacna, Machaca (2017), en su investigación presentó como **objetivo** aprovechar los residuos de la construcción en la producción de agregados reciclados para ser usados como concreto estructural de 210 kg/cm en la ciudad de Tacna. La **metodología** es del tipo aplicada y diseño es descriptivo cualitativo y cuantitativo. Los **resultados** que obtuvieron de resistencia a la compresión promedio a los 7, 14 y 28 días de curado fueron: 171.50 kg/cm² (81.67%), 208.77 kg/cm² (99.42%) y 233.99 kg/cm² (111.43%) respectivamente al utilizar 20% de agregado grueso reciclado, 170.84 kg/cm² (81.35%), 194.46 kg/cm² (92.60%) y 219.30 kg/cm² (104.43%) respectivamente al utilizar 50% de agregado grueso reciclado y 133.94 kg/cm² (63.78%), 176.31 kg/cm² (83.96%) y 204.27 kg/cm² (97.27%) respectivamente al utilizar 100% el agregado grueso reciclado. La **conclusión** fue que utilizando agregado reciclado, las resistencias del concreto con a los 28 días de curado, son mayores a 210 Kg/cm², por lo que, se puede utilizar como concreto estructural.

Para los **antecedentes** se recopiló también los siguientes **artículos científicos**, donde Laverde y Torres (2017), realizaron una investigación, donde su **objetivo** fue presentar la valoración de algunas de las propiedades eléctricas, mecánicas y de durabilidad de mezclas de concreto con remplazo de agregado grueso por agregados de concreto reciclado (ACR). La **metodología** es del tipo aplicada y diseño experimental. Obteniendo los siguientes **resultados** a los 28 días de curado para la resistencia a la compresión promedio: 25.3 Mpa con 0% de agregado de concreto reciclado ACR, 22.9 Mpa agregando 25% de ACR, 22.2 Mpa agregando 50% de ACR y 19.4 Mpa utilizando 100% de ACR. La **conclusión** es que la resistencia a la compresión de la mezcla con mayor proporción de agregado

reciclado es menor que la mezcla con agregado natural. La resistencia con un 100% de ACR disminuye del 20 al 25% a diferencia de un concreto usual.

Asimismo, Mendoza y Chávez (2017), en su artículo fijaron como **objetivo** mostrar la factibilidad de reutilización de residuos de construcción y demolición, como agregados de concreto nuevo, con base en la ASTM International y NMX vigentes, para aplicarse en obras civiles con consumos de cementos bajos hasta $f'c=150$ kg/cm² y disminuir el impacto ambiental generado por su inadecuado manejo. Los **resultados** de la resistencia a la compresión promedio a los 7, 14 y 28 días de curado fueron: 115.18 kg/cm², 150.67 kg/cm² y 206.09 kg/cm² respectivamente, para la muestra 1 con agregado grueso reciclado; 117.00 kg/cm², 145.00 kg/cm² y 188.50 kg/cm² respectivamente, para la muestra 1 con agregado grueso natural; 120.21 kg/cm², 154.16 kg/cm² y 200.55 kg/cm² respectivamente, para la muestra 2 con agregado grueso reciclado; 99.95 kg/cm², 150.03 kg/cm² y 200.00 kg/cm² respectivamente, para la muestra 2 con agregado grueso natural y 101.72 kg/cm², 154.16 kg/cm² y 177.41 kg/cm² respectivamente, para la muestra 3 con agregado grueso reciclado; 91.96 kg/cm², 154.16 kg/cm² y 200.00 kg/cm² respectivamente, para la muestra 3 con agregado grueso natural. La **conclusión** es que a los 7 días de curado se alcanza una mayor resistencia en concretos convencionales, en cambio a los 28 días los concretos reciclados tienen una resistencia sutilmente mayor.

Finalmente, Priano et. al (2016), en su artículo fijaron como **objetivo** evaluar el comportamiento del concreto elaborado con agregado reciclado tratado con tres productos de impregnación (dos comerciales de uso frecuente en el mercado y una pasta cementícea). Los **resultados** para la resistencia a la compresión y tracción de una muestra patrón, en 28 días de curado, fueron: 36.4 Mpa y 3.6 Mpa respectivamente, sin embargo; al incorporarle 50% de agregado grueso reciclado se llegó a 32.6 Mpa para compresión y 3.0 Mpa para tracción. La **conclusión** es que ambas resistencias, muestran que reemplazando un 50% del agregado reciclado por agregado natural sin tratamientos previos (R), se logra un concreto con buenas propiedades para su uso en estructuras resistentes.

En lo que se refiere a las **teorías relacionadas al tema**, se constataron conceptos pertinentes a las variables y sus dimensiones.

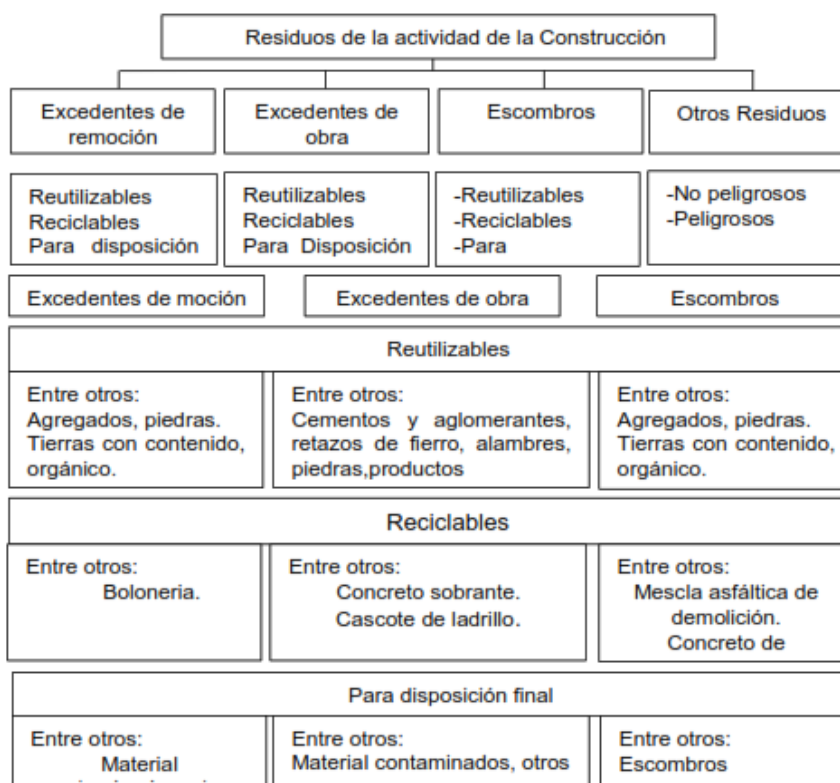
Como **variable independiente** se tiene: **Agregado reciclado**, que la NTP 400.037 (2014), lo define como “agregados del tratamiento de materiales inorgánicos utilizados en la construcción”.

Burgos (2010), define el RCD como el material producido durante la construcción, reparación o adecuación de una nueva obra.

En la normativa peruana, los RCD se consideran generados durante la construcción de edificaciones e infraestructura, definido como residuo sólido en la Ley General de Residuos Sólidos N ° 27314. Incluyendo obras nuevas, ampliaciones, alteraciones, demoliciones, reparaciones, vallas, obras menores, ajustes o renovaciones u otras (Ministerio de Energía y Minas, 2013).

La NTP. 400.050 (1999) “Manejo de residuos de la actividad de la construcción”, clasifica a los residuos de la construcción en 4 grupos, cada uno con 4 categorías para determinar el plan de gestión de los mismos. En los primeros 3 casos, aun se puede reciclar o reusar los residuos antes de la disposición final.

Figura 1. Clasificación y manejo de los residuos de la construcción.



Fuente. (Norma Técnica Peruana 400.050, 1999)

Para el aprovechamiento del RCD, se observa la clasificación en la figura 2:

Figura 2. Método de aprovechamiento de los RCD.

Residuos	Material Reciclado	Aplicación
Escombros mezclados de concretos y morteros	Agregado reciclado	*Bases hidráulicas en caminos y estacionamientos. *Concreto hidráulico.
Fresado de carpetas asfálticas	Mezclas de material asfáltico	*Bases asfálticas o negras. Asfaltos calientes, templados y frío. *Carreteras.
Escombros mezclados	material firme	terraplenes
Escombros mezclados	Arena reciclada material firme	*Cobertura en rellenos, sustituto de tepetate. *Fabricación de blocks, tabiques, adocretos, adopastos, losetas, postes, bordillos, guarniciones.
Escombros mezclados		terraplenes
Escombros mezclados	agregado reciclado	*Camas de tuberías, acostillamiento y relleno. *Relleno de cimentaciones. *pedraplenes. * Rellenos de azoteas y jardineras. * Conformación de terrenos
Residuos de concreto	Grava y arena reciclada	*Guardiciones y banquetas. *Firmes de concreto. *Construcción de muros
Carpetas hidráulicas	reciclado en frío	*Base hidráulica y base negra

Fuente. (Machaca, 2019)

La aplicación más común de RCD es como agregado de sub bases y bases, generalmente en forma de agregado. La calidad de los agregados reciclados está sujeta a la calidad de las materias primas y del grado de separación de los procesos. La existencia de otros materiales afectará las bondades de este agregado. La calidad del concreto reciclado suele ser similar a la del agregado original y su facilidad de uso también es muy similar, si se realiza una limpieza. Con respecto al uso de RCD como agregados gruesos en mezclas de concreto, esto no es común porque estos agregados son de mala calidad y son rechazados. Sin embargo, en países como Suiza, Alemania y Australia, el concreto que contiene agregado reciclado ya está en el mercado. Como agregado fino no es común el uso de RCD, debido a que para hacer agregado fino se requiere una serie de procesos de más para su fabricación, generando gastos adicionales, exceder su producción no es muy factible. Actualmente, pocos países permiten el uso de agregados finos

reciclados en mezclas de concreto. (Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible, 2006).

La variable 1 **agregado reciclado**, está estructurado a través de sus dimensiones, **la primera, producción de agregado reciclado**. En la actualidad, algunos países tienen fábricas especializadas en el reciclaje de RCD, y considerando que esta será su materia prima, estas fábricas reciben servicios de recepción de residuos. La guía española de agregados reciclados (GEAR, 2008), indica que para la fabricación de agregado reciclado se deben realizar los procesos básicos como siguen:

- Control de admisión: Es el proceso de implementación de la clasificación inicial de RCD, que asegura la calidad uniforme de estas clasificaciones.
- Clasificación: Es el proceso de separación de elementos que pueden convertirse en contaminantes del RCD. El proceso se lleva a cabo mecánicamente
- Reducción de tamaño: El tamaño de las partículas se reduce mediante un proceso mecánico y se separan los componentes del material del material reciclado.
- Limpieza: Es la separación de partículas de desechos, que utiliza un método de separación por gravedad para eliminar sustancias peligrosas mediante el uso de agua o aire.
- Cribado: Es un proceso de separación de partículas de RCD de la pulverización a través de diferentes aplicaciones específicas de tamaño de partículas, dando así las características finales del producto. En la actualidad, en muchos países tienen fábricas para reciclaje de residuos de la construcción, y considerando que esta será su materia prima, estas fábricas reciben servicios de recepción de residuos.

En la tabla 1 se puede ver el proceso de producción del agregado reciclado mostrando la etapa, tipo de proceso y proceso:

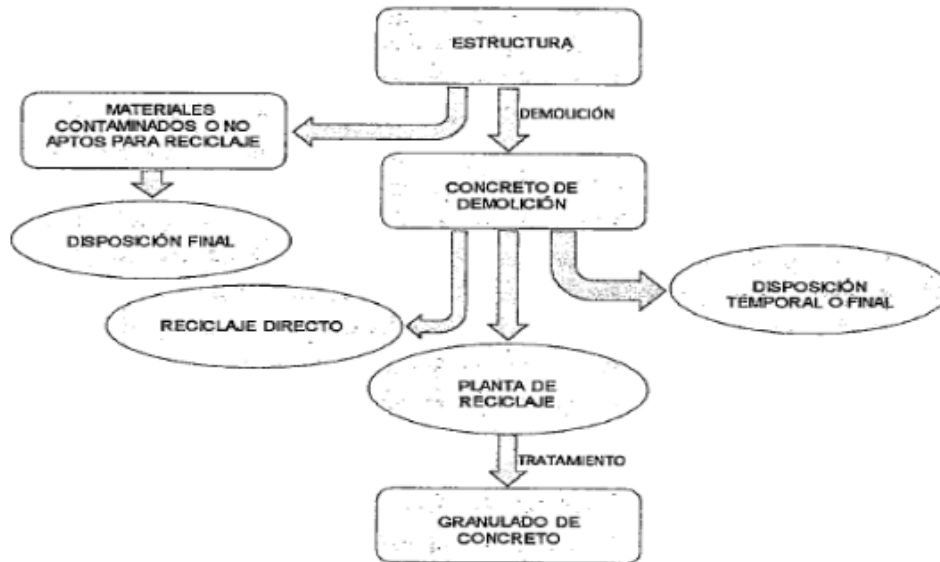
Tabla 1. Producción del agregado reciclado

Etapa	Tipo de proceso	Proceso
Control de admisión	Manual	Control organoléptico inicial (color, olor y textura)
	Manual y/o informático	Documentación de origen
	Manual	Identificación de contaminaciones
	Manual y/o informático	Pesaje
	Manual	Definición de acopios específicos por material de entrada
Pre tratamiento (separación de entrada)	Manual	Separación manual en acopio
	Mecánico	Separación mecánica en acopio (uso de martillos, palas y retroexcavadoras)
Precibado	Mecánico	Alimentador precibador Trómel
Clasificación y limpieza	Manual	Cabina de triaje Trómel
	Mecánico	Electroimanes
		Lavadoras
		Sopladores Ciclón
Trituración primaria o secundaria	Mecánico	Mandíbulas Impacto Conos
Cribado	Mecánico	Cintas y criba

Fuente: (GEAR, 2008)

Del mismo modo, NTP. 400.050 (1999), con base en la fuente de estos desechos, estableció la gestión de los desechos de demolición estructural y el uso previsto de partículas recicladas. La figura 3 muestra el proceso de obtención de concreto demolido y partículas de concreto.

Figura 3. *Flujograma para conseguir agregado de concreto reciclado.*



Fuente: (Ponce, 2014)

Luego se considera la **segunda dimensión, propiedades físicas del agregado**, iniciando por la **granulometría**, que según la NTP 400.12 (2001), es un análisis para establecer la clasificación y medición de las partículas del agregado utilizando un tamiz.

Para hallar la curva granulométrica del agregado fino se procede como se indica en la norma de la siguiente manera:

- Obtención de muestras cuarteándolas.
- Secar el material.
- Seleccione los tamices que cumplan con las especificaciones de la muestra.
- Instale el tamiz en orden descendente de acuerdo con la abertura y luego coloque el material en el tamiz superior. Tamizar manualmente o utilizando un tamiz mecánico durante un período de tiempo (aproximadamente 3 minutos).
- Pesar la muestra que se retiene en cada tamiz usando una balanza. El peso original de la muestra tiene que ser similar con el peso de la muestra tamizada.

Para el cálculo de pesos retenidos en cada malla utilizamos la tabla 2:

Tabla 2. Hoja de cálculo para la granulometría de agregados finos.

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	PORCENTAJE RETENIDO %	PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO %	PORCENTAJE QUE PASA %
3/8"	9.53	0	0	0	100
#4	4.75				
#8	2.36				
#16	1.18				
#30	0.56				
#50	0.30				
#100	0.15				
FONDO					0

Fuente: (NTP 400.12, 2001)

De manera similar, para hallar la curva granulométrica del agregado grueso se realiza lo mencionado en la norma (NTP 400.12, 2001):

- Obtención de muestras cuarteándola.
- Secar el material.
- Seleccione el tamaño apropiado de tamices que cumplan con las especificaciones de la muestra.
- Instale el tamiz en orden descendente de tamaño de apertura y luego coloque la muestra en el tamiz superior. Tamizado manualmente o mediante un tamiz mecánico durante un período de tiempo (aproximadamente 3 minutos).
- Pesar la muestra que se retiene en cada tamiz usando una balanza. El peso original de la muestra tiene que ser similar con el peso de la muestra tamizada.

Para el cálculo de pesos retenidos en cada malla usamos la tabla 3:

Tabla 3. Hoja de cálculo para la granulometría de agregados gruesos.

MALLA	ABERTURA (mm)	PESO RETENI DO (g)	PORCENT AJE RERETENID ODO %	PORCENTAJ E RETENIDO ACUMULADO %	PORCENTA JE QUE PASA %
3	76.2				
2 1/2"	63.5				
2	50.8				
1 1/2"	38.1				
1	25.4				
3/4	19.00				
1/2	12.70				
3/8	9.53				
FONDO TOTAL	Σt		100		0

Fuente: (NTP 400.12, 2001)

La siguiente propiedad es el **contenido de humedad**. La NTP 339.185 (2013), indica que es la cantidad de agua en la muestra, y tales agregados en su composición pueden tener humedad superficial y poros.

El procedimiento para hallarlo es como se indica en la norma de la siguiente manera:

- Obtención de muestras cuarteándola.
- Determinar la masa del material.
- Secar la muestra en el recipiente con el horno, teniendo en cuenta de evitar la pérdida de partículas (24 horas).
- Después de secar y enfriar hasta el punto que no dañe la balanza, determine la masa del material seco al 0.1%

Los de agregados pasan por 4 estados, como los cuales son:

- Totalmente seco. Se logra mediante secado en el horno a 110 ° C hasta que el agregado tenga un peso constante. (Generalmente 24 horas).
- Parcialmente seco. A través de la exposición del agregado al aire libre.
- Saturado y superficialmente seco. (SSS). En el estado extremo, todos los poros de los agregados están llenos de agua, pero están secos en la superficie. Este estado solo se puede lograr en el laboratorio totalmente húmedo. Todos los agregados están con agua superficial libre y llenos de agua.

Su cálculo se realiza utilizando la siguiente ecuación:

$$P = \frac{100(W - D)}{D}$$

Donde:

P = Contenido total de humedad total evaporable de la muestra en porcentaje

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramo

Las siguientes propiedades son el **peso específico y porcentaje de absorción**, Castro & Paredes (2018), mencionan que el peso específico se usa en química y física porque nos da la relación entre peso y volumen. Este peso es importante porque muestra que el peso es un indicador de calidad, que mide la firmeza de las partículas.

La absorción de agua se refiere a la cantidad total de humedad dentro del agregado seco, libre o saturado, y la facultad de absorción se mide por el peso de la muestra a analizar en un horno después de estar sumergida durante 24 horas. Agua, y finalmente secado superficial. Esta prueba es de mucha importancia, por la razón de que podemos conocer la cantidad o volumen de agua que penetrará en el agregado al mezclar el concreto. (Castro & Paredes, 2018).

La NTP 400.022 (2013), establece los procedimientos de la prueba para determinar los pesos específicos y el % de absorción del agregado fino, es como sigue:

- Obtención de la muestra a través del cuarteado.
- Dejar que la muestra se sature en el recipiente durante 20-24 horas.
- Extienda la muestra en la bandeja y muévala continuamente en el aire para secar la arena como lo requiere la norma.
- Para obtener el estado SSS, realice una prueba de cono, que consiste en insertar con cuidado el agregado fino en el cono del tambor y realizar 25 impactos desde una pequeña altura utilizando una varilla de compactación de acuerdo con la norma.
 - o Si el agregado no colapsa y mantiene la forma del cono, la muestra aún está húmeda
 - o Si el agregado colapsa cuando se retira del cono, la muestra está seca.

- Si el agregado permanece en forma de volcán, la superficie de la muestra está saturada y seca.
- Aislar 500 g de material en estado SSS.
- Obtener el peso de la probeta.
- Para quitar las burbujas generadas por los vacíos de los agregados, se debe agitar el tubo de ensayo para saturar todos los agregados, y luego se debe dejar reposar toda la muestra en el tubo de ensayo durante 15 a 20 minutos.
- Hallar el peso total de muestra + agua + probeta.
- Suprimir el agua y llevar la muestra al horno por 24 horas.

Su cálculo se realiza utilizando las siguientes ecuaciones:

- Peso específico de la masa (Pem):

$$Pe_m = \frac{W_0}{(V - V_a)} \times 100$$

Donde:

Pem = Peso específico de masa.

Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, g

V = Volumen del frasco en cm³

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

- Peso específico de masa saturado con superficie seca (Pesss):

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

- Peso específico aparente (Pea):

$$Pe_a = \frac{W_0}{(V - V_a) - (500 - W_0)} \times 100$$

El porcentaje de absorción se obtendrá mediante la siguiente formula:

- Absorción (Ab):

$$A_b = \frac{500 - W_0}{W_0} \times 100$$

La NTP 400.021 (2002), de forma similar nos brinda el procedimiento para obtener el peso específico del agregado grueso:

- Obtención de la muestra cuarteándola
- Secar el material
- Secar el agua de la muestra y enróllela sobre una franela absorbente hasta que desaparezca el agua visible en su superficie, incluso si las partículas todavía parecen húmedas.
- El peso del material se obtiene cuando se satura la superficie seca.
- Luego de pesar, coloque inmediatamente el material saturado seco en la canasta de alambre y pésele en el agua. Antes de pesar, retire con cuidado cualquier resto de aire agitando el recipiente dentro del agua.
- Obtener un peso constante secándola.

Se utilizarán las siguientes fórmulas para el cálculo:

- Peso específico de la masa (P_{em}):

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} \times 100$$

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gr.

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

C = Peso en el agua de la muestra saturada, gr.

- Peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{eSSS}):

$$P_{eSSS} = \frac{B}{(B - C)} \times 100$$

- Peso específico aparente (P_{ea}):

$$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} \times 100$$

El porcentaje de absorción se calculará mediante las siguiente formula:

- Absorción (A_b):

$$A_b(\%) = \frac{(B - A)}{A} \times 100$$

Finalmente, el **peso unitario suelto y compactado**. Estos ensayos se encargan de especificar el peso unitario del agregado fino, también del agregado grueso o una combinación de los dos con el fin de realizar la prueba y obtener el peso unitario al compactarse (Castro & Paredes, 2018).

La NTP 400.017 (1999) refiere que para el peso unitario de los agregados gruesos sueltos y compactados, se utilice el procedimiento a continuación:

Para el peso unitario suelto:

- Obtención de muestras por cuarteo.
- Se instala una cuchara o pala en el recipiente dosificador, y el agregado se descarga de una altura que no sobrepase los 5 cm (2 pulg.) hasta que el recipiente se desborde. Usar la varilla lisa para enrasar y eliminar el excedente.
- Determine el peso del envase medidor más el peso del contenido y el recipiente.

Para el peso unitario compacto:

- Obtención de muestras por cuarteo.
- Llene un tercio del envase con agregado y llene la superficie uniformemente con los dedos. Usando el extremo hemisférico de la varilla, compacte la capa de agregado dando 25 golpes con una varilla uniformemente. Llene el recipiente 2/3 de su capacidad, vuelva a nivelar la superficie y compacte nuevamente.
- Para concluir, el envase se llena y se vuelve a compactar como se describe anteriormente. Al varillar la primera capa, esta no debe tocar la base del recipiente. Al varillar la segunda o la tercera capa, cuide de que no se sobrepase hasta la capa anterior a estas.

Su cálculo se realiza utilizando las siguientes ecuaciones:

$$PSS = \frac{G-T}{V}$$

Donde:

Pss = Peso unitario del agregado kg/m^3

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg

T = Peso del recipiente de medida en kg

V = Volumen de la medida en m^3

La **variable 2 concreto**, Según Rivva (2006), es un material heterogéneo, formado principalmente de agua, cemento y una combinación de agregados gruesos y finos. El concreto incluye una pequeña porción de aire atrapado y también se puede integrar aire mezclado por el uso de aditivos.

Pasquel (1998), menciona que el concreto define 4 elementos: cemento, agua, agregados y aditivos, en la tabla 4 se puede observar dicha proporción:

Tabla 4. *Proporción de materiales que conforman el concreto.*

AIRE	1% a 3%
CEMENTO	7% a 15%
AGUA	15% a 22%
AGREGADOS	60% a 75%

Fuente: Adaptado de (Pasquel, 1998)

El primer compuesto del concreto es el **cemento**. Rivva (2002), refiere que es un material pulverizado con la propiedad de que al agregar la proporción correcta de agua, forman una pasta grumosa resistente.

Aunque la proporción de intervención es tan pequeña, su impacto sobre el concreto es decisivo. La mayoría de los beneficios del concreto también provienen del cemento (Rivva, 2006).

Según Gonzales (2018), los componentes químicos son:

1. El silicato tricálcico le confiere una resistencia inicial y afecta directamente el calor de hidratación.
2. El aluminato tricálcico es un catalizador para la reacción del silicato y provocará una solidificación violenta. Para reducir este efecto, es necesario agregar yeso en el proceso de producción del cemento.
3. Ferrito aluminato tetra cálcico, afecta la tasa de hidratación y tiene poco efecto sobre el calor de hidratación.

Según ASTM International en 2007, existen muchos tipos de cemento que están especificadas de la siguiente manera en el (ASTM C150, 2007):

1. Tipo I: Para uso general y sin cualidades especiales.
2. Tipo II: Con calor de hidratación moderado y alguna resistencia al ataque de sulfatos.
3. Tipo III: Con resistencia temprana y alto calor de hidratación.
4. Tipo IV: De calor de hidratación baja.
5. Tipo V: Con alta resistencia al ataque de sulfatos.

Los de tipo I, II, y III son aptos de adicionarles incorporadores de aire, la ASTM C-595 detalla las cualidades de los cementos añadidos que contienen además escoria y puzolanas, que hacen variar la conducta del grupo, se tiene (Avalo, 2015):

1. Tipo IS: Añadido entre 25% y 70% en peso de escoria de alto horno.
2. Tipo ISM: Añadido menos de 25% en peso de escoria de alto horno.
3. Tipo IP: Añadido entre 15% y 40% en peso de puzolana.
4. Tipo IPM: Añadido menos del 15% en peso de puzolana.

La puzolana es un material que cuando reacciona con el hidróxido de calcio y el agua, adquirirá propiedades adherentes que no tienen por sí solos. (ASTM Internacional; citado en Bonifacio, 2021).

En nuestro país se fabrican cemento Tipo I, Tipo II, Tipo V, Tipo IP y tipo IPM (Avalo, 2015).

El segundo compuesto son los **agregados**. Abanto (2006) refiere que son materiales inertes del concreto que se adhieren por la pasta de cemento que forma un elemento resistente. Su calidad es muy importante, ya que representa los $\frac{3}{4}$ del volumen del concreto.

No interfieren directamente con la reacción química del agua y cemento para producir una lechada, las propiedades afectarán significativamente el concreto, productos, son tan notables como el cemento para conseguir características de durabilidad, conductibilidad, resistencia, etc (Abanto, 2006).

Las propiedades que a continuación describiremos no necesariamente son las únicas, pero responden a prácticas comunes en tecnología de concreto.

Hay muchos tipos de estos materiales y, a medida que se investigan y desarrollan, su aplicación y uso han mejorado, lo que hace que el mundo tienda a utilizarlos con mayor frecuencia.

Harmsen (2002), indica que en “el agregado fino y el agregado grueso forman recursos similares del concreto porque no interfieren con la actitud química entre el agua y el cemento. El A.F. debería ser duro, limpio, profundo durable, e independiente de impurezas como limo, álcalis, pizarra, polvo además de materias orgánicas. Por lo tanto, no debe tener más del 5% de limos o arcillas tampoco debe sobrepasar el 1.5% de elementos orgánicos. El tamaño de sus partículas debe ser menor a 1/4" y su gradación deberá cumplir con los requisitos establecidos por la norma ASTM-C-33-99^{aa} (p. 30) en donde se observa la tabla 5.

Tabla 5. Husos para el agregado fino.

Malla	% Que Pasa
3/8"	100
N.º 4	95 a 100
N.º 8	80 a 100
N.º 16	50 a 85
N.º 30	25 a 60
N.º 50	5 a 30
N.º 100	0 a 10

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

Harmsen (2002), señaló que el agregado grueso está compuesto de granito, diorita y sienita. Se puede utilizar una trituradora para reducir el tamaño de rocas o grava. Al igual que los aditivos de grano fino, su contenido de arcilla y partículas finas no necesita exceder el 5%, y su contenido de materia orgánica, carbón, etc., no necesita exceder el 1,5%.

Rivva (2000), menciona que un agregado grueso podría estar compuesto de piedra triturada o natural, agregado metálico natural o artificial, concreto triturado o una combinación. Deberá estar compuesto por partículas cuyos contornos sean preferiblemente angulares o semiangulares, compactas, duras, limpias duraderas, preferiblemente con una textura rugosa y que sean libres de materiales en escamas o partículas blandas.

Para el agregado grueso se gradada con los límites de la siguiente tabla teniendo en consideración los husos especificados:

Tabla 6. Requisitos granulométricos del agregado grueso.

N° ASTM	Tamaño nominal	% que pasa por los tamices normalizados												
		100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°16)
1	90 a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25.0 mm (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 4.75 mm (2" a N°4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 a 19.0 mm (1 1/2" a 3/4")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75 mm (1 1/2" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25.0 a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25.0 a 9.5 mm (1" a 3/8")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5	0 a 5		
57	25.0 a 4.75 mm (1" a N°4)						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19.0 a 9.5 mm (3/4" a 3/8")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19.0 a 4.75 mm (3/4" a N°4)							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 mm (1/2" a N°4)								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N°8)									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: (NTP 400.037, 2014)

El **agua** es el tercer elemento que componente del concreto, conjuntamente con el cemento reacciona al contacto, para así obtener un gel y que nos permitirá adquirir propiedades que (Rivva, 2000):

- El concreto en un estado fresco proporcionen un adecuado comportamiento, como también manipulación y por último transporte; y
- Además, el concreto en estado endurecido consiga una buena resistencia con propiedades y características adecuadas.

Se tiene el requisito general y no implica ensayos para verificar su calidad, se puede utilizar como agua mezclada, que se considera potable, o agua que se separa por experiencia para ser usada en la elaboración del concreto (Rivva, 2000).

Se debe tener en cuenta que no toda el agua apta para beber es apta para mezclar, y tampoco toda el agua apta para beber no es apta para mezclar concreto. Generalmente, dentro de los límites que se deben dar en las diferentes partes, el agua mezclada debe estar libre de azúcares, aceites y colorantes (Rivva, 2000).

Además, el agua no puede tener ninguna sustancia que afecte negativamente a la solidificación, durabilidad o resistencia, elementos metálicos o apariencia del concreto. (Rivva, 2000).

La **variable 2 concreto**, desarrollada mediante las siguientes dimensiones: la primera que es **diseño de mezclas**, conceptualmente, es la aplicación práctica y técnica del conocimiento científico sobre sus componentes y sus interacciones para lograr el material final que cumpla con los requisitos específicos del proyecto constructivo de la manera más efectiva (Pasquel Carbajal, 1998).

Para esta investigación se están proponiendo realizar 4 diseños de mezclas reemplazando el agregado grueso natural con agregado grueso reciclado en las siguientes proporciones:

- 100% AGN
- 25% AGR + 75%AGN.
- 50% AGR + 50%AGN.
- 100% AGR.

El Comité 211 del ACI desarrolló una manera de diseño de mezclas, en base a tablas preestablecidas, las cuales permiten establecer los valores de los diferentes materiales que componen 1m³ de concreto. Seguidamente se muestra los pasos:

1. Identificar la F'_{cr} a partir de la resistencia en compresión especificada.

Tabla 7. Resistencia promedio de ACI.

F'_{c}	F'_{cr}
Menos de 210	$F'_{c} + 70$
210-350	$F'_{c} + 84$
>365	$F'_{c} + 98$

Fuente: (ACI 211, 1991)

2. Elegir el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

A través del ensayo granulometría.

3. Seleccionar el asentamiento.

El método ACI proporciona la siguiente tabla, que revela el asentamiento máximo y mínimo según la construcción.

Figura 4. Selección del asentamiento recomendados (Slump).

Tipo de Construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y lozas	3	1
Concreto masivo	2	1

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

4. Seleccionar el volumen unitario del agua de diseño y contenido de aire

Figura 5. Agua de mezclado y de contenido de aire.

Revenimiento, cm	Agua, kg/m ³ concreto para TMG, mm							
	9.5	12.5	19	25	38	50	75	150
Concreto sin aire incluido								
De 2.5 a 5.0 (1" a 2")	207	199	190	179	166	154	130	113
De 7.5 a 10 (3" a 4")	228	216	205	193	181	169	145	124
De 15 a 17.5 (6" a 7")	243	228	216	202	190	178	160	-
Cantidad aprox. aire atrapado	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
De 2.5 a 5.0 (1" a 2")	181	175	168	160	150	142	122	107
De 7.5 a 10 (3" a 4")	202	193	184	175	165	157	133	119
De 15 a 17.5 (6" a 7")	216	205	197	174	174	166	154	-
Promedio recomendado de aire por incluir por exposición								
Exposición ligera	4.5	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1
Exposición moderada	6	5.5	5	4.5	4.5	4	3.5	3
Exposición severa	7.5	7	6	6	5.5	5	4.5	4

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

5. Seleccionar la relación A/C por resistencia

Se utiliza la tabla de la figura 6:

Figura 6. Relación agua/cemento.

f'_{cr} (28 días)	Relación Agua-Cemento Diseño en Peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
450	0,38	--
400	0,43	--
350	0,48	0,40
300	0,55	0,46
250	0,62	0,53
200	0,70	0,61
150	0,80	0,71

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

6. Determinar la cantidad de cemento

Se calcula dividiendo la cantidad de agua y la relación a/c (Laura, 2006).

$$\text{Contenido de cemento (kg / m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de agua de mezclado (lts/m}^3\text{)}}{\text{Relación a/c (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Volumen de cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Contenido de cemento (kg)}}{\text{Peso específico del cemento (kg/m}^3\text{)}}$$

7. Determinar la cantidad de agregado grueso

Se puede determinar con la tabla 8 del ACI, esto con base al tamaño máximo nominal del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino. De lo que obtenemos de la tabla el coeficiente b/b0 de la relación del peso seco del agregado y su peso unitario compactado (Laura, 2006).

Tabla 8. Volumen de agregado grueso por volumen unitario de concreto.

Tamaño máximo de agregado, mm	Volumen de agregado grueso varillado en seco, por volumen unitario de concreto para distintos módulos de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3
9.5 (3/8")	0.5	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2")	0.59	0.57	0.55	0.53
19 (3/4")	0.66	0.64	0.62	0.6
25 (1")	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2")	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2")	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3")	0.82	0.8	0.78	0.76
150 (6")	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

$$\text{Peso seco del A. grueso (kg / m}^3\text{)} = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unitario compactado del A. grueso})$$

8. Sumar todos los volúmenes absolutos calculados (del ACI 211, 1991).
9. Definir el volumen absoluto de A.F. y determinar del peso seco del A.F. (del ACI 211, 1991).
10. Definir los valores de diseño de los componentes del concreto (del ACI 211, 1991).
11. Corregir el diseño por humedad y absorción del A.F. y A.G (del ACI 211, 1991).
12. Definir las cantidades en peso. (del ACI 211, 1991)

Luego la **dimensión 2, propiedades físicas del concreto en estado fresco**, según Parra & Bautista (2010), el concreto fresco tiene que mantener las características para que pueda ser colocado, compactado, transportado y acabado sin segregación perjudicial. La correcta combinación de materiales nos permitirá tener uniformidad, contener mejor las partículas y pastas y reducir la exudación, y en este estado fresco o plástico, la mezcla puede ser transportada, colocada y vibrada.

La primera propiedad es el **peso unitario**, según la NTP 339.046 (2008), es el peso del concreto en un volumen determinado, sirve para determinar y comprobar el rendimiento de la mezcla. La manera de realizarlo es la siguiente:

- Se llena de concreto un recipiente cilíndrico en 3 capas y por cada capa varillan 25 veces.
- Previamente se obtienen el peso del recipiente y su volumen, una vez obtenido el peso del concreto, se realiza una división y nos dará el resultado deseado.

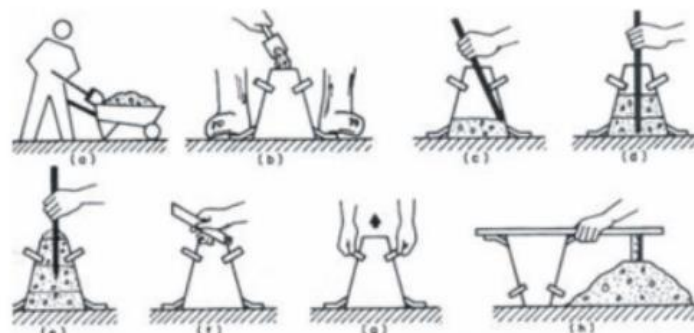
La segunda propiedad es el **asentamiento**, que según Castro & Paredes (2018), no es aplicable cuando la mezcla de prueba de concreto no es viscosa o plástica o el agregado grueso contiene una gran cantidad de partículas mayores a 37.5 cm de tamaño. Si las partículas de agregado son mayores de 37.5 cm, el concreto utilizará un tamiz relacionado con su tamaño.

La NTP 339.035 (2009) menciona que esta propiedad está definida por la menor o mayor dificultad para mezclar el concreto, su traslado, como también su compactación y colocación, la manera de realizarlo es la siguiente:

- El ensayo trata de rellenar el cono de Abrams en 3 capas, pasa luego apisonarlo con 25 golpes de afuera hacia adentro en forma concéntrica con una varilla lisa de 5/8".
- Seguidamente al tener la mezcla enrasada en la parte superior del cono, realizamos la medición del revenimiento del concreto con teniendo en cuenta la altura del cono.
- El resultado obtenido proporciona un valor para compararlo con la elaboración del concreto realizado, esto nos indicará si tenemos que realizar alguna modificación en las cantidades calculadas en el diseño.

En la figura 4 se puede apreciar los pasos para determinar el asentamiento:

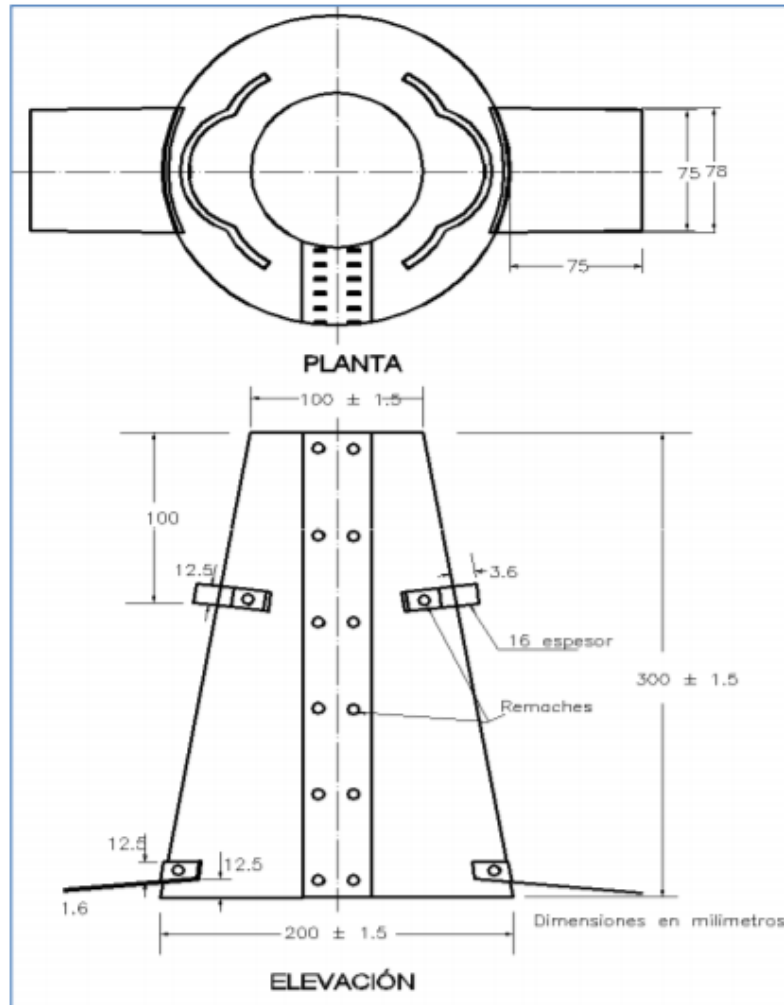
Figura 7. Metodología para determinar la consistencia del concreto.



Fuente: (Ottazzi, 2004)

Para determinar el asentamiento se puede utilizará un molde con las siguientes dimensiones:

Figura 8. Molde para determinar el asentamiento del concreto.



Fuente: (NTP 339.035, 2009)

La tercera propiedad es la **exudación**, que según la NTP 339.077 (2013), es un tipo de segregación donde cierta parte del agua de la mezcla tiende a sobresalir a la superficie. Se realiza de la siguiente manera:

- Se prepara la mezcla de concreto, seguidamente se vierte la mezcla en 3 capas, las capas son apisonadas con una varilla lisa con 25 golpes cada una, en la última capa superior se deja una pulgada libre.
- Seguidamente después que el recipiente sea llenado y nivelado, se lo coloca en un superficie nivelada y libre de vibraciones, sin moverla de su lugar.

- Cuando la exudación empiece, se toman las lecturas del agua extraída, en los primeros 40 minutos a cada 10 minutos y para finalizar cada 30 minutos, hasta que la mezcla de concreto deje de segregar agua.

En la propiedad de exudación se obtendrá mediante las siguientes formulas:

1. El volumen de agua exudada por unidad de superficie:

$$V = \frac{V_1}{A}$$

Donde:

V1 = volumen del agua exudada en ml, medida durante el intervalo de tiempo seleccionado, y

A = área expuesta del concreto en centímetros cuadrados

2. El agua exudada expresada como un porcentaje:

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

3. El agua exudada expresada como un porcentaje:

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

Donde:

C = masa del agua en la muestra de ensayo (g),

M = masa total de la mezcla (kg),

w = mezcla de agua total (cantidad de agua total menos la cantidad de agua absorbida por agregados) kg,

S = masa de la muestra (g), y

D = masa del agua exudada en gramos, o volumen total del agua extraída de la muestra ensayada, en cm³ multiplicado por 1 g/mL.

Finalmente, la **dimensión 3, propiedades del concreto endurecido**. Parra & Bautista (2010), mencionan que, en la etapa de endurecimiento, la pasta adquiere la resistencia requerida.

La primera propiedad que se consideró es la **resistencia a la compresión**, siendo esta la propiedad de poder aguantar cargas y esfuerzos debido a las propiedades

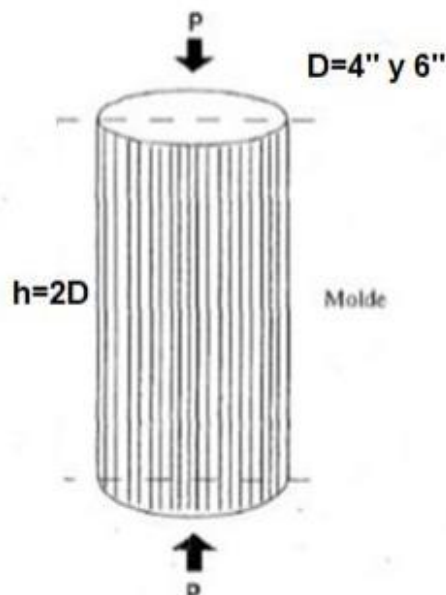
adhesivas de la pasta de cemento, se desempeña mejor en compresión que en tracción. Generalmente expresada en peso con una relación a/c (Pasquel, 1998).

Según López (2008), los concretos elaborados con AGR reducen su resistencia con respecto a los convencionales, siendo igual la relación agua-cemento para ambos casos, cuanto mayor es la reducción, incrementa el reemplazo de agregado grueso. Lo más influyentes para este aspecto son:

- La porción de mortero adherido a la matriz de la roca hace que la resistencia mecánica del agregado reciclado sea menor que el agregado natural.
- Al utilizar agregado reciclado, se incrementa el área debilitada en la calidad del concreto endurecido, porque la superficie de contacto entre el agregado natural y el mortero aglomerado que porta aumenta la superficie de contacto entre el agregado reciclado y el nuevo agregado, o incluso más débil. mortero.

La NTP 339.034 (2008), indica que el máximo esfuerzo que el concreto puede soportar sin romperse o agrietarse se denomina resistencia a la compresión.

Figura 9. Gráfico ilustrativo del ensayo de resistencia a compresión.



Fuente: (Bonifacio, 2021)

El procedimiento del ensayo es el siguiente:

- Se realizó la medición previa de las probetas a ensayar, tanto su altura como su diámetro.

- La probeta debe ir bien centrada en la prensa hidraulica y cargado hasta que se rompa por completo.
- El régimen de carga con la prensa de concreto debe estar en el rango de 0.15 a 0.35MPa/s. seguidamente tomamos nota de los datos proporcionados por la prensa.

Se calcula con la siguiente fórmula:

$$R = \frac{P}{A}$$

Dónde:

R: Resistencia a la compresión (kg/cm²).

P: Esfuerzo a la compresión (kg).

A: Área de la sección transversal (cm²).

La segunda propiedad fue la **resistencia a la tracción indirecta**, según la NTP 339.084 (2012), para este ensayo es necesario usar probetas parecidas a las de la prueba a compresión.

Figura 10. *Probeta lista para el ensayo de tracción indirecta*



Fuente: (NTP 339.084, 2012)

El ensayo se realiza de la siguiente manera:

- Medición de las dimensiones de las testigos a ensayar.
- Acople el soporte a la longitud de la placa inferior, y luego coloque la muestra, considerando que los puntos tangentes de las dos bases se

concentran en la placa de soporte, seguidamente sobre la muestra colocamos un segundo soporte esto con el fin de evitar el contacto directo.

- La prensa de concreto es programada a una velocidad de carga continua.

Su cálculo es a través de la siguiente fórmula:

$$T = 2P/nLd$$

Donde:

T = Esfuerzo de tracción indirecta, kPa (lb/pulg²).

P = Carga máxima indicada por equipo, kN (lbf).

L = Longitud de la probeta, m (pulg).

d = Diámetro de la probeta, m (pulg).

II. Metodología

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. *Tipo de investigación*

Esta investigación es de tipo APLICADA porque pretende conocer, modificar y mejorar la calidad del agregado reciclado, de la misma forma busca disminuir la explotación masiva de las canteras de agregado natural adicionando o reemplazando al concreto, residuos de demoliciones, que afectan la imagen de los lugares donde son vertidos, este tipo de clasificación es viables para proyectos de ingeniería civil (Hernández, y otros, 2014).

3.1.2. *Diseño de investigación*

Esta investigación es de diseño EXPERIMENTAL, porque se pretende identificar, controlar, modificar y manipular las características del agregado reciclado, para observar los efectos y resultados en el concreto a través de la medición y la relación causa efecto (Hernández, y otros, 2014).

3.1.3. *Nivel de investigación*

El nivel es EXPLICATIVO, porque se pretende explicar cómo afecta el agregado reciclado (causa) en la elaboración de un concreto de mediana resistencia y sus características (efecto) (Hernández, y otros, 2014).

3.1.4. *Enfoque de investigación*

Esta investigación tiene el enfoque de investigación CUANTITATIVA, pues la acción de recolección y análisis de información se realizará de acuerdo al formato de cada prueba de laboratorio, estos resultados se analizarán a través de cuadros y tablas estadísticas para comparar y verificar nuestras hipótesis, confiando en la medición numérica (Hernández, y otros, 2014).

3.2. Variables y Operacionalización

3.2.1. *Variables*

Variable independiente: Agregado reciclado

Variable dependiente: Concreto

3.2.2. *Operacionalización de las variables*

Medio de explicar cómo medir las variables planteadas en la hipótesis, a través de dimensiones e indicadores (Borja, 2012) (p.24).

VARIABLE 1: Agregado reciclado.

Se midió a través de 2 dimensiones y 9 indicadores.

VARIABLE 2: Concreto

Se midió a través de 3 dimensiones y 9 indicadores.

3.3. Población, muestra y muestreo.

3.3.1. Población

Según Borja (2012), se denomina población a un conjunto de elementos, unidades u objetos de los que se realizará el estudio.

En este estudio, está conformado por un total de 80 probetas utilizando concreto reciclado para un concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

3.3.2. Muestra

Según Hernández et al (2014), es un subconjunto o fracción característica de la población que se escoge para investigar una singularidad de la misma.

La muestra de esta investigación estuvo comprendida por la población total descrita en el punto anterior.

3.3.3. Muestreo

Para nuestra investigación es muestreo elegido es el no probabilístico, ya que la muestra no depende de la probabilidad ni fue escogida aleatoriamente, sino por los propósitos, toma de decisiones y otros criterios del investigador (Hernández et al., 2014, p. 176).

A continuación, en la tabla 9 y 10 se presenta la distribución de la muestra.

Tabla 9. *Número de testigos a realizar para cada combinación de agregado grueso – Ensayo de compresión.*

Porcentaje de AGR (%)	Porcentaje de AGN (%)	Cantidad de testigos		Total
		7 días	28 días	
0%	100%	5	5	10
25%	75%	5	5	10
50%	50%	5	5	10
100%	0%	5	5	10
Total				40

Tabla 10. Número de testigos a realizar para cada combinación de agregado grueso – Ensayo de tracción indirecta.

Porcentaje de AGR (%)	Porcentaje de AGN (%)	Cantidad de testigos		Total
		7 días	28 días	
0%	100%	5	5	10
25%	75%	5	5	10
50%	50%	5	5	10
100%	0%	5	5	10
Total				40

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Según Bravo (1999), se refiere a las estrategias y procedimientos que se aplican para recopilar datos e información encuestas, observaciones y cuestionarios.

- Observación. El primer paso que dan los investigadores es la observación, se acaban de realizar los procedimientos y aplicaciones del instrumento, sin observación la investigación será inválida y nadie podrá realizar el trabajo.
- Medición y registro. Las mediciones son importantes para cuantificar los datos recopilados y registrarlos, y luego procesarlos de la manera más apropiada porque los investigadores brindan datos confiables.

Para la investigación presente la técnica será la observación directa y estructurada.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Según el autor, el instrumento de medición se utiliza para recopilar y almacenar toda la información posible de datos observables (Bravo, 1999, p.25).

Los instrumentos utilizados en esta investigación son algunas fichas de recopilación de datos y los equipos de laboratorio, como la prensa de concreto, balanzas, picnómetros, etc.

Además, la norma técnica peruana (NTP) nos permite recopilar datos de los ensayos de laboratorio realizados, en la tabla 11 se muestran dichos ensayos:

Tabla 11. Descripción de ensayos que se realizará.

Ítem	Descripción de ensayos
1	Granulometría
2	Contenido de humedad
3	Porcentaje de absorción
4	Peso específico
5	Peso unitario
6	Asentamiento o revenimiento
7	Exudación
8	Resistencia a la compresión
9	Resistencia a la tracción

3.4.3. **Validez**

Para nuestro caso, la validez de los instrumentos utilizados y presentados en este trabajo de investigación están validadas por normativas establecidas por el NTP, ASTM y ACI, cada una de ellas ya mencionadas.

3.4.4. **Confiabilidad**

La confiabilidad de los instrumentos utilizados en la medición fue verificada por los certificados de calibración de los equipos de laboratorio.

3.5. **Procedimientos**

3.5.1. **Selección y tratamiento de la muestra**

Esta etapa es puramente experimental y se refiere a la propuesta de un mecanismo de selección de las muestras, es decir, recuperar los agregados y tratarlos adecuadamente para que estos agregados puedan mejorar sus propiedades físicas y de resistencia.

3.5.2. **Ensayos y experimentación.**

Procesada nuestra muestra, en esta fase se lleva a cabo los ensayos de laboratorio para los agregados reciclados y naturales, después los diseños de mezcla, y finalmente se elaboró el concreto y sus pruebas de resistencia a la compresión y tracción correspondiente.

3.5.3. **Análisis de resultados.**

En la etapa final, se probarán hipótesis, se analizarán los resultados obtenidos al compararlos con los resultados tradicionales y se elaborarán conclusiones y recomendaciones.

3.6. **Método de Análisis de Datos**

Este estudio compromete el uso de estadísticas y matemáticas para la obtención de resultados, este análisis se ejecutará con un software de hojas de cálculo, también se realizarán las pruebas de las muestras que contengan agregados reciclados, que se utilizarán principalmente para esta investigación, los cuales mostrarán resultados cuando las probetas estén a disposición de la prensa de concreto y así recabar los resultados finales.

3.7. **Aspectos Éticos**

En esta investigación, se considera respetar los todos métodos, técnicas y las reglas más importantes, cuyo propósito de desarrollo es que pueda ser utilizado como una ayuda al entendimiento sobre el concreto reciclado y pueda aportar a nuevas opciones.

Esta información proviene de todos los estándares, artículos, libros y revistas, todos los cuales son citados por sus autores para respetar los derechos de los autores.

IV. Resultados

Los resultados se presentan en el orden de los objetivos de este estudio, con base en los datos recolectados a través de las técnicas e instrumentos utilizados, y divulgados a través de gráficos y tablas.

La ubicación geográfica se observa en la figura 12 y 13, la ubicación según el sistema de coordenadas UTM también se puede ver en la tabla 12 y la figura 11.

La muestra fue extraída a las afueras de la ciudad de Puno, exactamente en la vía Puno - Mañazo, al frente de la penitenciaría de Yanamayo.

Figura 11. Georreferenciación de la ubicación del proyecto.



Fuente: Google Earth.

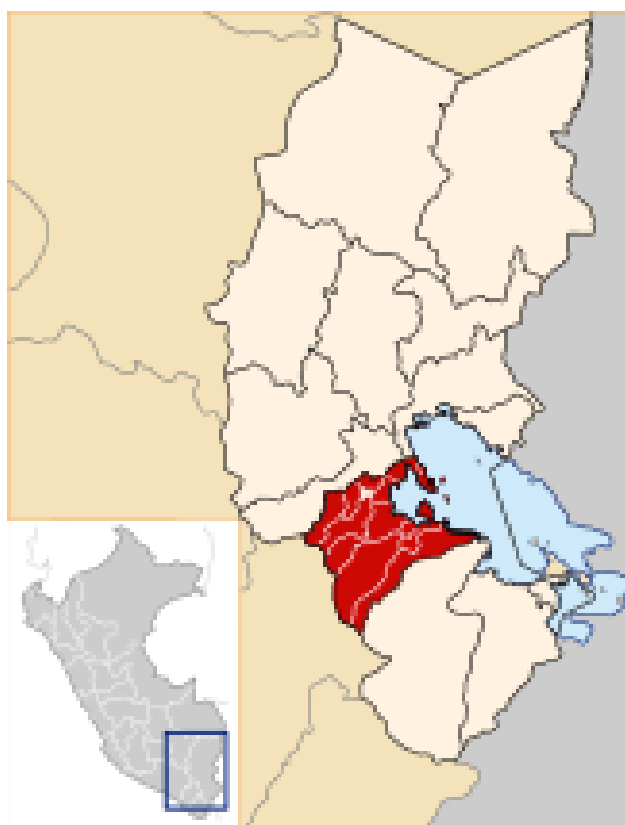
Tabla 12. Coordenadas de la ubicación geográfica del proyecto de investigación.

Descripción	Este (m)	Norte (m)	Altitud (m.s.n.m.)
Puno	395859	8273415	3810

Figura 12. Localización del proyecto a nivel nacional.



Figura 13. Localización del proyecto a nivel regional.



En referencia al **objetivo general**: Determinar el proceso de producción de agregado reciclado, y su influencia en las propiedades del concreto $F'c=210\text{g/cm}^2$ en la ciudad de Puno, se obtuvo los siguientes resultados:

Producción de agregado reciclado

a) Selección y separación

La elección del concreto reciclado se hace a partir de residuos de la construcción, como vigas y pilares, porque son los materiales con mayor resistencia. Asimismo, el concreto se separa de elementos desconocidos, como ladrillos u otros materiales que afectan el desempeño del concreto.

En la tarea de reciclar los RCD, estos residuos deben seleccionarse de la colección. La muestra relevante y reciclable son materiales adquiridos del concreto como losas, vigas, columnas, etc., pero no es así: madera, vidrio, cerámica, acero, mampostería, etc. En este trabajo de investigación se han obtenido las materias primas para la demolición de edificaciones, especialmente (vigas y columnas), solo residuos de concreto.

Figura 14. *Residuos de construcción y demolición.*



b) Trituración inicial

Luego de seleccionar el material a reciclar, se continuará triturando manualmente, con un diámetro de aproximadamente 4 "a 5", con el fin de lograr la transferencia y otros procesos requeridos.

Figura 15. Trituración de forma manual hasta obtener muestras de 4 a 5 pulgadas.



c) Lavado

Ya obtenido el material seleccionado y triturado de forma manual, fue necesario limpiar los bloques de concreto, ya el material es desechado, por lo cual contiene impurezas y además se encuentra contaminado, esta operación puede ser realizada por maquinaria e industria, lo que sería un procedimiento recomendado.

Figura 16. Limpieza del material de sus impurezas.



d) Trituración final

De acuerdo con las recomendaciones técnicas estándar, como agregado reciclado se tritura la muestra a procesar en tamaños más pequeños, es decir, de menos de 1 pulgada de diámetro, este proceso es difícil porque se hace manualmente.

Figura 17. Trituración manual hasta obtener que la muestra sea menos a 1”.



e) Clasificación de la muestra

Cuando se tritura el material como se recomienda, solo se procesa el agregado grueso reciclado, es decir, el material que pasa por la malla No. 4 es separado por el tamiz. De esta manera se separa el agregado fino y de nuestro agregado grueso que después del tamizado será descartado y reemplazado por agregado fino natural. Al final de esta clasificación, el agregado grueso reciclado se someterá a una serie de pruebas de laboratorio para establecer sus propiedades físicas.

Figura 18. Separación del material con la malla N°4.



f) Saturación de la muestra

Continuando con la investigación, el agregado grueso reciclado por sugerencia de la norma fue saturado por un lapso de cinco días, ya que el material es un residuo seco y libre de humedad, esto hará que absorba una gran cantidad de agua al elaborar concreto y podría variar en el diseño.

Propiedades físicas del agregado

a) Granulometría

El análisis granulométrico consiste en que una vez determinada el peso de la muestra representativa necesaria para el ensayo, se pasa a tamizar la muestra, para obtener los pesos retenidos en cada tamiz y se toma nota.

Figura 19. *Combinaciones de agregado reciclado con agregado natural.*



Figura 20. Tamizado del agregado grueso combinado.



Agregado fino

Los agregados gruesos se separan de los finos, utilizamos la malla N°4, en este caso todos los materiales que pasan por la malla son agregados finos. El peso de la muestra después de realizar el secado es de 300 gramos como mínimo.

Las características del agregado fino que se utilizó en la investigación fueron las siguientes:

Tabla 13. Características del agregado fino.

Tipo	Arena Gruesa
Procedencia	Cutimbo

Fuente: Propia.

En la tabla 14, se tiene los valores de granulometría para el agregado fino.

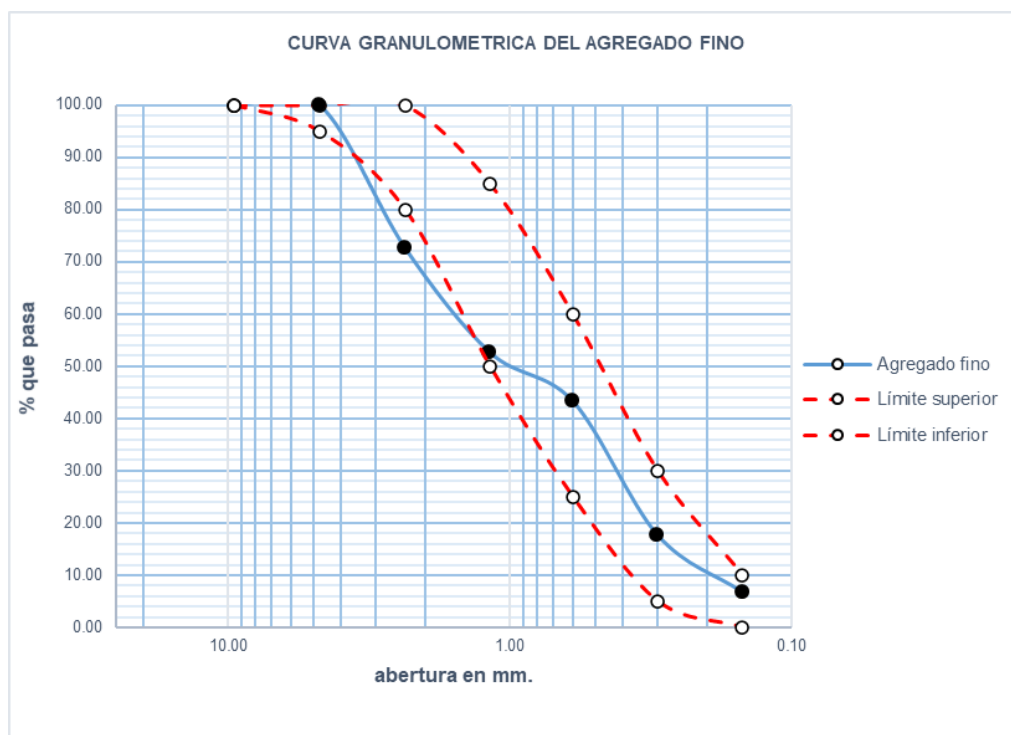
Tabla 14. Granulometría del agregado fino.

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. MUESTRA	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUM.	% QUE PASA ACUM.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. MUESTRA	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUM.	% QUE PASA ACUM.
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.36	136.82	27.36	27.36	72.64
N° 16	1.18	99.92	19.98	47.35	52.65
N° 30	0.60	46.71	9.34	56.69	43.31
N° 50	0.30	128.18	25.64	82.33	17.67
N° 100	0.15	54.51	10.90	93.23	6.77
N° 200	0.08	17.08	3.42	96.64	3.36
Fondo		16.78	3.36	100.00	0.00
TOTAL		500.00	100.00	Módulo de Fineza	3.07

Fuente: Propia.

Figura 21. Curva granulométrica del agregado fino.



Fuente: Propia.

Agregado grueso natural

Los resultados de la curva granulométrica del agregado grueso se encuentran dentro de los parámetros dispuestos en la NTP 400.037

Las características del AGN que se utilizó en la investigación fueron las siguientes:

Tabla 15. *Características del agregado grueso.*

Tipo	Arena Gruesa
Tamaño	3/4"
Procedencia	Cutimbo

Fuente: Propia.

En la tabla 16, se tiene los valores de granulometría para el agregado grueso.

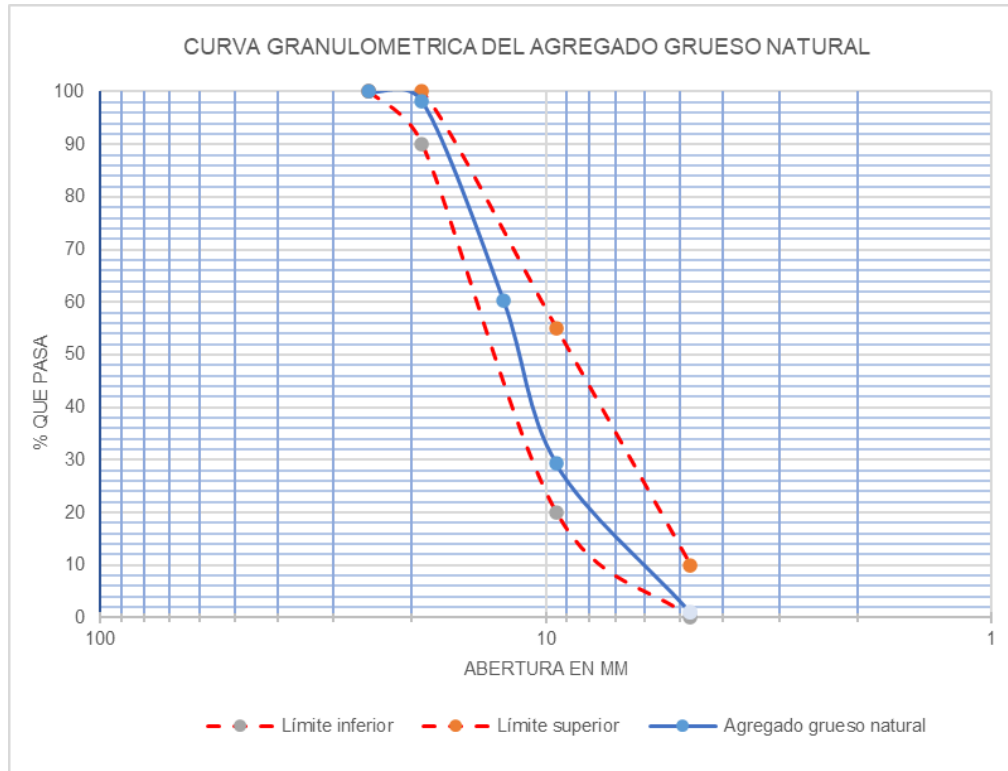
Tabla 16. *Granulometría del agregado grueso natural.*

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. MUESTRA	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUM.	% QUE PASA ACUM.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	65.40	1.87	1.87	98.13
1/2"	12.50	1321.40	37.75	39.62	60.38
3/8"	9.50	1089.50	31.13	70.75	29.25
N° 4	4.75	994.20	28.41	99.16	0.84
N° 8	2.36	0.00	0.00	99.16	0.84
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.16	0.84
N° 30	0.60	0.00	0.00	99.16	0.84
N° 50	0.30	0.00	0.00	99.16	0.84
N° 100	0.15	0.00	0.00	99.16	0.84
N° 200	0.08	0.00	0.00	99.16	0.84
Fondo		29.50	0.84	100.00	0.00
TOTAL		3500.00	100.00	Módulo de Fineza	7.07

Fuente: Propia.

Figura 22

Curva granulométrica del agregado grueso



Fuente: Propia.

Agregado grueso reciclado (25% AGR + 75% AGN)

Los resultados de la granulometría del agregado grueso reciclado se encuentran dentro de los parámetros establecidos en la NTP 400.037

Las características de los agregados combinados que se utilizaron fueron las siguientes:

Tabla 17. *Características del agregado grueso reciclado.*

Procedencia	Tamaño triturado
Demoliciones de concreto	3/4"

Fuente: Propia.

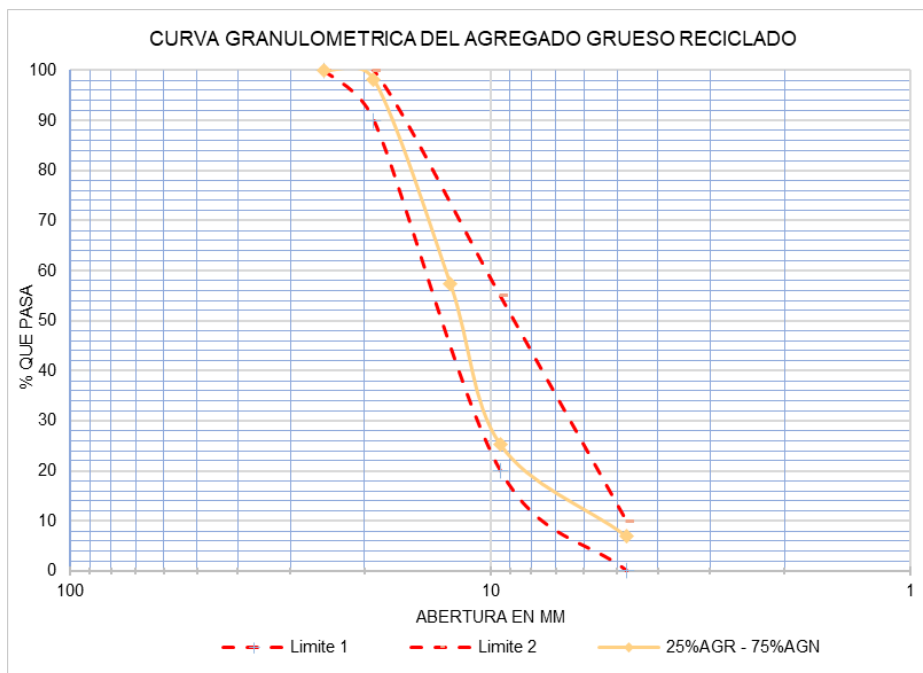
En la tabla 18, se tiene los valores de granulometría agregando 25% de AGR.

Tabla 18. Granulometría de la combinación de 25% AGR + 75% AGN.

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. MUESTRA	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUM.	% QUE PASA ACUM.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	65.40	1.87	1.87	98.13
1/2"	12.50	1424.60	40.70	42.57	57.43
3/8"	9.50	1124.20	32.12	74.69	25.31
N° 4	4.75	640.80	18.31	93.00	7.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	93.00	7.00
N° 16	1.18	0.00	0.00	93.00	7.00
N° 30	0.60	0.00	0.00	93.00	7.00
N° 50	0.30	0.00	0.00	93.00	7.00
N° 100	0.15	0.00	0.00	93.00	7.00
N° 200	0.08	0.00	0.00	93.00	7.00
Fondo		45.00	1.29	94.29	5.71
TOTAL		3300.00	94.29	Módulo de Fineza	6.77

Fuente: Propia.

Figura 23. Curva granulométrica de la combinación de 25% AGR + 75% AGN.



Fuente: Propia.

Agregado grueso reciclado (50% AGR + 50% AGN)

Los resultados de la curva granulométrica del agregado grueso reciclado se encuentran dentro de los parámetros dispuestos en la NTP 400.037

Las características de los agregados combinados que se utilizaron fueron las siguientes:

Tabla 19. Características del agregado grueso reciclado.

Procedencia	Tamaño triturado
Demoliciones de concreto	3/4"

Fuente: Propia.

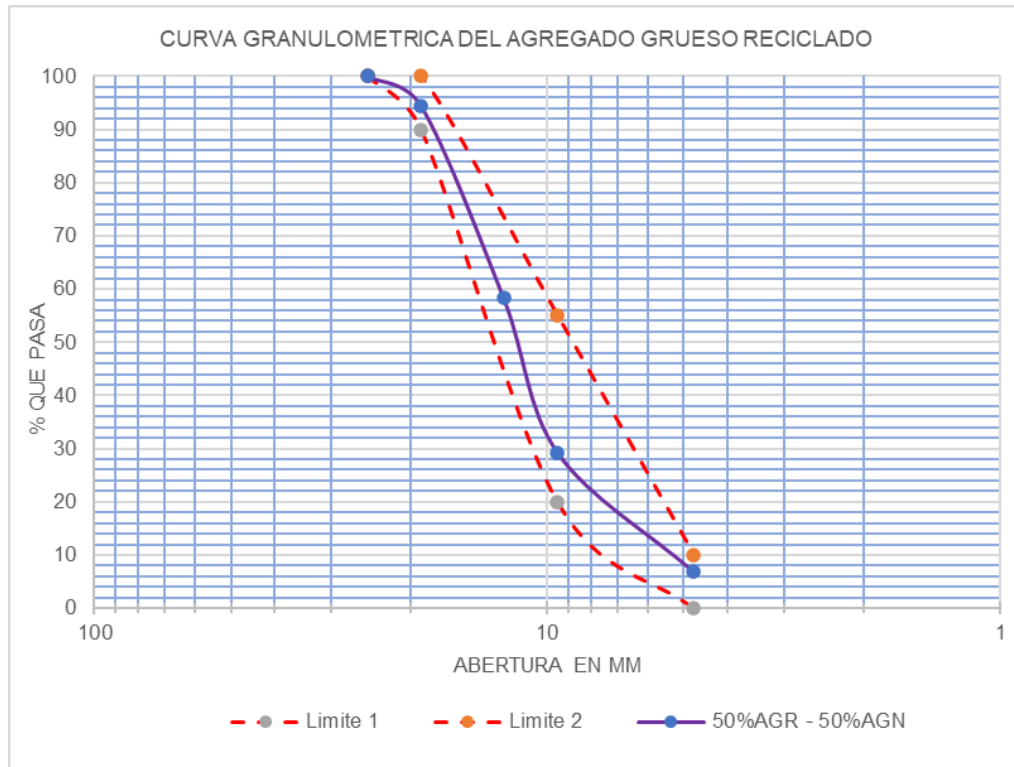
La tabla 20, muestra los valores obtenidos del ensayo de la granulometría agregando 50% de AGR.

Tabla 20. Granulometría de la combinación de 50% AGR + 50% AGN.

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO MUESTRA	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	196.80	5.62	5.62	94.38
1/2"	12.50	1261.90	36.05	41.68	58.32
3/8"	9.50	1016.80	29.05	70.73	29.27
N° 4	4.75	784.40	22.41	93.14	6.86
N° 8	2.36	0.00	0.00	93.14	6.86
N° 16	1.18	0.00	0.00	93.14	6.86
N° 30	0.60	0.00	0.00	93.14	6.86
N° 50	0.30	0.00	0.00	93.14	6.86
N° 100	0.15	0.00	0.00	93.14	6.86
N° 200	0.08	0.00	0.00	93.14	6.86
Fondo		40.10	1.15	94.29	5.71
TOTAL		3300.00	94.29	Módulo de Fineza	6.77

Fuente: Propia.

Figura 24. Curva granulométrica de la combinación de 50% AGR + 50% AGN.



Fuente: Propia.

Agregado grueso reciclado (100% AGR + 0% AGN)

Los resultados de la curva granulométrica del agregado grueso reciclado se encuentran dentro de los parámetros dispuestos en la NTP 400.037

Las características de los agregados combinados que se utilizaron fueron las siguientes:

Tabla 21

Características del agregado grueso reciclado.

Procedencia	Tamaño triturado
Tamaño	3/4"

Fuente: Propia.

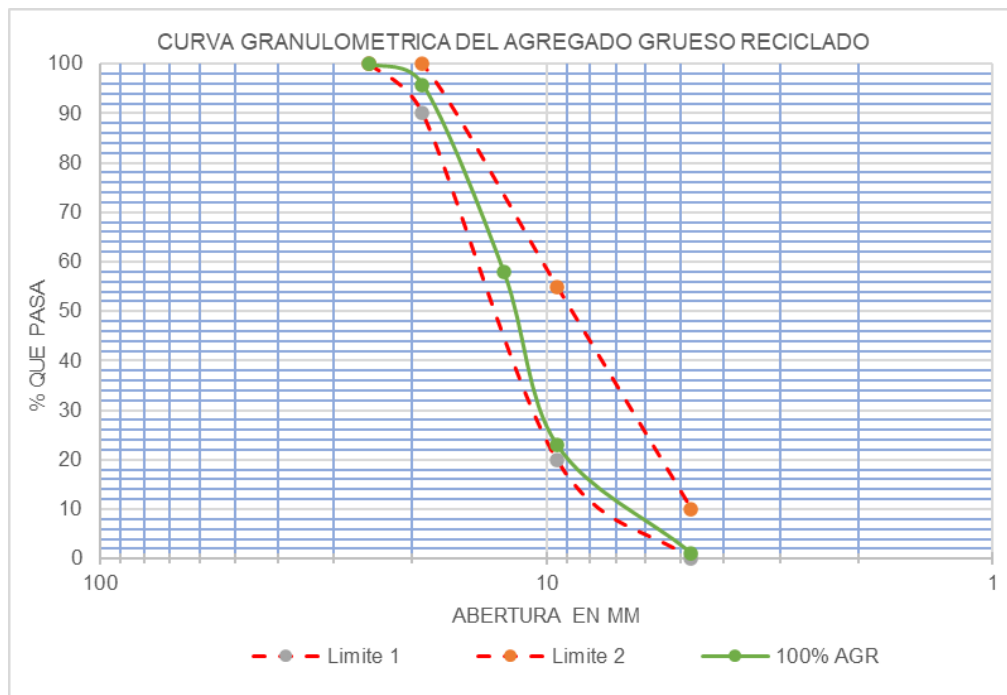
La tabla 22, muestra los valores obtenidos del ensayo de la granulometría agregando 100% de AGR.

Tabla 22. Granulometría de la combinación de 100% AGR + 0% AGN.

TAMIZ	ABERT. (mm)	PESO RETEN. MUESTRA	% RETEN. PARCIAL	% RETEN. ACUM.	% QUE PASA ACUM.
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	146.20	4.18	4.18	95.82
1/2"	12.50	1324.80	37.85	42.03	57.97
3/8"	9.50	1224.70	34.99	77.02	22.98
N° 4	4.75	762.80	21.79	98.81	1.19
N° 8	2.36	0.00	0.00	98.81	1.19
N° 16	1.18	0.00	0.00	98.81	1.19
N° 30	0.60	0.00	0.00	98.81	1.19
N° 50	0.30	0.00	0.00	98.81	1.19
N° 100	0.15	0.00	0.00	98.81	1.19
N° 200	0.08	0.00	0.00	98.81	1.19
Fondo		41.50	1.19	100.00	0.00
TOTAL		3500.00	100.00	Módulo de Fineza	7.16

Fuente: Propia.

Figura 25. Curva granulométrica de la combinación de 100% AGR + 0% AGN.

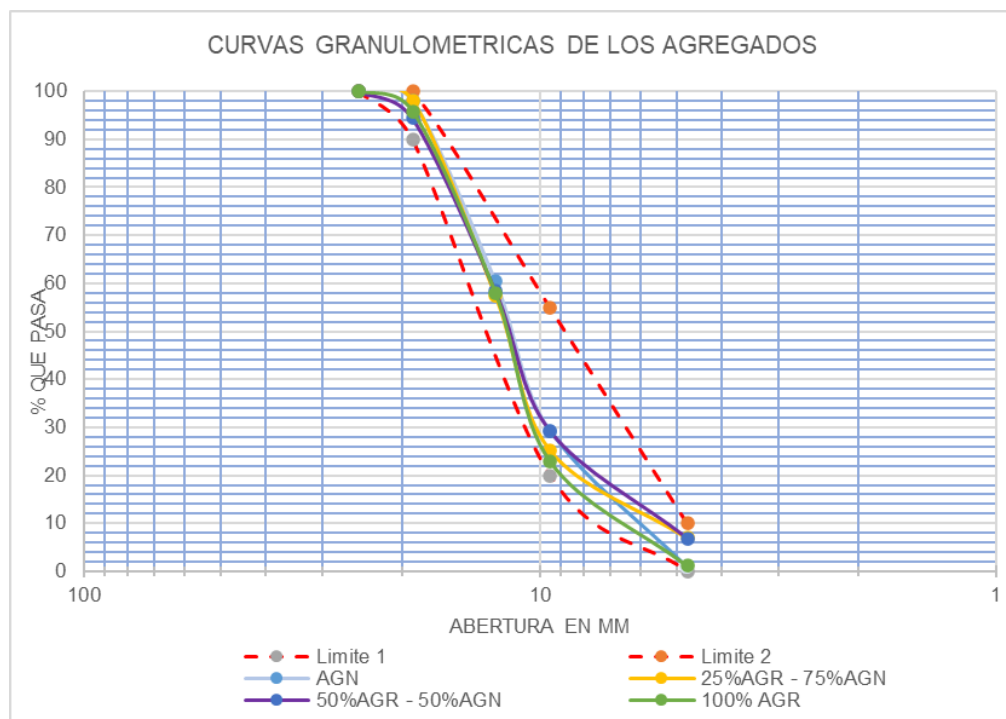


Fuente: Propia.

Como se ha podido observar, el AGN con un TMN de 3/4", perteneciente a la cantera "Cutimbo", mientras que el AGR se obtuvo por la trituración de vigas y columnas al mismo tamaño máximo que el agregado grueso natural. El AGN y las combinaciones de agregado grueso natural con reciclado presentan granulometrías que se adecuan a los parámetros establecidos por el huso NTP 400.037.

Uno de los problemas de los agregados reciclados es su mayor desgaste, es decir, por el simple hecho de manipularlos, almacenarlos o transportarlos, dichos agregados van desintegrándose. Esto se puede ver en el porcentaje de retención en la parte inferior, porque la combinación con agregado grueso reciclado tiene un valor más mayor que la muestra patrón.

Figura 26. *Granulometría de los agregados grueso natural y agregados gruesos reciclados.*



Fuente: Propia.

En la figura N° 26 se visualiza que el AGN al igual que el agregado reciclado en sus diferentes combinaciones mostraron granulometrías que se encuentran en los parámetros establecidos en la NTP 400.012.

Se puede ver que las combinaciones de 25% AGR + 75% AGN y 50% AGR + 50% AGN de agregados reciclados resultan 6.77, lo que es menor al de la muestra

patrón, por lo que se deduce que no hubo mucho desgaste en el agregado reciclado de esta investigación.

b) Contenido de Humedad

Se muestran los resultados obtenidos en cuanto a contenido de humedad del agregado fino y los agregados gruesos en sus diferentes combinaciones.

Agregado fino

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 23:

Tabla 23. *Contenido de humedad del agregado fino.*

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Ph: Peso húmedo (gr.)	445.53
Ps: Peso seco (gr.)	420.83
Contenido de Humedad (%H)	5.87

Fuente: Propia.

Agregado grueso natural

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 24:

Tabla 24. *Contenido de humedad del agregado grueso natural*

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Ph: Peso húmedo (gr.)	633.80
Ps: Peso seco (gr.)	621.80
Contenido de Humedad (%H)	1.93

Fuente: Propia.

Agregado grueso (25% AGR + 75% AGN).

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 25:

Tabla 25. *Contenido de humedad de la comb. (25% AGR + 75% AGN).*

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Ph: Peso húmedo (gr.)	639.80
Ps: Peso seco (gr.)	622.40
Contenido de Humedad (%H)	2.80

Fuente: Propia.

Agregado grueso (50% AGR + 50% AGN).

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 26:

Tabla 26. *Contenido de humedad de la comb. (50% AGR + 50% AGN).*

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Ph: Peso húmedo (gr.)	657.20
Ps: Peso seco (gr.)	625.00
Contenido de Humedad (%H)	5.15

Fuente: Propia.

Agregado grueso (100% AGR + 0% AGN).

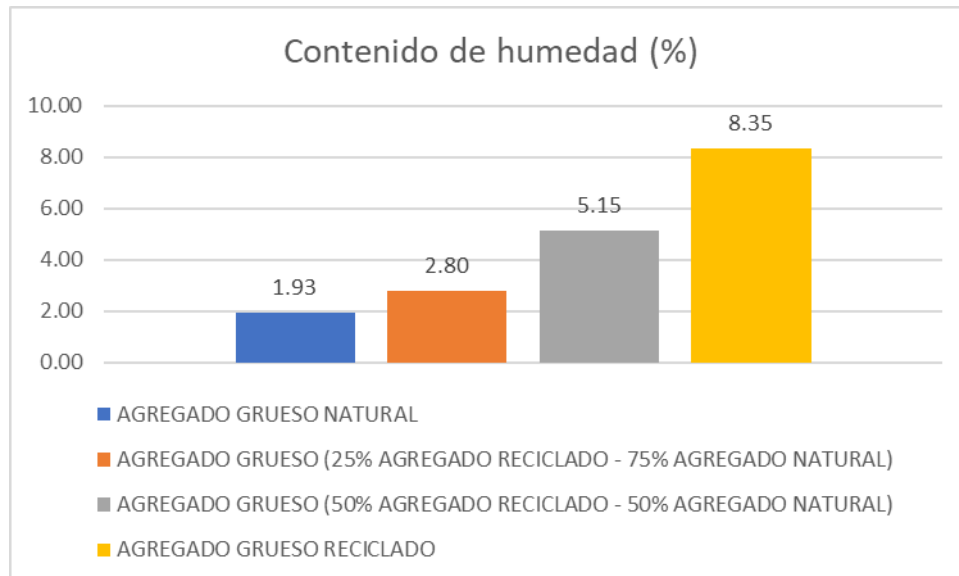
Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 27:

Tabla 27. *Contenido de humedad de la comb. (100% AGR + 0% AGN).*

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Ph: Peso húmedo (gr.)	672.00
Ps: Peso seco (gr.)	620.20
Contenido de Humedad (%H)	8.35

Fuente: Propia.

Figura 27. *Contenido de humedad de los agregados gruesos*



Fuente: Propia.

En la figura N°27, se aprecia que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, incrementa el contenido de humedad. Para la muestra patrón tenemos

1.93%, con 25% AGR tenemos 2.80%, con 50% AGR tenemos 5.15%, y con 100% AGR tenemos 8.35%, este incremento es debido a la presencia de componentes de mortero en los agregados reciclados, los cuales retienen agua.

c) Peso específico y porcentaje de absorción.

A continuación, se mostrarán los resultados para el agregado fino y cada combinación con agregado grueso reciclado:

Figura 28. Saturado del agregado grueso por 24 horas.



Figura 29. Secado de la muestra en el horno.



Agregado fino

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 28:

Tabla 28. *Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino.*

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION	
<i>A: Peso de muestra secada al horno</i>	474.70
<i>B: Peso de muestra saturada seca (SSS)</i>	500.00
<i>Wc: Peso de picnómetro con agua</i>	1313.10
<i>W: Peso del picnómetro más muestra más agua</i>	1607.10
Pe: Peso Especifico	2.43
%Abs: Porcentaje de absorción	5.33

Fuente: Propia.

Agregado grueso natural

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 29:

Tabla 29. *Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso natural.*

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION	
<i>A: Peso de muestra secada al horno</i>	771.00
<i>B: Peso de muestra saturada seca (SSS)</i>	800.00
<i>Wc: Peso de picnómetro con agua</i>	1313.10
<i>W: Peso del picnómetro más muestra más agua</i>	1791.00
Pe: Peso Especifico	2.48
%Abs: Porcentaje de absorción	3.76

Fuente: Propia.

Agregado grueso (25% AGR + 75% AGN)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 30:

Tabla 30. *Peso específico y porcentaje de absorción de la comb. (25% AGR + 75% AGN).*

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION	
<i>A: Peso de muestra secada al horno</i>	755.90
<i>B: Peso de muestra saturada seca (SSS)</i>	800.00
<i>Wc: Peso de picnómetro con agua</i>	1313.10
<i>W: Peso del picnómetro más muestra más agua</i>	1747.60
Pe: Peso Especifico	2.19
%Abs: Porcentaje de absorción	5.83

Fuente: Propia.

Agregado grueso (50% AGR + 50% AGN)

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 31:

Tabla 31. *Peso específico y porcentaje de absorción de la comb. (50% AGR + 50% AGN).*

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION	
<i>A: Peso de muestra secada al horno</i>	734.10
<i>B: Peso de muestra saturada seca (SSS)</i>	800.00
<i>Wc: Peso de picnómetro con agua</i>	1313.10
<i>W: Peso del picnómetro más muestra más agua</i>	1712.20
Pe: Peso Especifico	2.00
%Abs: Porcentaje de absorción	8.98

Fuente: Propia.

Agregado grueso (100% AGR + 0% AGN)

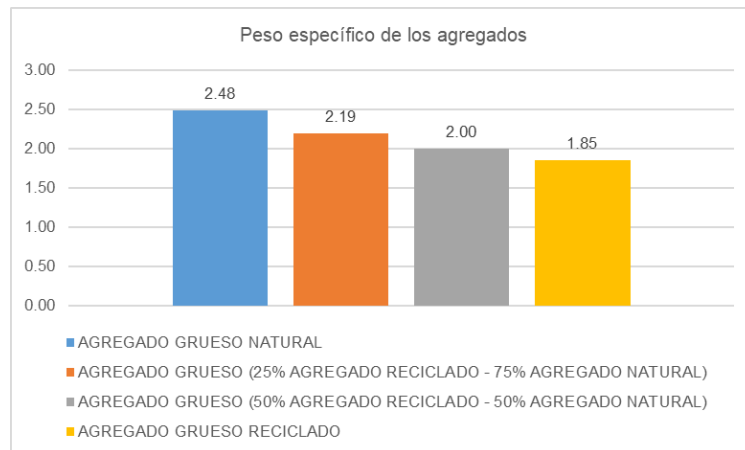
Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 32:

Tabla 32. *Peso específico y porcentaje de absorción de la comb. (100% AGR + 0% AGN).*

PESO ESPECIFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCION	
<i>A: Peso de muestra secada al horno</i>	708.32
<i>B: Peso de muestra saturada seca (SSS)</i>	800.00
<i>Wc: Peso de picnómetro con agua</i>	1313.10
<i>W: Peso del picnómetro más muestra más agua</i>	1681.10
Pe: Peso Especifico	1.85
%Abs: Porcentaje de absorción	12.94

Fuente: Propia.

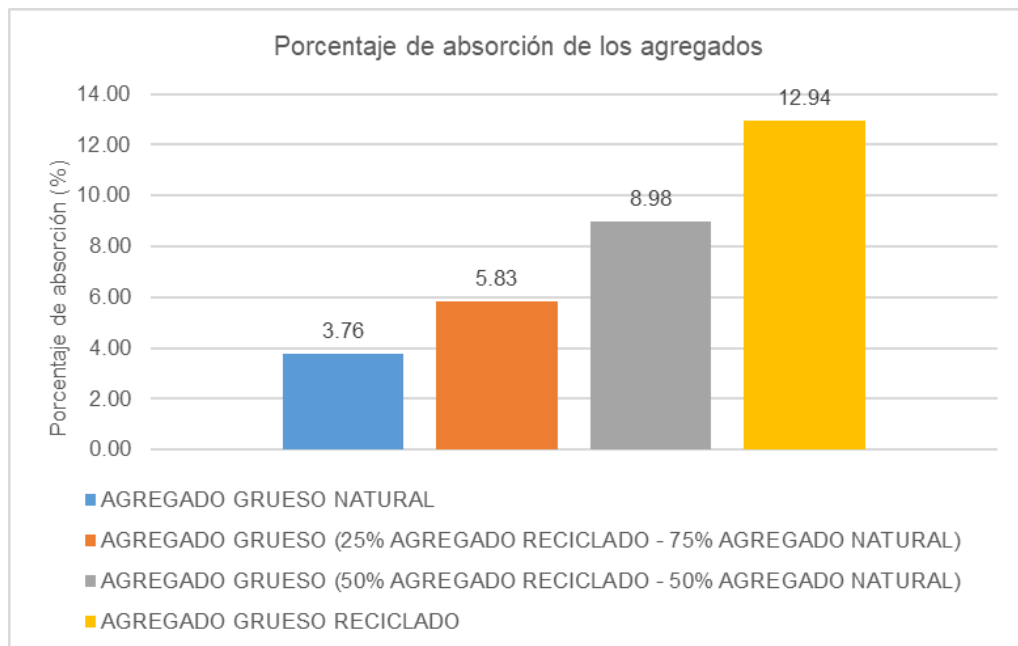
Figura 30. *Peso específico de los agregados grueso.*



Fuente: Propia.

En la figura N°30, se puede ver que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, disminuye el peso específico. Para la muestra patrón tenemos 2.48 gr/cm³, con 25% AGR tenemos 2.19 gr/cm³, con 50% AGR tenemos 2.00 gr/cm³, y con 100% AGR tenemos 1.85 gr/cm³, esta reducción es debido a la presencia de componentes de mortero en los agregados reciclados, ya sea que estén solos o unidos a agregados naturales, estas partes exhiben una gran porosidad, lo que resulta en una disminución de la gravedad específica de estos agregados.

Figura 31. *Porcentaje de la absorción de los agregados gruesos.*



Fuente: Propia.

En la figura N°31 se puede ver que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, incrementa el porcentaje de absorción. Para la muestra patrón tenemos 3.76%, con 25% AGR tenemos 5.83%, con 50% AGR tenemos 8.98%, y con 100% AGR tenemos 12.94%, esto es debido al mortero, ya sea fraccionado o unido a los agregados absorben gran cantidad de agua.

d) Peso unitario suelto y compacto

Se realizó el método del cuarteo para obtener la cantidad de muestra, luego con ayuda de una pala se descarga en el recipiente con una altura que no sobrepase los 5 cm hasta que el material desborde el recipiente, seguidamente se enraza el agregado excedente con una regla, se pone en una balanza y se anotan los pesos tanto del recipiente con el contenido de agregado y también solo del recipiente. Para el peso unitario compactado el procedimiento es similar con la diferencia de que se llena el recipiente en tres partes y por cada capa se apisona con 25 golpes de una varilla distribuidos de forma uniforme.

Figura 32. *Vertido del agregado al recipiente.*



Figura 33. Compactado del agregado.



Agregado fino

A continuación, se mostrarán los resultados para el agregado fino en las tablas 33 y 34:

Tabla 33. *Peso unitario suelto del agregado fino.*

1

PESO UNITARIO SUELTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Ps: Peso de muestra suelta más el molde</i>	5581	5768	5790
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Pus: Peso unitario suelto</i>	1416	1482	1490
<i>Peso Unitario Suelto promedio</i>	1462		

Fuente: Propia.

Tabla 34. *Peso unitario compacto del agregado fino.*

PESO UNITARIO COMPACTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Pc: Peso de la muestra compacta más el molde</i>	6229	6236	6231
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Puc: Peso unitario compacto</i>	1645	1648	1646
Peso Unitario Compacto promedio	1646		

Fuente: Propia.

Agregado grueso natural

En las tablas 35 y 36 se muestran los valores obtenidos para el agregado grueso natural:

Tabla 35. *Peso unitario suelto del agregado grueso natural.*

PESO UNITARIO SUELTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Ps: Peso de muestra suelta más el molde</i>	5970	5962	5981
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Pus: Peso unitario suelto</i>	1554	1551	1557
Peso Unitario Suelto promedio	1554		

Fuente: Propia.

Tabla 36. *Peso unitario compacto del agregado grueso natural.*

PESO UNITARIO COMPACTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Pc: Peso de la muestra compacta más el molde</i>	6350	6335	6338
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Puc: Peso unitario compacto</i>	1688	1683	1684
Peso Unitario Compacto promedio	1685		

Fuente: Propia.

Agregado grueso (25% AGR + 75% AGN)

En las tablas 37 y 38 se muestran los valores obtenidos para la combinación con agregado grueso reciclado:

Tabla 37. *Peso unitario suelto de la comb. (25% AGR + 75% AGN).*

PESO UNITARIO SUELTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Ps: Peso de muestra suelta más el molde</i>	5350	5358	5362
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Pus: Peso unitario suelto</i>	1334	1337	1338
Peso Unitario Suelto promedio		1336	

Fuente: Propia.

Tabla 38. *Peso unitario compacto de la comb. (25% AGR + 75% AGN).*

PESO UNITARIO COMPACTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Pc: Peso de la muestra compacta más el molde</i>	5748	5752	5750
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Puc: Peso unitario compacto</i>	1475	1476	1476
Peso Unitario Compacto promedio		1476	

Fuente: Propia.

Agregado grueso (50% AGR + 50% AGN)

En las tablas 39 y 40 se muestran los valores obtenidos para la combinación con agregado grueso reciclado:

Tabla 39. *Peso unitario suelto de la comb. (50% AGR + 50% AGN).*

PESO UNITARIO SUELTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Ps: Peso de muestra suelta más el molde</i>	5095	5080	5087
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Pus: Peso unitario suelto</i>	1243	1238	1241
Peso Unitario Suelto promedio		1241	

Fuente: Propia.

Tabla 40. *Peso unitario compacto de la comb. (50% AGR + 50% AGN).*

PESO UNITARIO COMPACTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Pc: Peso de la muestra compacta más el molde</i>	5345	5355	5357
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Puc: Peso unitario compacto</i>	1332	1336	1336
<i>Peso Unitario Compacto promedio</i>		1335	

Fuente: Propia.

Agregado grueso (100% AGR + 0% AGN)

En las tablas 41 y 42 se muestran los valores obtenidos para la combinación con agregado grueso reciclado:

Tabla 41. *Peso unitario suelto de la comb. (100% AGR + 0% AGN).*

PESO UNITARIO SUELTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Ps: Peso de muestra suelta más el molde</i>	4637	4632	4634
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Pus: Peso unitario suelto</i>	1081	1079	1080
<i>Peso Unitario Suelto promedio</i>		1080	

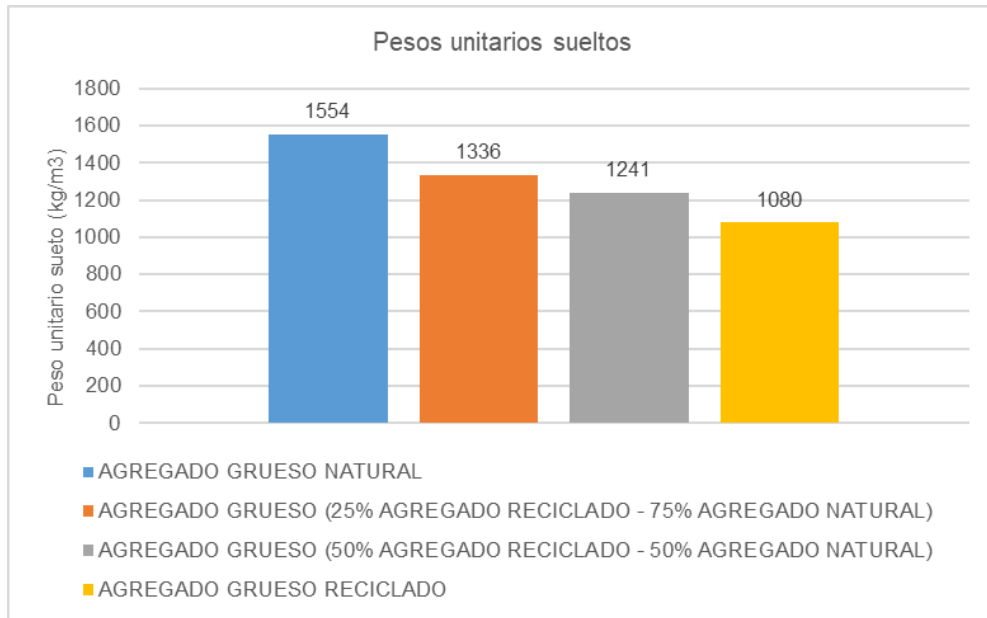
Fuente: Propia.

Tabla 42. *Peso unitario compacto de la comb. (100% AGR + 0% AGN).*

PESO UNITARIO COMPACTO			
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
<i>Pc: Peso de la muestra compacta más el molde</i>	5052	5060	5054
<i>Pm: Peso del molde</i>	1586	1586	1586
<i>Vm: Volumen del molde</i>	2822	2822	2822
<i>Puc: Peso unitario compacto</i>	1228	1231	1229
<i>Peso Unitario Compacto promedio</i>		1229	

Fuente: Propia.

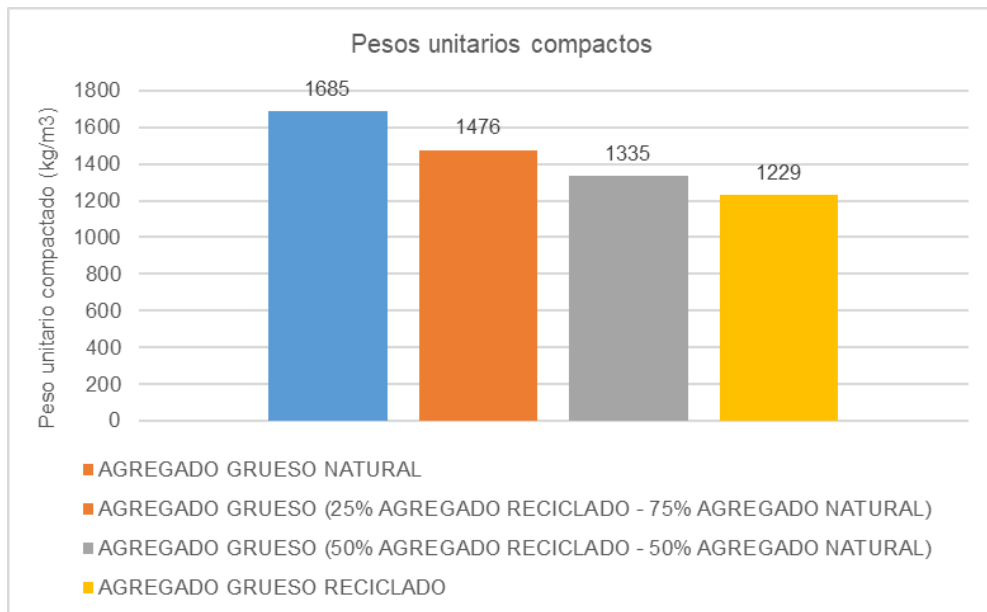
Figura 34. *Peso unitario suelto del agregado natural y reciclados.*



Fuente: Propia.

En la figura 34, podemos observar que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, disminuye el peso unitario suelto. Para la muestra patrón tenemos 1554 kg/m³, con 25% AGR tenemos 1336 kg/m³, con 50% AGR tenemos 1241 kg/m³, y con 100% AGR tenemos 1080 kg/m³, esto debido a que las muestras que contienen agregado reciclado presentan fracciones de mortero y esto ocasiona que el peso específico sea menor.

Figura 35. *Peso unitario compacto del agregado natural y reciclados.*



Fuente: Propia.

En la figura 35, se observa que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, disminuye el peso unitario compacto. Para la muestra patrón tenemos 1685 kg/m³, con 25% AGR tenemos 1476 kg/m³, con 50% AGR tenemos 1335 kg/m³, y con 100% AGR tenemos 1229 kg/m³.

Tabla 43. Cuadro resumen de las propiedades físicas de los agregados.

CUADRO RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS						
Descripción	Und.	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO NATURAL	AGREGADO GRUESO (25% AGREGADO RECICLADO - 75% AGREGADO NATURAL)	AGREGADO GRUESO (50% AGREGADO RECICLADO - 50% AGREGADO NATURAL)	AGREGADO GRUESO RECICLADO
Tamaño máximo	pulg.		3/4	3/4	3/4	3/4
Tamaño máximo nominal	pulg.		3/4	3/4	3/4	3/4
Módulo de Fineza	-	3.07	-	-	-	-
Peso unitario suelto	kg/m ³	1462	1554	1336	1241	1080
Peso unitario compactado	kg/m ³	1646	1685	1476	1335	1229
Peso específico de la masa	gr/cc	2.43	2.48	2.19	2.00	1.85
Contenido de humedad	%	5.87	1.93	2.80	5.15	8.35
Porcentaje de absorción	%	5.33	3.76	5.83	8.98	12.94

Fuente: Propia.

Luego, los resultados del **primer objetivo específico**: Desarrollar diseños de mezcla de concreto utilizando agregado natural y agregado reciclado, planteando una relación óptima de sustitución de agregado natural por el reciclado.

Para esta investigación se realizó el diseño de mezcla siguiendo los pasos del método del comité 211 del ACI, se realizó 1 diseño de mezclas para cada combinación:

0% DE AGREGADO RECICLADO MAS 100% DE AGREGADO NATURAL

1. Cálculo de la resistencia de diseño promedio (f'_{cr})

Tabla 44. Cuadro para determinar la resistencia de diseño promedio.

Resistencia promedio	
F'_c	F'_{cr}
menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
> 350	$F'_c + 98$

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

$$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$F'_{cr} = (210 + 84)kg/cm^2$$

$$F'_{cr} = 294 kg/cm^2$$

2. Elección del tamaño máximo nominal del agregado grueso (TMN)

$$TMN = 3/4"$$

3. Elección del asentamiento

Tabla 45. Cuadro para determinar el slump.

SLUMP PARA DIVERSOS TIPOS DE ESTRUCTURAS		
Tipo de Estructura	Slump Máximo	Slump Mínimo
Zapatas y Muros de Cimentación Reforzados	3"	1"
Cimentación Simples y Calzaduras	3"	1"
Vigas y Muros Armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Losas y Pavimentos	3"	1"
Concreto Ciclópeo	2"	1"

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

$$slump = 3.00" \text{ a } 4.00"$$

4. Elección del volumen unitario de agua por m3

Tabla 46. Cuadro para determinar la cantidad de agua.

CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA PARA AMASADO								
SLUMP	Tamaño Máximo de Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto Con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

$$Agua = 205 Lt$$

5. Elección del contenido de aire

Tabla 47. Cuadro para determinar el porcentaje de aire.

PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO								
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
Máximo de A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
Máximo de A°G° (")	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Grado de Exposición								
Normal	4.50	4.00	3.50	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00
Moderada	8.00	5.50	5.00	4.50	4.50	4.00	3.50	3.00
Extrema	7.50	7.00	6.00	6.00	5.50	5.00	4.50	4.00

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

$$\text{Aire} = 2.00\%$$

6. Elección de la relación a/c por resistencia requerida (f'cr)

Tabla 48. Cuadro para seleccionar la relación a/c.

RELACION AGUA CEMENTO VS RESISTENCIA DEL CONCRETO		
f'c a 28 días (kg/cm2)	Relación Agua/Cemento en peso	
	Sin Aire Incorporado	Con Aire Incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.4
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

$$\frac{a}{c} = 0.558$$

7. Cálculo del contenido de cemento por m3

$$\text{Cemento} = \frac{\text{agua}}{a/c}$$

$$\text{Cemento} = \frac{205}{0.558}$$

$$\text{Cemento} = 367 \text{ kg}$$

$$\text{Factor cemento} = \frac{367}{42.5}$$

Factor cemento = 8.64bolsas

8. Cálculo del peso del agregado grueso

Tabla 49

Cuadro para determinar el volumen de agregado grueso.

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO						
Tamaño Máximo NOMINAL de Agregado	Volumen de A°G° Compactado en Seco					
	2.4	2.6	2.8	3	3.2	3.4
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42	0.4
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.49
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58	0.56
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.61
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69		
2"	0.78	0.76	0.74	0.72		
3"	0.82	0.79	0.78	0.75		
6"	0.87	0.85	0.83	0.81		

Fuente: Adaptado de (ACI 211, 1991)

$$\text{Modulo de Fineza} = 3.07$$

$$\text{interpolacion} = 0.593$$

$$\text{Peso de A. G.} = 0.593 * 1685$$

$$\text{Peso de A. G.} = 999\text{kg/m}^3$$

9. Proporción de diseño

volumen absoluto de cemento	367/2880	= 0.13
volumen absoluto agua	205/1000	= 0.21
volumen absoluto aire	2/100	= 0.02
volumen absoluto a.g.	999/2480	= 0.40
Volumen sub total		0.76

10. Cálculo del peso del agregado fino

$$\text{Volumen A. F.} = (1 - Vst)m^3$$

$$\text{Volumen A. F.} = (1 - 0.76)m^3$$

$$\text{Volumen A. F.} = 0.25m^3$$

$$\text{Peso A. F.} = 0.25 * 2.43 * 1000m^3$$

$$\text{Peso A. F.} = 595\text{kg/m}^3$$

11. Presentación del diseño en estado seco

Tabla 50. Diseño en estado seco.

Cemento	367 kg
Agregado Grueso	999 kg
Agregado Fino	595 kg
Agua	205 Lt

12. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{Agregado Grueso Humedo} = 999 * \left(\frac{1.93}{100} + 1 \right) = \mathbf{1018 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado Fino Humedo} = 595 * \left(\frac{5.87}{100} + 1 \right) = \mathbf{630 \text{ kg}}$$

13. Aporte de humedad del agregado

$$205 - 1018 * \left(\frac{1.93 - 3.76}{100} \right) - 630 * \left(\frac{5.87 - 5.33}{100} \right) = \mathbf{220 \text{ Lt}}$$

14. Dosificación para 1m³

Tabla 51. Dosificaciones (Diseño patrón)

	Dosificación en peso seco				Dosificación en peso húmedo		
	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Porción (en peso)	Corrección	Peso Corregido	Porción (en peso)
Cemento	0.13	2880.00	367.12	1.00		367.12	1.00
Agua	0.21	1000.00	205.00	0.56	15.09	220.09	0.60
Agregado Fino	0.25	2.43	595.22	1.62	34.94	630.15	1.72
Agregado Grueso	0.40	2.48	999.19	2.72	19.28	1018.47	2.77
Aire	0.02			-			

Fuente: Propia.

Se realizaron los siguientes diseños de mezcla según el comité ACI 211, y los pasos seguidos en el anterior diseño.

25% DE AGREGADO RECICLADO MAS 75% DE AGREGADO NATURAL

Tabla 52. Dosificaciones (Diseño con 25% de AGR).

	Dosificación en peso seco				Dosificación en peso húmedo		
	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Porción (en peso)	Corrección	Peso Corregido	Porción (en peso)
Cemento	0.13	2880.00	367.12	1.00		367.12	1.00
Agua	0.21	1000.00	205.00	0.56	23.34	228.34	0.62
Agregado Fino	0.25	2.43	601.36	1.64	35.30	636.66	1.73
Agregado Grueso	0.40	2.19	875.00	2.38	24.46	899.46	2.45
Aire	0.02			-			

Fuente: Propia.

50% DE AGREGADO RECICLADO MAS 50% DE AGREGADO NATURAL

Tabla 53. *Dosificaciones (Diseño con 50% de AGR).*

	Dosificación en peso seco				Dosificación en peso húmedo		
	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Porción (en peso)	Corrección	Peso Corregido	Porción (en peso)
Cemento	0.13	2880.00	367.12	1.00		367.12	1.00
Agua	0.21	1000.00	205.00	0.56	26.99	231.99	0.63
Agregado Fino	0.25	2.43	609.03	1.66	35.75	644.77	1.76
Agregado Grueso	0.40	2.00	791.44	2.16	40.77	832.21	2.27
Aire	0.02			-			

Fuente: Propia.

100% DE AGREGADO RECICLADO MAS 0% DE AGREGADO NATURAL

Tabla 54. *Dosificaciones (Diseño con 100% de AGR).*

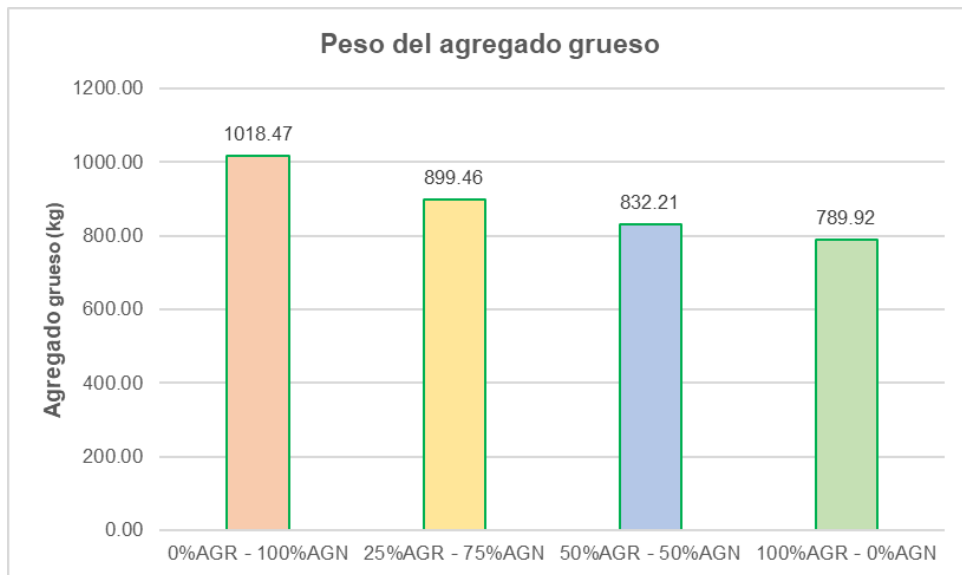
	Diseño seco				Diseño húmedo		
	Volumen Absoluto	Peso Especifico	Peso	Porción (en peso)	Corrección	Peso Corregido	Porción (en peso)
Cemento	0.13	2880.00	367.12	1.00		367.12	1.00
Agua	0.21	1000.00	205.00	0.56	30.15	235.15	0.64
Agregado Fino	0.25	2.43	616.15	1.68	36.16	652.31	1.78
Agregado Grueso	0.39	1.85	729.03	1.99	60.89	789.92	2.15
Aire	0.02			-			

Fuente: Propia.

Agregado grueso

Para determinar el peso del agregado grueso, primero debe obtenerse el volumen del agregado grueso, que depende del módulo de fineza del agregado fino y del tamaño máximo nominal. Obtenemos un coeficiente, que se multiplica por el peso unitario comprimido.

Figura 36. *Peso del agregado grueso para cada combinación.*



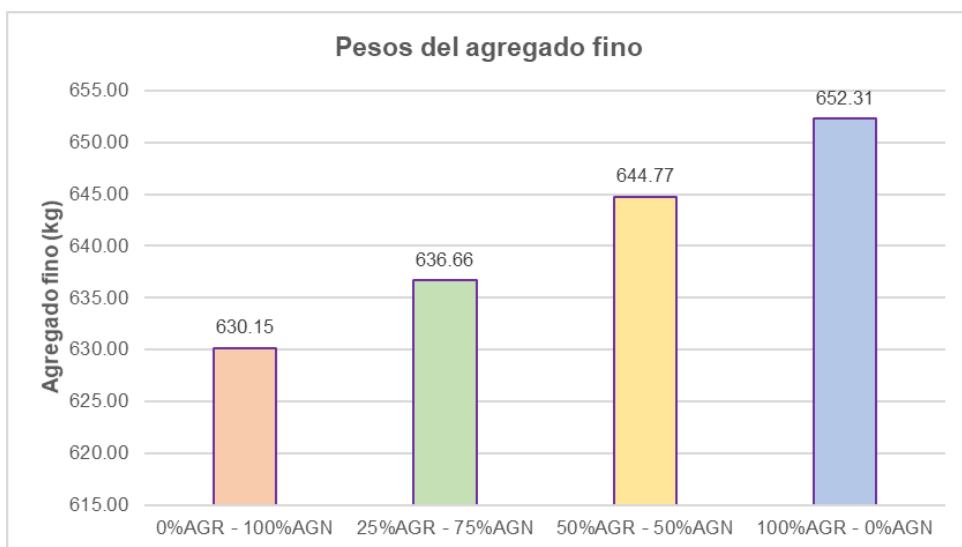
Fuente: Propia.

En la figura 36, se puede apreciar que al incrementar el porcentaje de sustitución del AGR, disminuye el peso del agregado grueso. Para la muestra patrón tenemos 1018 kg, con 25% AGR tenemos 899.46 kg, con 50% AGR tenemos 832.21 kg, y con 100% AGR tenemos 789.92 kg.

Agregado fino

Para obtener el peso del A.F. se restan todos los materiales involucrados en la mezcla de 1m³, nos resultará el volumen del agregado fino, luego multiplicamos por su peso específico y obtenemos el peso del agregado fino.

Figura 37. *Pesos del agregado fino para cada combinación.*



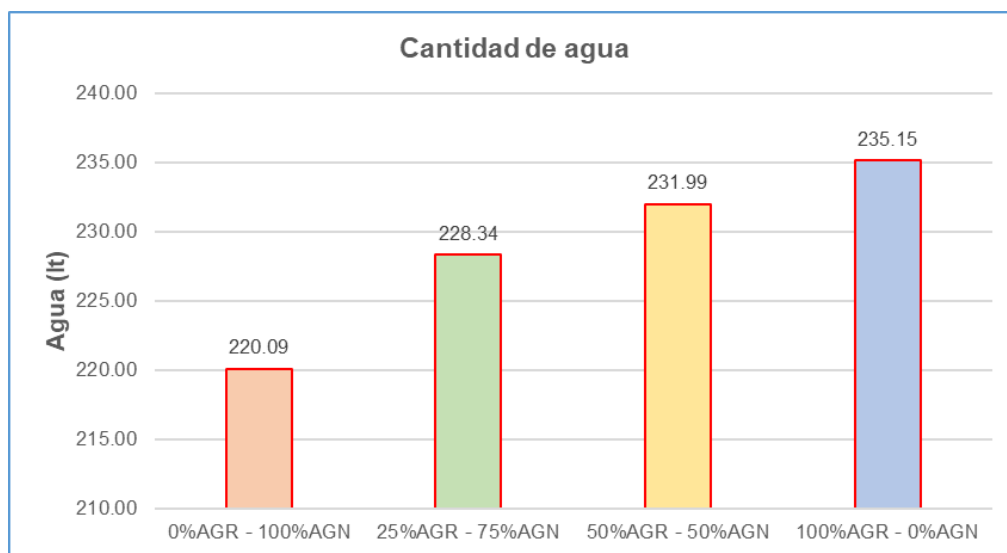
Fuente: Propia.

En la figura N°37, se observa que al incrementar el porcentaje de sustitución del AGR, incrementa el peso del agregado fino. Para la muestra patrón tenemos 630.15 kg, con 25% AGR tenemos 636.66 kg, con 50% AGR tenemos 644.77 kg, y con 100% AGR tenemos 652.31 kg.

Agua

La cantidad aproximada de agua para amasado lo obtenemos a partir de una tabla proporcionada por el ACI 211.1, además del tamaño máximo nominal del agregado y el slump requerido, lo que nos da una cantidad de agua en litros.

Figura 38. Cantidad de agua.



Fuente: Propia.

En la figura 38 podemos observar que al incrementar el porcentaje de sustitución del AGR, incrementa la cantidad de agua. Para la muestra patrón tenemos 220.09 Lt, con 25% AGR tenemos 228.34 Lt, con 50% AGR tenemos 231.99 Lt, y con 100% AGR tenemos 235.15 Lt, debido a que presentan un alto porcentaje de absorción.

Los resultados del **segundo objetivo específico**: Determinar las propiedades del concreto en estado fresco producido con agregado reciclado, estos fueron:

Concreto en estado fresco

Peso unitario

Se llenó un recipiente de forma cilíndrica con concreto, en 3 capas, cada una con 25 golpes con ayuda de una varilla de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud, se enrasa con la misma varilla y se limpia los excedentes, luego se lleva a ser pesado

tanto la muestra de concreto con el recipiente, antes de eso se pesó el recipiente solo.

Figura 39. Vertido de concreto en el recipiente para hallar el peso unitario del concreto.



Figura 40. Pesaje del recipiente y la mezcla de concreto.

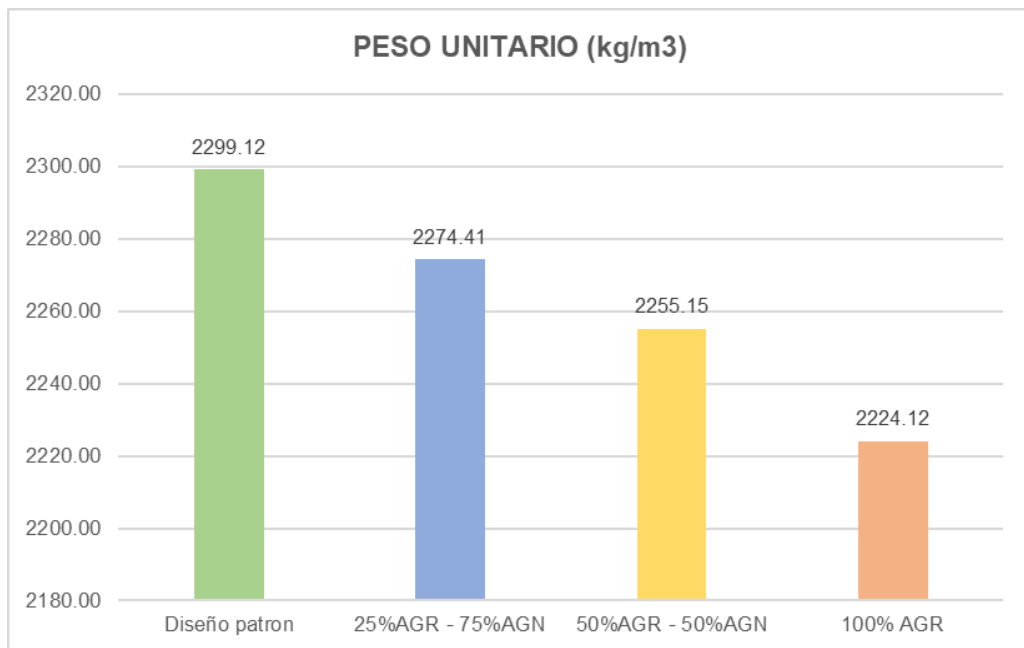


Tabla 55. Cálculo del peso unitario.

CODIGO	PESO UNITARIO				
	W TOTAL (mezcla+recip) (kg)	W recipiente (kg)	W mezcla (kg)	Volumen (m3)	PESO UNITARIO (kg/m3)
Diseño patrón	20.726	5.092	15.63	0.0068	2299.12
25%AGR - 75%AGN	20.558	5.092	15.47	0.0068	2274.41
50%AGR - 50%AGN	20.427	5.092	15.34	0.0068	2255.15
100% AGR	20.216	5.092	15.12	0.0068	2224.12

Fuente: Propia.

Figura 41. Pesos unitarios de cada mezcla de concreto en estado fresco.



Fuente: Propia.

En la figura 41, se observa que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, disminuye el peso unitario del concreto. Para la muestra patrón tenemos 2299.12 kg/m³, con 25% AGR tenemos 2274.41 kg/m³, con 50% AGR tenemos 2255.15 kg/m³, y con 100% AGR tenemos 2224.12 kg/m³, esto es debido a que el peso específico del agregado grueso reciclado es inferior al agregado grueso natural, y como resultado un peso unitario mucho menor. Además, se observa que el peso unitario de todas las mezclas está en el rango (parámetro) de 2200 kg/m³ a 2400 kg/m³.

Asentamiento

Se realiza utilizando el cono de Abrams. Este ensayo consiste en llenar el cono en tres capas, para lo cual cada capa será apisonada con 25 golpes tratando de que sea en toda la mezcla con ayuda de una varilla lisa de 5/8" de diámetro y 60cm de largo y que acaba en una punta semiesférica, seguidamente levantamos el cono de Abrams y por último medimos el asentamiento desde la cara superior del concreto con respecto a la altura del cono.

Figura 42. Asentamiento de concreto según diseño de mezcla.

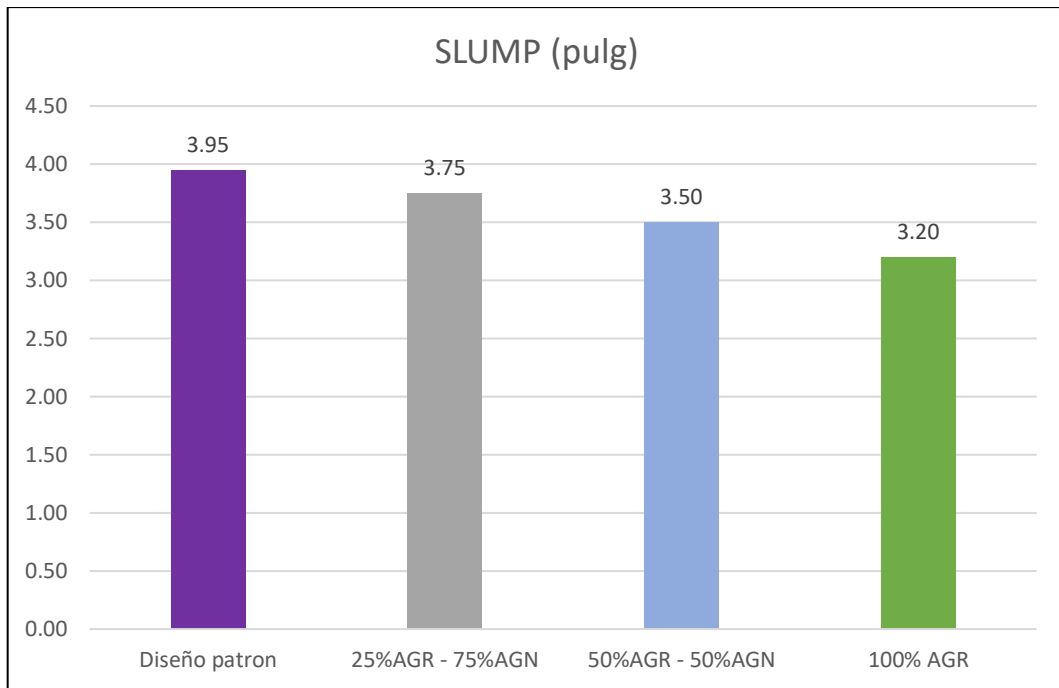


Tabla 56. Slump de cada diseño de mezcla.

CODIGO	RANGO DE DISEÑO (pulg)	SLUMP (pulg)
Diseño patrón	(3-4)	3.95
25%AGR - 75%AGN	(3-4)	3.86
50%AGR - 50%AGN	(3-4)	3.75
100% AGR	(3-4)	3.20

Fuente: Propia.

Figura 43. Gráfico del slump de cada diseño.



Fuente: Propia.

En la figura 43, se puede notar que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, se disminuye el asentamiento. Para la muestra patrón tenemos 3.95 pulg., con 25% AGR tenemos 3.75 pulg., con 50% AGR tenemos 3.50 pulg., y con 100% AGR tenemos 3.20 pulg.

En torno a reemplazo de AGN por AGR, son mínimas las variaciones en el asentamiento, mientras que en el caso del reemplazo total es considerable su variación, también se puede apreciar que a medida que incrementa el porcentaje de sustitución del agregado reciclado disminuye el asentamiento, aun así, estos se encuentran dentro del revenimiento diseño con anterioridad (3" – 4").

Exudación

Se prepara la mezcla de concreto para luego colocarla en un recipiente cilíndrico, donde se le vierte el concreto en 3 capas, seguidamente se hacen 25 apisonadas por capa con una varilla lisa de 5/8" y 60cm de longitud, luego en la parte superior de recipiente se deja una pulgada libre, este se tapa para que luego de 10 minutos durante los primeros 40 minutos se extraiga el agua exudada, pasado los 40 minutos las extracciones se harán cada 30 minutos hasta que la mezcla deje de exudar.

Figura 44. *Cronometraje de la exudación del concreto.*



Figura 45. *Extracción del agua por exudación del concreto.*



Tabla 57. Exudación para cada combinación.

CODIGO	TIEMPO										V total (ml)
	10	20	30	40	70	100	130	160	190	220	
Diseño patrón	1.10	1.30	1.30	1.30	2.70	3.70	4.40	3.50	3.10	1.70	24.10
25%AGR - 75%AGN	0.80	1.00	1.10	1.10	2.20	3.20	3.90	3.00	2.10	1.20	19.60
50%AGR - 50%AGN	0.60	0.90	0.90	1.10	2.10	3.10	3.80	2.70	1.70	1.00	17.90
100% AGR	0.60	1.00	1.00	1.10	2.00	2.90	3.60	2.50	1.50	0.50	16.70

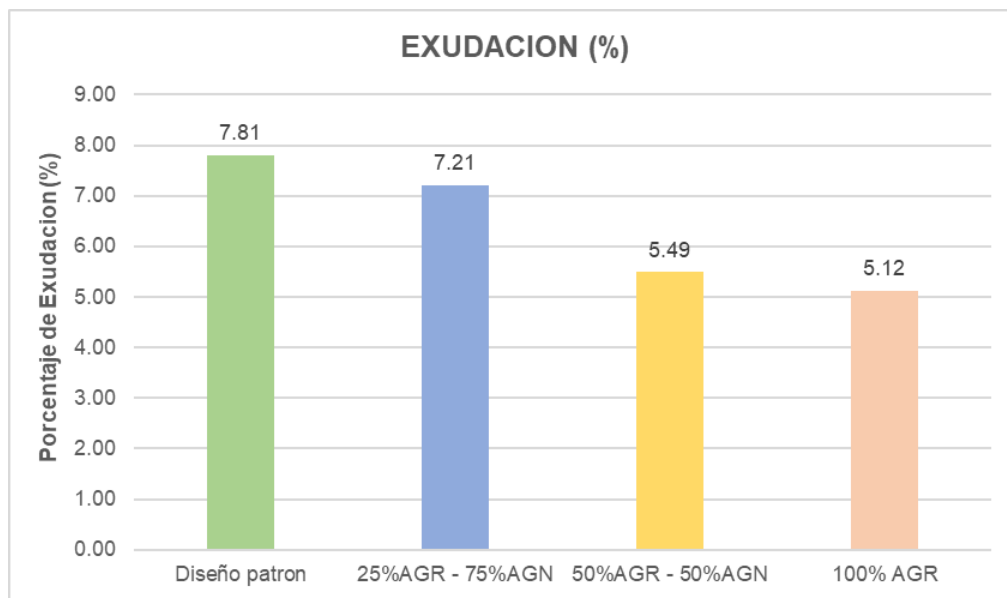
Fuente: Propia.

Tabla 58. Porcentaje de exudación para combinación.

Peso de la mezcla (kg)	PESOS EN EL DISEÑO		VOL. DE AGUA DE LA MEZCLA EN EL MOLDE (ml)	VOLUMEN DE AGUA EXUDADA (ml)	EXUDACION (%)
	TANDA (kg)	AGUA EN LA TANDA (kg)			
15.63	118.58	2.34	308.50	24.10	7.81
15.47	133.06	2.34	271.99	19.60	7.21
15.34	110.12	2.34	325.87	17.90	5.49
15.12	108.44	2.34	326.35	16.70	5.12

Fuente: Propia.

Figura 46. Porcentaje de exudación para diseño de mezclas



Fuente: Propia.

En la figura 46, se puede apreciar que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, disminuye la exudación. Para la muestra patrón tenemos 7.81%, con 25%

AGR tenemos 7.21%, con 50% AGR tenemos 5.49%, y con 100% AGR tenemos 5.12%.

Además, se puede observar que, al incrementar el agregado reciclado en la mezcla, la cantidad de exudado tiende a disminuir, es debido a que el agregado reciclado contiene componentes de mortero que absorbe el agua.

Finalmente, los resultados del **tercer objetivo específico**: Determinar las propiedades del concreto en estado endurecido producido con agregado reciclado, fueron:

Concreto en Estado Endurecido

Resistencia a la Compresión

Después de curar las muestras durante 7 días y 28 días, se realiza la prueba de compresión. Primero se realizó la medición del diámetro de la probeta, luego se centra la muestra en una prensa de compresión y luego se completa la fractura, registramos la carga alcanzada por cada muestra y dividimos el área para hallar la resistencia a la compresión.

Figura 47. Rotura de briquetas a compresión.

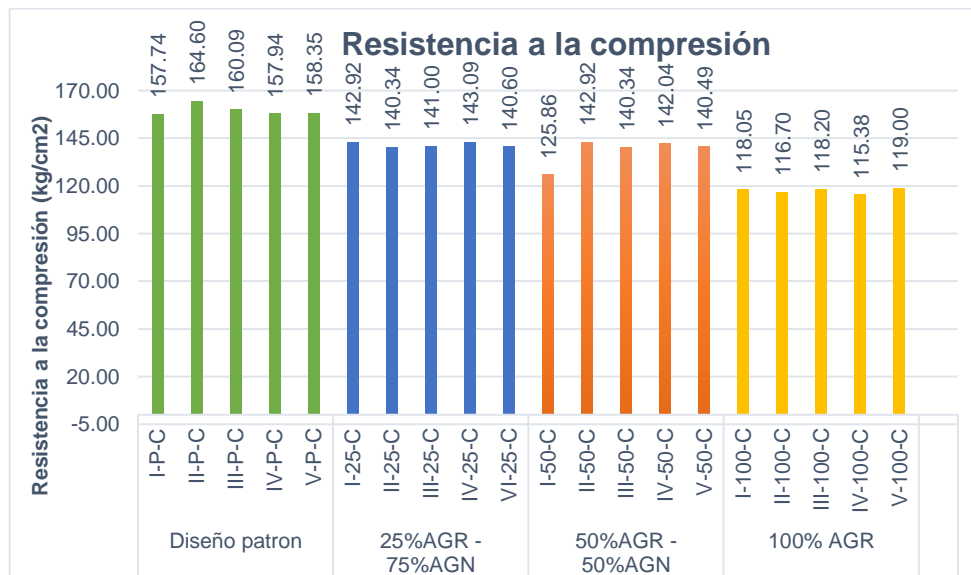


Tabla 59. Resistencia a la compresión para diseño de mezclas a los 7 días.

CODIGO	Edad (días)	Carga (kg)	D (cm)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c prom (kg/cm ²)	Relación entre resistencias	Diferencia de resistencias
I-P-C	7	27950.00	15.02	177.19	157.74			
II-P-C	7	28700.00	14.90	174.37	164.60			
III-P-C	7	28290.00	15.00	176.71	160.09	159.74	100.00%	100.00%
IV-P-C	7	27910.00	15.00	176.71	157.94			
V-P-C	7	28020.00	15.01	176.95	158.35			
I-25-C	7	24920.00	14.90	174.37	142.92			
II-25-C	7	24800.00	15.00	176.71	140.34			
III-25-C	7	24850.00	14.98	176.24	141.00	141.59	88.64%	11.36%
IV-25-C	7	25050.00	14.93	175.07	143.09			
VI-25-C	7	24880.00	15.01	176.95	140.60			
I-50-C	7	22300.00	15.02	177.19	125.86			
II-50-C	7	24920.00	14.90	174.37	142.92			
III-50-C	7	24800.00	15.00	176.71	140.34	138.33	86.59%	13.41%
IV-50-C	7	25100.00	15.00	176.71	142.04			
V-50-C	7	24860.00	15.01	176.95	140.49			
I-100-C	7	20750.00	14.96	175.77	118.05			
II-100-C	7	20650.00	15.01	176.95	116.70			
III-100-C	7	20860.00	14.99	176.48	118.20	117.47	73.53%	26.47%
IV-100-C	7	20200.00	14.93	175.07	115.38			
V-100-C	7	20750.00	14.90	174.37	119.00			

Fuente: Propia.

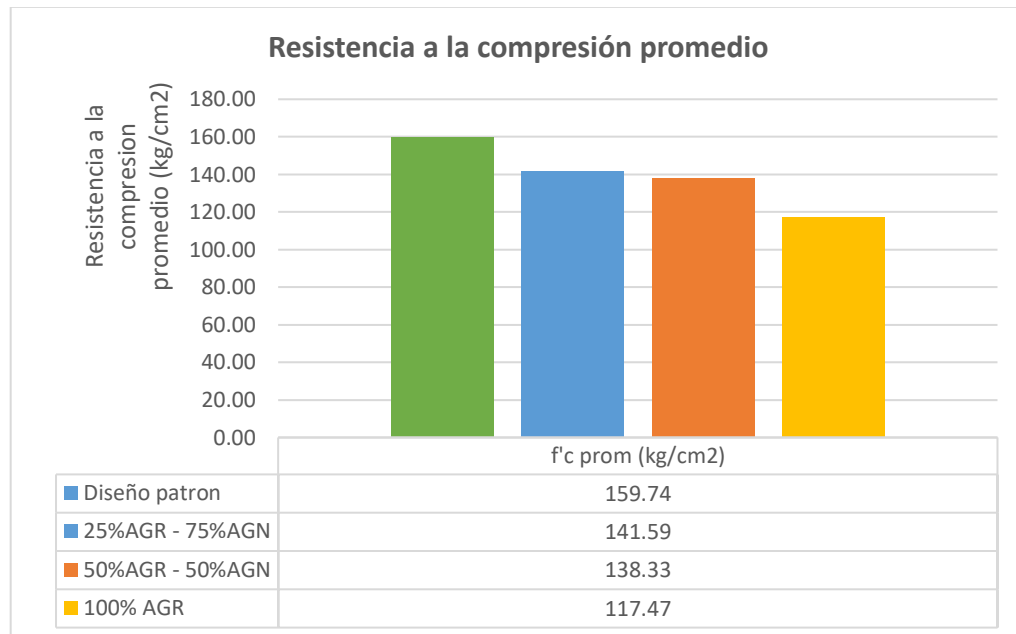
Figura 48. Resistencia a la compresión para cada diseño de mezclas a los 7 días.



Fuente: Propia.

En la figura 48 podemos observar la resistencia a la compresión de cada una de las briquetas a los 7 días de curado.

Figura 49. Resistencia a la compresión promedio a los 7 días de curado.



Fuente: Propia.

En la figura 49, se puede apreciar que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, se reduce la resistencia a la compresión, para una muestra patrón tenemos en promedio 159 kg/cm², con 25% AGR tenemos en promedio 141.59 kg/cm², con 50% AGR tenemos en promedio 138.33 kg/cm², y con 100% AGR tenemos en promedio 117.47 kg/cm².

De los resultados anteriores podemos notar que los agregados gruesos reciclados nos dieron pérdidas en un promedio de 17.08% respecto a la muestra patrón, esto es debido a que el agregado reciclado presenta propiedades menores a la de un agregado natural, por lo cual es entendible obtener un concreto de menor calidad.

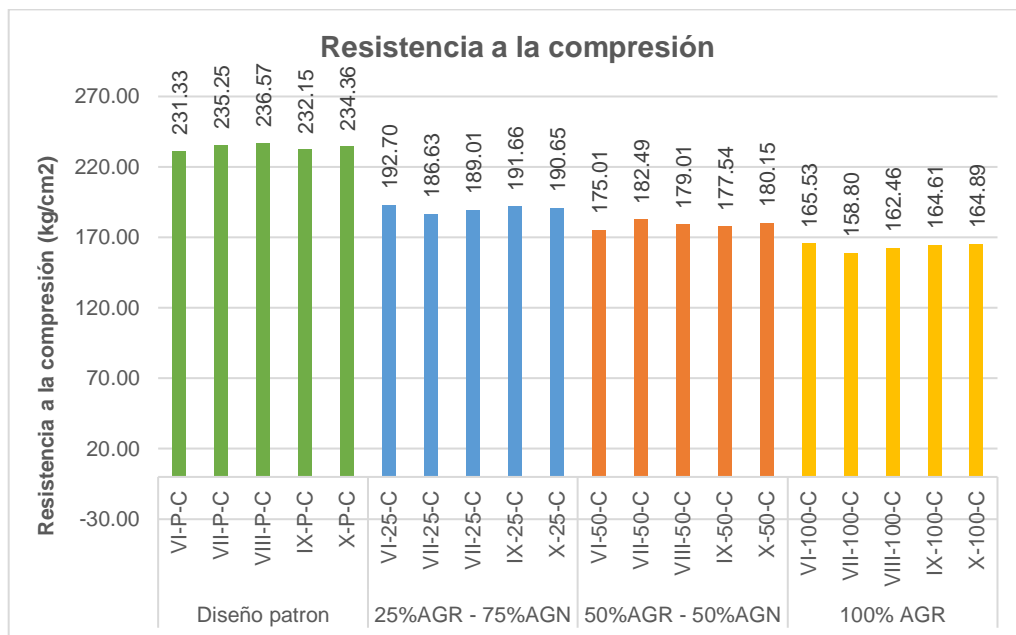
Además, se puede observar que la resistencia a la compresión del concreto con agregado grueso reciclado es influenciada por la sustitución este, obteniéndose resultados con mayores resistencias en aquellas mezclas que usaron menores porcentajes.

Tabla 60. Resistencia a la compresión para diseño de mezclas a los 28 días.

CODIGO	Edad (días)	Carga (kg)	D (cm)	Área (cm ²)	f'c (kg/cm ²)	f'c prom (kg/cm ²)	Relación entre resistencias	Diferencia de resistencias
VI-P-C	28	40880.00	15.00	176.71	231.33			
VII-P-C	28	41130.00	14.92	174.83	235.25			
VIII-P-C	28	41750.00	15.00	176.48	236.57	233.93	100.00%	100.00%
IX-P-C	28	40970.00	15.04	176.48	232.15			
X-P-C	28	41360.00	15.01	176.48	234.36			
VI-25-C	28	33600.00	14.90	174.37	192.70			
VII-25-C	28	32980.00	15.00	176.71	186.63			
VII-25-C	28	33490.00	14.98	177.19	189.01	190.13	81.27%	18.73%
IX-25-C	28	33960.00	14.93	177.19	191.66			
X-25-C	28	33780.00	15.01	177.19	190.65			
VI-50-C	28	31010.00	15.02	177.19	175.01			
VII-50-C	28	31820.00	14.90	174.37	182.49			
VIII-50-C	28	31550.00	15.00	176.24	179.01	178.84	76.45%	23.55%
IX-50-C	28	31290.00	15.00	176.24	177.54			
X-50-C	28	31750.00	15.01	176.24	180.15			
VI-100-C	28	28940.00	14.92	174.83	165.53			
VII-100-C	28	28100.00	15.01	176.95	158.80			
VIII-100-C	28	28670.00	14.96	176.48	162.46	163.26	69.79%	30.21%
IX-100-C	28	29050.00	14.96	176.48	164.61			
X-100-C	28	29100.00	14.90	176.48	164.89			

Fuente: Propia.

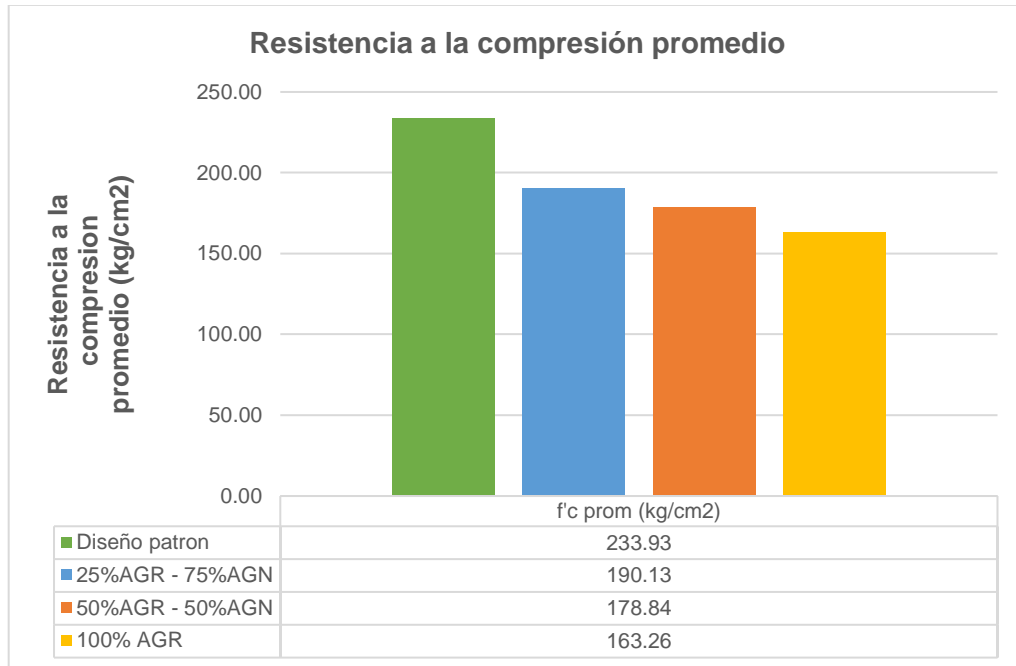
Figura 50. Resistencia a la compresión para cada diseño de mezclas a los 28 días.



Fuente: Propia.

En la figura 50 podemos observar la resistencia a la compresión de cada una de las briquetas a los 28 días de curado.

Figura 51. Resistencia a la compresión promedio a los 28 días de curado.



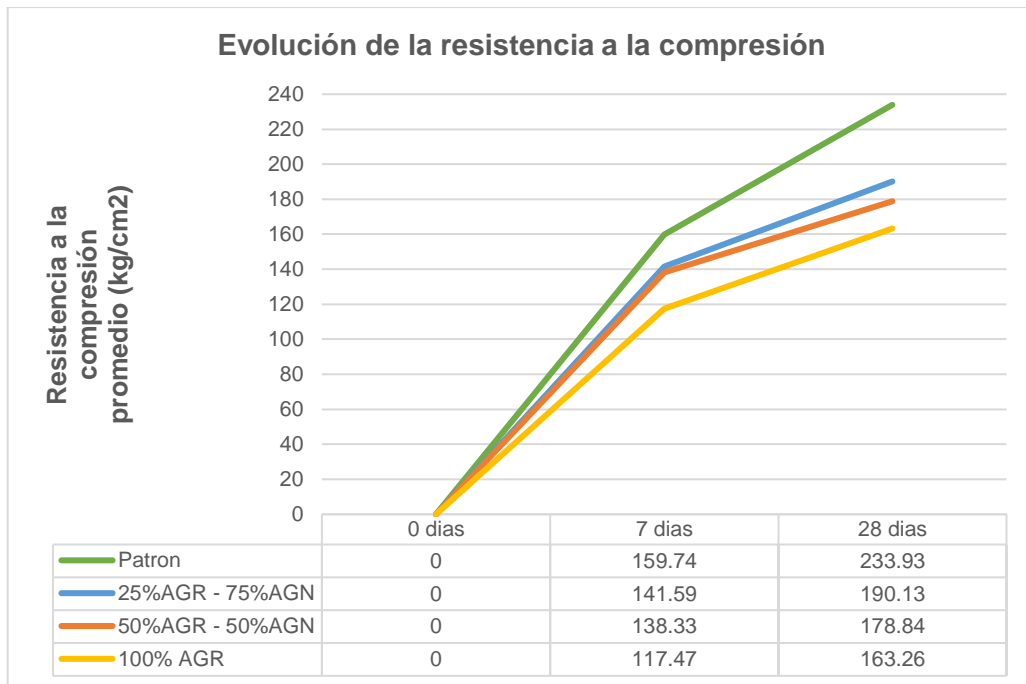
Fuente: Propia.

En la figura 51, se puede apreciar que al incrementar el porcentaje de sustitución de AGR, se reduce la resistencia a la compresión, para una muestra patrón tenemos en promedio 233.93 kg/cm², con 25% AGR tenemos en promedio 190.13 kg/cm², con 50% AGR tenemos en promedio 178.84 kg/cm², y con 100% AGR tenemos en promedio 163.26 kg/cm².

De los resultados anteriores podemos notar que los agregados gruesos reciclados nos dieron pérdidas en un promedio de 24.16% respecto a la muestra patrón, esto es debido a que el agregado reciclado presenta propiedades menores a la de un agregado natural, por lo cual es entendible obtener un concreto de menor calidad.

Además, se puede observar que la resistencia a la compresión del concreto con agregado grueso reciclado es influenciada por la sustitución de este, obteniéndose resultados con mayores resistencias en aquellas mezclas que usaron menores porcentajes.

Figura 52. Evolución de la resistencia a la compresión.



Fuente: Propia.

En la figura 52, se puede ver la creciente de las resistencias a la compresión a través de los días de curado.

Resistencia a la Tracción

Al cumplirse los 7 y 28 días de curado, se procede a realizar el ensayo de tracción indirecta de las probetas, primero medimos el diámetro y la altura de cada probeta, luego se coloca el acoplamiento de apoyo a lo largo de la placa inferior y después colocamos la probeta, se debe tener en cuenta que los puntos tangentes de las dos bases están concentrados en la placa de soporte, ponemos un segundo soporte sobre el testigo para así evitar el contacto directo. La prensa de compresión está programada para una velocidad de carga continua, se registrar la carga y determina la resistencia a la tracción indirecta.

Figura 53

Equipo para el ensayo de tracción indirecta.



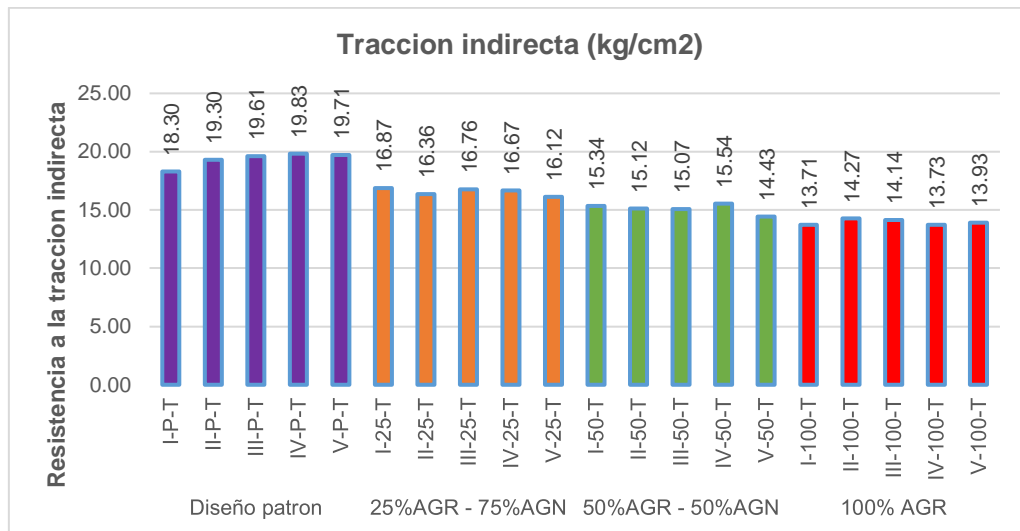
Tabla 61. Resistencia a la tracción para cada diseño de mezclas a los 7 días.

CODIGO	Edad (días)	Carga (kg)	D (cm)	H (cm)	Tracción indirecta (kg/cm ²)	Tracción promedio (kg/cm ²)	Relación entre tracción indirecta	Diferencia de tracción indirecta
I-P-T	7	12960.0	15.03	30.00	18.30			
II-P-T	7	13580.0	14.90	30.06	19.30			
III-P-T	7	13900.0	14.99	30.10	19.61	19.35	100%	100%
IV-P-T	7	14020.0	14.98	30.05	19.83			
V-P-T	7	13980.0	15.00	30.10	19.71			
I-25-T	7	11920.0	14.98	30.02	16.87			
II-25-T	7	11570.0	14.99	30.04	16.36			
III-25-T	7	11700.0	14.78	30.06	16.76	16.56	86%	14%
IV-25-T	7	11820.0	14.98	30.13	16.67			
V-25-T	7	11500.0	15.09	30.09	16.12			
I-50-T	7	10820.0	14.94	30.05	15.34			
II-50-T	7	10760.0	15.10	30.00	15.12			
III-50-T	7	10690.0	15.00	30.10	15.07	15.10	78%	22%
IV-50-T	7	10930.0	14.90	30.05	15.54			
V-50-T	7	10200.0	14.96	30.08	14.43			
I-100-T	7	9710.0	14.98	30.10	13.71			
II-100-T	7	10050.0	14.92	30.06	14.27	13.95	72%	28%

CODIGO	Edad (días)	Carga (kg)	D (cm)	H (cm)	Tracción indirecta (kg/cm ²)	Tracción promedio (kg/cm ²)	Relación entre tracción indirecta	Diferencia de tracción indirecta
III-100-T	7	9980.0	14.98	30.00	14.14			
IV-100-T	7	9850.0	15.02	30.40	13.73			
V-100-T	7	9900.0	15.04	30.09	13.93			

Fuente: Propia.

Figura 54. Resistencia a la tracción indirecta a los 7 días de curado.

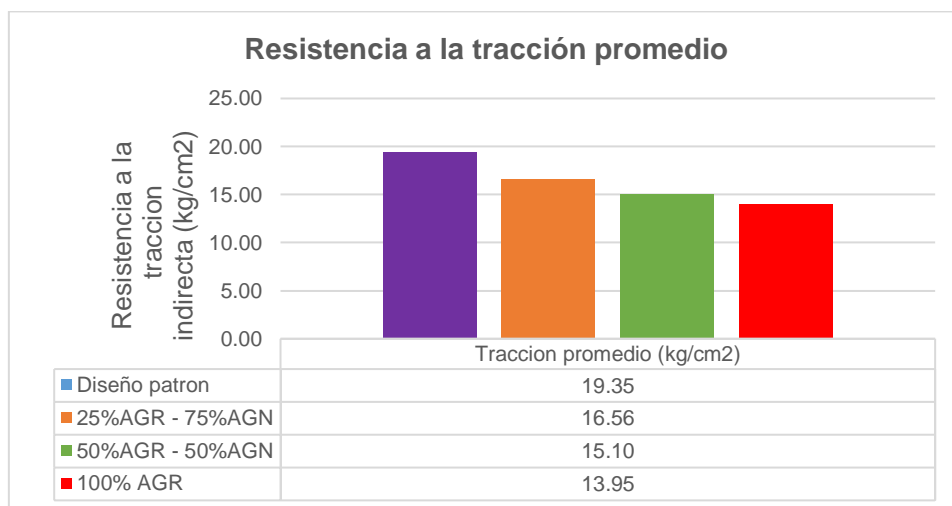


Fuente: Propia.

En la figura 54 podemos observar la resistencia a la tracción indirecta de cada una de las probetas a los 7 días de curado.

Figura 55

Resistencia a la tracción promedio a los 7 días de curado.



Fuente: Propia.

En la figura 55, es posible notar que, si es mayor el porcentaje de sustitución del AGR, reduce la resistencia a la tracción indirecta. Para una muestra patrón tenemos en promedio 19.35 kg/cm², con 25% AGR tenemos en promedio 16.56 kg/cm², con 50% AGR tenemos en promedio 15.10 kg/cm², y con 100% AGR tenemos en promedio 13.95 kg/cm².

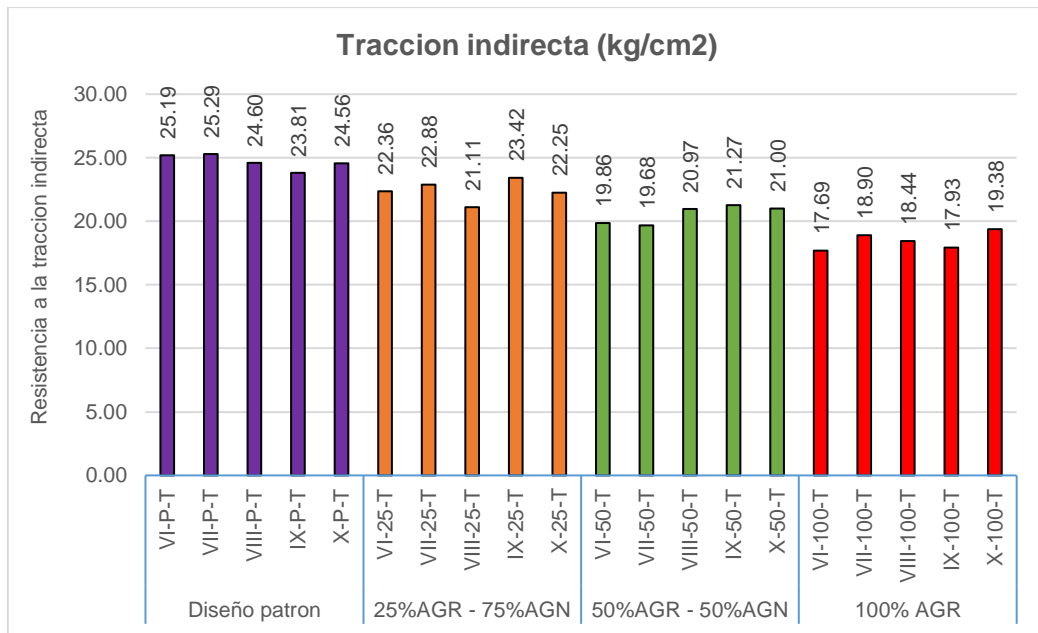
De lo anterior se concluye que el uso de los AGR originó pérdidas de resistencia en promedio de 21.43% respecto de las mezclas patrón.

Tabla 62. Resistencia a la tracción indirecta para cada diseño de mezclas a los 28 días.

CODIGO	Edad (días)	Carga (kg)	D (cm)	H (cm)	Tracción indirecta (kg/cm ²)	Tracción promedio (kg/cm ²)	Relación entre tracción indirecta	Diferencia de tracción indirecta
VI-P-T	28	17850.0	14.99	30.09	25.19			
VII-P-T	28	18020.0	15.06	30.12	25.29			
VIII-P-T	28	17550.0	15.10	30.08	24.60	24.69	100%	100%
IX-P-T	28	16900.0	15.04	30.04	23.81			
X-P-T	28	17430.0	15.02	30.08	24.56			
VI-25-T	28	15870.0	15.00	30.12	22.36			
VII-25-T	28	16300.0	15.07	30.09	22.88			
VIII-25-T	28	14950.0	14.96	30.14	21.11	22.40	91%	10%
IX-25-T	28	16600.0	14.99	30.10	23.42			
X-25-T	28	15990.0	15.16	30.18	22.25			
VI-50-T	28	14110.0	15.02	30.11	19.86			
VII-50-T	28	14030.0	15.09	30.08	19.68			
VIII-50-T	28	14960.0	15.06	30.16	20.97	20.56	83%	18%
IX-50-T	28	15070.0	14.98	30.11	21.27			
X-50-T	28	14890.0	14.97	30.15	21.00			
VI-100-T	28	12320.0	14.72	30.12	17.69			
VII-100-T	28	13400.0	14.98	30.13	18.90			
VIII-100-T	28	13050.0	15.00	30.03	18.44	18.47	75%	26%
IX-100-T	28	12800.0	15.13	30.04	17.93			
X-100-T	28	13820.0	15.09	30.09	19.38			

Fuente: Propia.

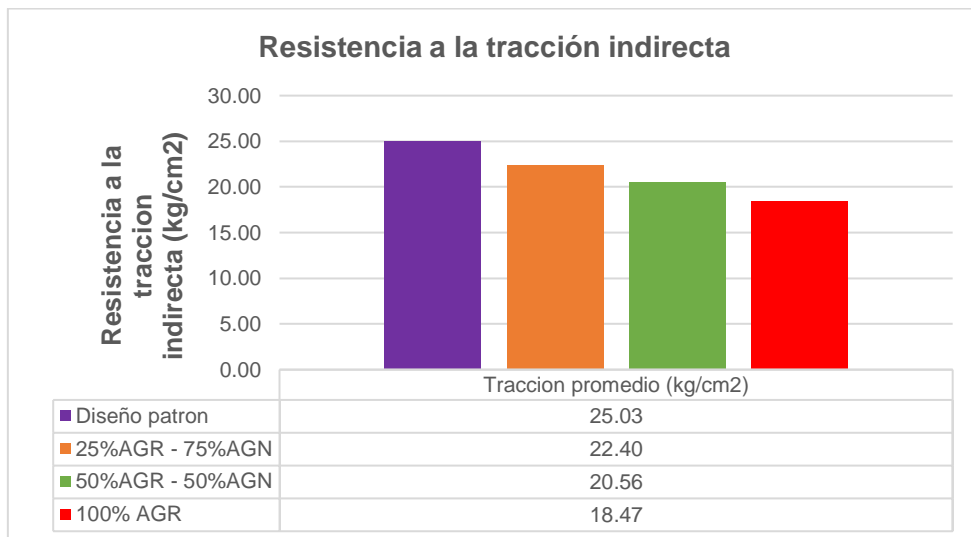
Figura 56. Resistencia a la tracción indirecta a los 28 días de curado.



Fuente: Propia.

En la figura 56 podemos observar la resistencia a la tracción indirecta de cada una de las probetas a los 28 días.

Figura 57. Resistencia a la tracción promedio a los 28 días de curado.

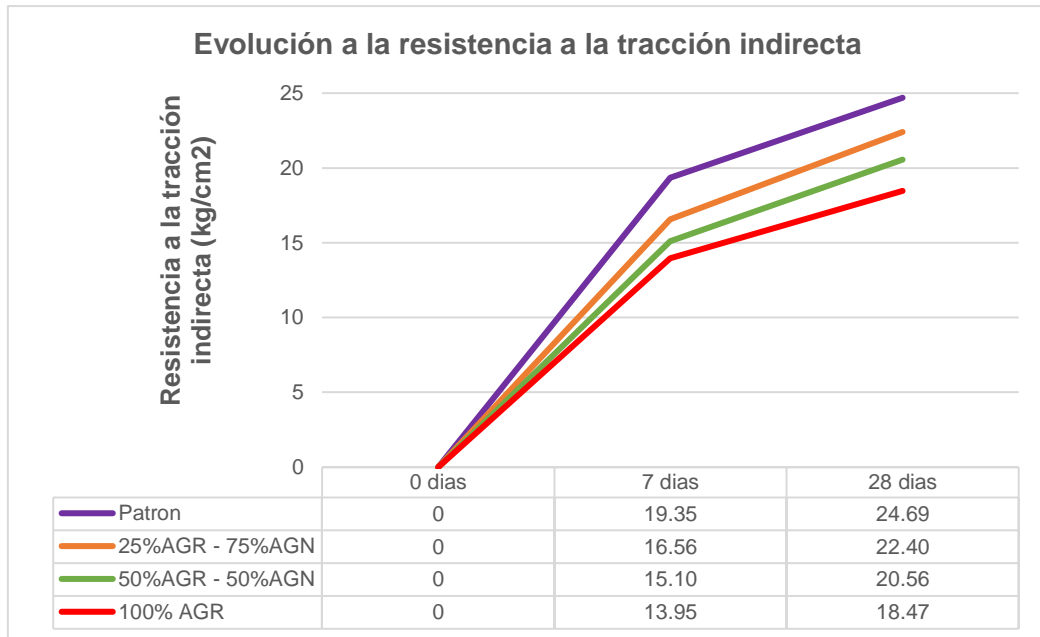


Fuente: Propia.

En la figura 57, de la misma forma, es posible notar que, si es mayor el porcentaje de sustitución del AGR, reduce la resistencia a la tracción indirecta. Para una muestra patrón tenemos en promedio 25.03 kg/cm², con 25% AGR tenemos en promedio 22.40 kg/cm², con 50% AGR tenemos en promedio 20.56 kg/cm², y con 100% AGR tenemos en promedio 18.47 kg/cm².

De los resultados obtenidos se observó que al utilizar agregado grueso reciclado se tuvieron pérdidas en la resistencia a la tracción indirecta en un promedio de 18.19% respecto a la muestra patrón.

Figura 58. Evolución de la resistencia a la tracción indirecta.



Fuente: Propia.

En la figura 58, se puede ver la creciente de las resistencias a la tracción indirecta a través de los días de curado.

V. Discusión

Luego de haber descrito los resultados de la investigación experimental referente a la incorporación de residuos de demoliciones para utilizarlos en la producción de concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$, sobre la base de un exhaustivo proceso investigativo de los resultados de laboratorio y la interpretación de los antecedentes tomados, el presente capítulo comprende la discusión de los hallazgos y observaciones, la cual mantendrá el mismo orden de los objetivos:

Objetivo general: Determinar el proceso de producción de agregado reciclado, y su influencia en las propiedades del concreto $F'c=210\text{kg/cm}^2$ en la ciudad de Puno.

Castro y Paredes (2018) en su trabajo de investigación en donde la granulometría cumple con los parámetros establecidos en la norma NTP 400.037 (Huso56), como también en nuestro caso los resultados en cuanto a la granulometría cumplen satisfactoriamente con los límites establecidos para los agregados cuya composición son 100 % AGN (agregado grueso natural), 25% AGN (agregado grueso reciclado) y 75 % AGR (agregado grueso natural), 50% AGN y 50% AGR y 100% AGR.

En cuanto a las propiedades físicas de los agregados obtenemos lo siguiente:

Tabla 63. *Propiedades físicas de los agregados según Castro y Paredes (2018).*

Propiedades físicas	Agregado grueso	Agregado grueso
	natural	reciclado
% de humedad	3.24	1.94
Peso específico (kg/m ³)	2587.83	2210.82
% de absorción	0.92	5.49
P.U. suelto (kg/m ³)	1506.09	1312.19
P.U. compacto (kg/m ³)	1638.71	1527.28

Fuente: Propia.

Tabla 64. *Propiedades físicas de los agregados, resultados propios.*

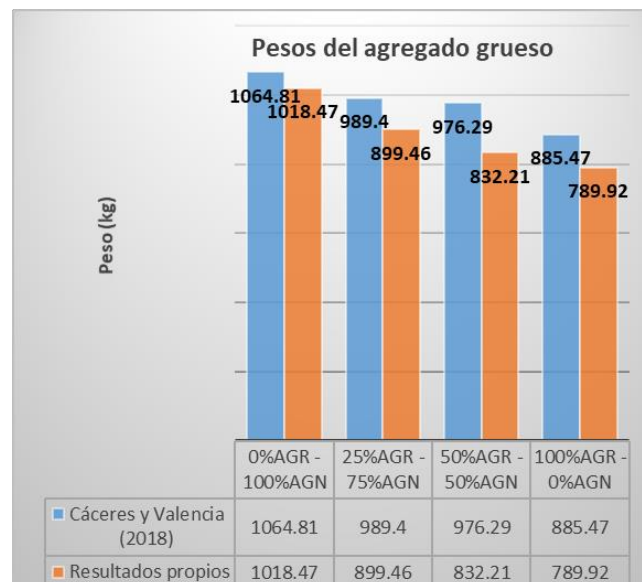
Propiedades físicas	Agregado grueso	Agregado grueso
	natural	reciclado
% de humedad	1.93	8.35
Peso específico (kg/m3)	2480.00	1850.00
% de absorción	3.76	12.94
P.U. suelto (kg/m3)	1554.00	1080.00
P.U. compacto (kg/m3)	1685.00	1229.00

Fuente: Propia.

De los gráficos podemos notar que, las propiedades físicas tanto de Castro y Paredes con nuestros guardan similitud en cuanto a sus resultados, la variación solo se da en el caso del contenido de humedad en el cual Castro y Paredes presentan un menor contenido de humedad en el agregado reciclado con respecto a los agregados naturales, por otro lado nuestros resultados son contrarios, ya que presentamos un mayor contenido de humedad en los agregados reciclados con respecto a los agregados naturales.

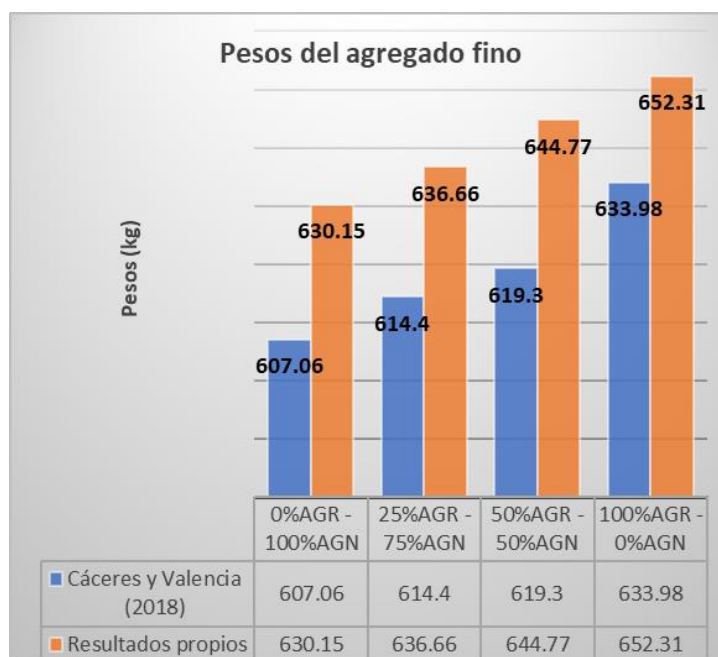
Objetivo específico 1: Conocer la variación de pesos en el diseño de mezcla sustituyendo agregado natural por agregado reciclado en porcentajes.

Figura 59. *Comparación de los pesos del agregado grueso.*



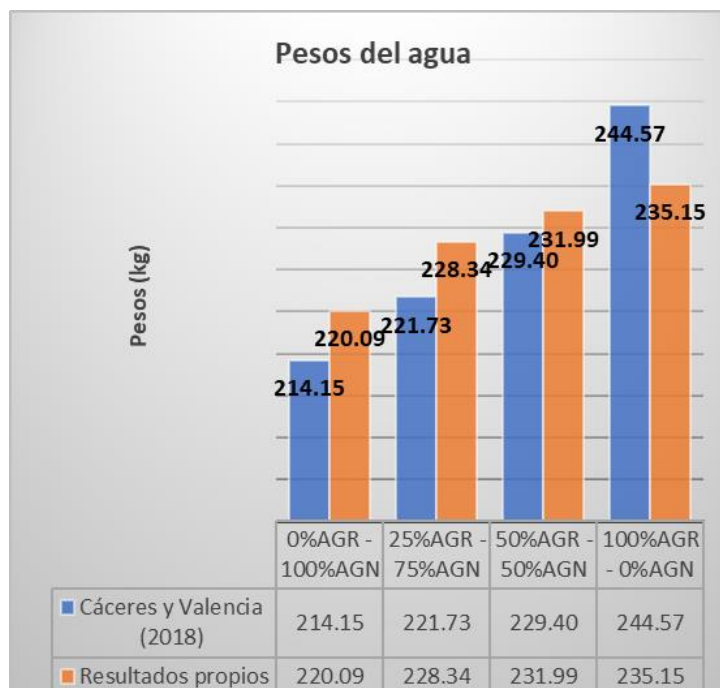
Fuente: Propia.

Figura 60. Comparación de los pesos del agregado fino.



Fuente: Propia.

Figura 61. Comparación de la cantidad de agua.



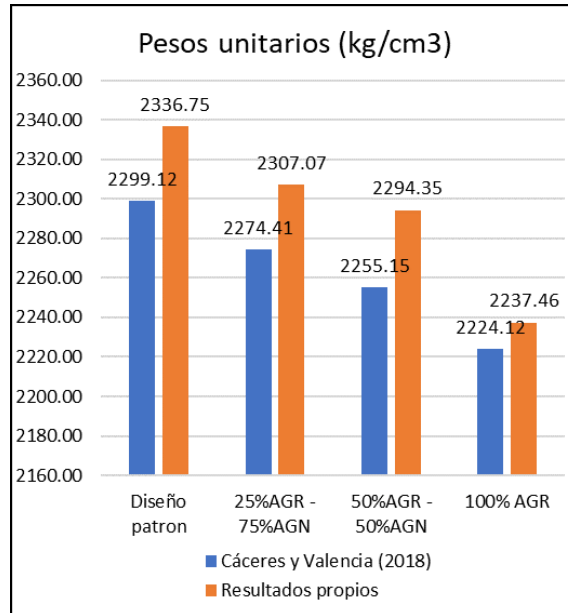
Fuente: Propia.

Cáceres y valencia (2018) en su trabajo de investigación en comparación a la nuestra, tenemos que las cantidades como el peso del agregado fino y peso del agua, tienden a el crecimiento en cuanto al nivel de sustitución del agregado natural

por el agregado reciclado, y en el caso del agregado grueso disminuye por el nivel de sustitución del agregado grueso reciclado. Al comparar sus resultados con los nuestros podemos notar que guarda relación, por lo tanto, coinciden.

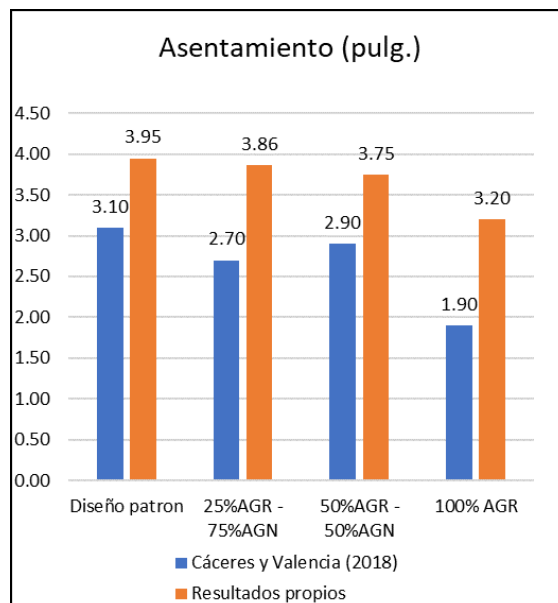
Objetivo específico 2: Determinar la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado fresco.

Figura 62. Comparación de pesos unitarios



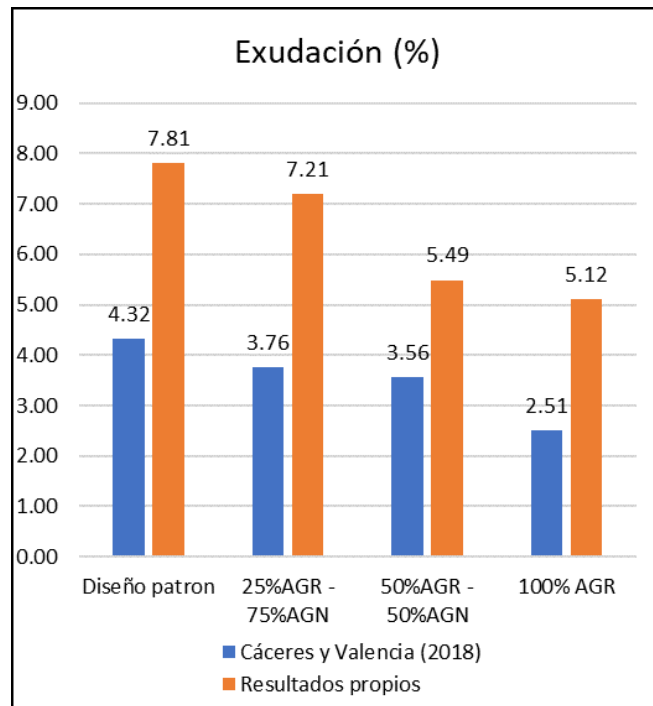
Fuente: Propia.

Figura 63. Comparación del asentamiento.



Fuente: Propia.

Figura 64. Comparación de la exudación.

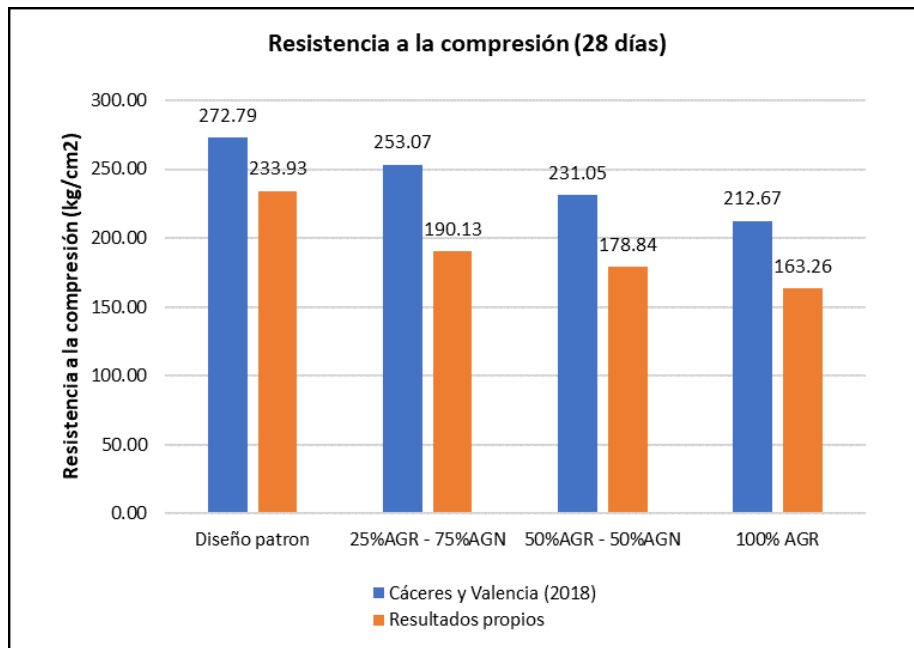


Fuente: Propia.

Cáceres y Valencia (2018) en su trabajo de investigación las propiedades del concreto en estado fresco tiene los siguientes resultados en donde el peso unitario y exudación del concreto tiende a disminuir a medida que se eleva el porcentaje de sustitución del agregado reciclado estos resultados coinciden los obtenidos en la presente investigación, en cambio para el caso del asentamiento, los resultados presentados por Cáceres y Valencia no existe una relación en cuanto a la sustitución, caso contrario en nuestros resultados se tiene una disminución a causa de la elevada sustitución.

Objetivo específico 3: Determinar la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado endurecido.

Figura 65. Comparación de la resistencia a la compresión a los 28 días de curado.



Fuente: Propia.

Resistencia a la compresión: Los resultados obtenidos en el ensayo de compresión muestran que las resistencias obtenidas por Cáceres y Valencia (2018) muestran una reducción a medida que se aumenta el nivel de sustitución de agregados naturales por reciclados, esto también sucede para nuestro caso por lo cual existe una coincidencia en cuanto a los resultados.

Resistencia a la tracción indirecta: Cáceres y Valencia (2018) en sus resultados muestra que no existe una relación en cuando al nivel de sustitución del agregado natural por el reciclado, en cambio nuestros resultados muestran una tendencia a disminuir a medida que aumenta el nivel de reemplazo de los agregados.

VI. Conclusiones

En base a los análisis realizados y en función de los resultados obtenidos, podemos deducir las siguientes conclusiones:

CONCLUSIONES DEL OBJETIVO GENERAL

Los residuos de construcción y demolición que fueron seleccionados, y ahora convertidos en agregados gruesos reciclados, han sido sometidos a un tratamiento que consta de: un triturado inicial, lavado, triturado final manual, clasificación y ensayos de laboratorio, la realización de este procedimiento nos permitió conocer las propiedades físicas del agregado, lo cual nos permite elaborar concretos.

En cuanto a las propiedades físicas de los agregados, se concluyó que:

- El contenido de humedad de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, incrementa en 45.08%, 166.83% y 332.64% respectivamente, en relación al contenido de humedad del agregado natural.
- El peso específico de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 11.69%, 19.35% y 25.40% respectivamente, en relación al peso específico del agregado natural.
- El porcentaje de absorción de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, incrementa en 55.05%, 138.83% y 244.15% respectivamente, en relación al porcentaje de absorción del agregado natural.
- El peso unitario suelto de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 14.04%, 20.14% y 30.50% respectivamente, en relación al peso unitario suelto del agregado natural.
- El peso unitario compactado de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 12.40%, 20.77% y 27.06% respectivamente, en relación al peso unitario suelto del agregado natural.

CONCLUSIONES DEL OBJETIVO ESPECIFICO 1

Se logro conocer que existe una variación de pesos en cada diseño de mezcla para las combinaciones planteadas, donde fue notorio que, al aumentar el porcentaje de sustitución, el agregado grueso disminuye, y pasa lo contrario para el caso del agregado fino y el agua.

- El peso del agregado grueso de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 11.68%, 18.29% y 22.44% respectivamente, en relación al peso del agregado grueso del diseño patrón.
- El peso del agregado fino de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 1.03%, 2.32% y 3.52% respectivamente, en relación al peso del agregado fino del diseño patrón.
- La cantidad de agua de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, incrementa en 3.75%, 5.41% y 6.84% respectivamente, en relación a la cantidad de agua del diseño patrón.

CONCLUSIONES DEL OBJETIVO ESPECIFICO 2

Las propiedades del concreto en estado fresco fueron influenciadas al utilizar agregado grueso reciclado, de la siguiente manera:

- El peso unitario de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 1.07%, 1.91% y 6.84% respectivamente, en relación al peso unitario de la muestra patrón.
- El asentamiento de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 2.28%, 5.06% y 18.99% respectivamente, en relación al asentamiento de la muestra patrón.
- La exudación de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en

7.68%, 29.71% y 34.44% respectivamente, en relación a la exudación de la muestra patrón.

CONCLUSIONES DEL OBJETIVO ESPECIFICO 3

Las propiedades del concreto en estado endurecido fueron influenciadas al utilizar agregado grueso reciclado, de la siguiente manera:

- La resistencia a la compresión de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 18.72%, 29.71% y 34.44% respectivamente, en relación a la resistencia a la compresión de la muestra patrón.
- La resistencia a la compresión de cada combinación, al reemplazar parte del agregado grueso natural con 25%, 50% y 100% de agregado grueso reciclado, disminuye en 10.51%, 17.86% y 26.21% respectivamente, en relación a la resistencia a la compresión de la muestra patrón.

VII. Recomendaciones

- Se recomienda realizar el triturado del material (concreto de demoliciones) en plantas procesadoras, con equipos que cumplan dicha función, para cuidar las características propias del residuo y tener una granulometría controlada.
- Al realizar la selección, separación y trituración inicial, se debe evitar que se mezclen materia ajena al concreto, con el fin de facilitar los siguientes procesos.
- Respecto al agregado natural es recomendable localizar una cantera de buenas características como: granulometría, resistencia al desgaste, y libre de impurezas.
- El uso de agregados reciclados es recomendado si provienen de concretos de alta resistencia para que de esa forma se pueda tener mejores resultados.
- Se recomienda utilizar agregados gruesos reciclados en bajas cantidades de sustitución para cualquier mezcla, en el caso se desee utilizar un alto nivel de sustitución, se debe tener en cuenta las propiedades del agregado reciclado.
- Una recomendación que se plantea es que en próximas investigaciones se podrían utilizar aditivos plastificantes para evitar el problema de la alta absorción de los agregados reciclados en diseños de alta resistencia.
- Considerar que las combinaciones con 25% y 50% de concreto reciclado, alcanzaron resistencias mayores a $f'c=175\text{kg/cm}^2$ las cuales podrían ser utilizadas en elementos no estructurales como: pisos, sobrecimientos, veredas, etc.

REFERENCIAS

- Rivva López, Enrique. 2000.** *Naturaleza y materiales del concreto.* 1ra. Lima : Capitulo peruano ACI, 2000.
- 339.034, NTP. 2008.** *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* Lima : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, 2008.
- 339.035, NTP. 2009.** *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.* Lima : Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI, 2009.
- 339.046, NTP. 2008.** *Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto.* Lima : Instituto Nacional de Calidad - INACAL, 2008.
- 339.077, NTP. 2013.** *Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto.* Lima : Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI, 2013.
- 339.084, NTP. 2012.** *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.* Lima : s.n., 2012.
- 339.185, NTP. 2013.** *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* Lima : Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias-INDECOPI, 2013.
- 400.017, NTP. 1999.** *Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado.* Lima : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI, 1999.
- 400.021, NTP. 2002.** *Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado.* Lima : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -INDECOPI, 2002.

400.022, NTP. 2013. *Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.* Lima : omisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI, 2013.

400.037, NTP. 2014. *Agregados. Especificaciones normalizadas para agregados.* 3ra. Lima : Comisión de normalización y de fiscalización de barreras comerciales no arancelarias, 2014.

400.050, Norma Técnica Peruana NTP. 1999. *Manejo de residuos de la actividad de la construcción. Generalidades.* Lima : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI, 1999.

400.12, NTP. 2001. *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Lima : Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales- INDECOPI , 2001.

Abanto castillo, Flavio. 2006. *Tecnología del concreto.* 1ra. Lima : San Marcos, 2006.

ACI 211. 1991. *Standard Practice for Selecting Proportions for.* [ed.] ACI Committee. 1991.

Agreda Sotelo, Gonzalo Alfonso y Moncada Moreno, Ginna Lizeth. 2015. *Viabilidad en la elaboración de prefabricados en concreto usando agregados gruesos reciclados.* Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia : 2015.

Agregados reciclados pretratados para uso en concreto. **Priano, Carla, y otros. 2016.** 36, Buenos Aires : ASAGAI, 2016, Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente, Vol. 1. 77-86.

Arias Gil, Sebastián, Martínez Barrero, John Jairo y Torres Bello, Cristian David. 2017. *Evaluación de la resistencia a la compresión y a la flexión en concreto de 28 MPa (4000 PSI) con agregado reciclado y ceniza volante, para una relación a/c 0.50.* Universidad la Gran Colombia, Bogota, Colombia : 2017.

Asencio Sangay, Armando Régulo. 2014. *Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.* Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú : 2014.

Avalo Castillo, Juan. 2015. *Las normas técnicas del cemento y concreto en el Perú.* s.l. : Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM), 2015.

Bazalar La Puerta, Luis Ricardo y Cadenillas Calderón, Miguel Antonio Jesús. 2019. *Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en estructuras aperturadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación.* Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú : 2019.

Bonifacio Luna, Edwin Cesar. 2021. *Estudio de las propiedades físicas - mecánicas del concreto de mediana resistencia utilizando el agregado de la cantera Isla, Juliaca – Puno 2021.* Universidad Cesar Vallejo, Juliaca, Perú : 2021.

Borja S., Manuel. 2012. *Metología de la investigación científica para ingenieros.* Chiclayo : s.n., 2012.

Burgos Turra, Diego Felipe. 2010. *Guía para la gestión y tratamiento de residuos y desperdicios de proyectos de construcción y demolición.* Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile : 2010.

C150, ASTM. 2007. *Especificación Normalizada para Cemento Portland.*

Castillo Zea, Anyeliz Yulieth , Chimá Acosta, Alejandra Lucía y Rondón Rueda, Gonzalo Alberto. 2019. *Estudio de Prefactibilidad de Concreto Sostenible usando agregado grueso reciclado en Barranquilla.* Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia : 2019.

Castro Cruz, Alejandro Michel y Paredes Vilca, Carmen Sophia. 2018. *Diseño de concreto estructural de resistencia mayores a 210 kg/cm^2 / con materiales reciclados de concreto, San Juan de Lurigancho, 2018.* Universidad César Vallejo, Lima, Perú : 2018.

Castro Cuadra, Axel Franco. 2017. *Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cascara de arroz para el mejoramiento de subrasante.* Universidad Nacional de Ingeniería, Lima : 2017.

Conocc Alejos, Julio Cesar. 2018. *Viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de f'c 210 kg/cm² proveniente de la trituración de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en el distrito de la Molina.* Universidad Privada del Norte, Lima, Perú : 2018.

Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible. 2006. *Cement Sustainability Initiative.* Conches-Geneva : s.n., 2006.

E. Harmsen, Teodoro. 2002. *Diseño de estructuras de concreto armado.* Lima : Fondo Editorial, 2002.

Estudo das propriedades físicas e mecânicas de concreto com substituição parcial de agregado natural por agregado reciclado proveniente de RCD. **Frotté, Camila , y otros. 2017.** 2, 2017, Revista Materia, Vol. 22.

GEAR, Proyecto. 2008. *Guía española de agregado reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD).*

Gonzales Acuña, Hans Ricardo. 2018. *Resistencia del mortero con cemento sustituido por el 13% por una combinación de arcilla y concha cuchara.* Universidad San Pedro, Chimbote, Perú : 2018.

Hernández, R, Fernández, C y Baptista, P. 2014. *Metodología de la investigación.* 6. México : Editorial McGRAW-HILL/INTERAMERICANA, 2014.

Influence of Type and Replacement Level of Recycled Aggregates on Concrete Properties. **Keun-Hyeok, Yang, Heon Soo, Chung y Ashraf F., Ashour. 2008.** 105, 2008, ACI Materials Journal, Vol. 3, págs. 289-296.

Laura Huanca, Samuel. 2006. *Diseño de Mezclas de Concreto.* 1ra. Puno : s.n., 2006.

López Gayarre, Fernando. 2008. *Influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de concreto reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas.* Universidad de Oviedo, Gijón, España : 2008.

Machaca Iquiapaza, Gisela. 2019. *Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reuso en concreto simple en la ciudad de Juliaca.* Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú : 2019.

Machaca Mamani, Esteban Bonifacio. 2017. *Producción de agregado reciclado para mitigar los impactos ambientales de los residuos de construcción en la ciudad de Tacna, año 2017.* Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú : 2017.

Mamani Apaza, Fritz Willy. 2015. *Producción de agregados reciclados de los residuos de la construcción y demolición para la producción de concretos hidráulicos en la ciudad de Juliaca.* Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú : 2015.

Meléndez Cueva, Aníbal Rogelio. 2016. *Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en la ciudad de Huaraz-2016.* Universidad San Pedro, Huaraz, Perú : 2016.

Ministerio de Energía y Minas. 2013. *Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición.* s.l. : DECRETO SUPREMO N° 003-2013-VIVIENDA, 2013.

Murdock, L.J. 1964. *Elaboración del concreto y sus aplicaciones.* Distrito Federal : Continental, 1964.

Ottazzi Pasino, Gianfranco Antonio. 2004. *Material de apoyo para la enseñanza de los cursos de diseño y comportamiento del concreto armado.* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú : 2004.

Parra Maya, Katty Milena y Bautista Moros, María Alejandra. 2010. *Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros.* Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Bucaramanga, Colombia : 2010.

Pasquel Carbajal, Enrique. 1998. *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú.* [ed.] Colegio de ingenieros del Perú. Lima : s.n., 1998.

Ponce Portocarrero, Cesar Paulino. 2014. *Estudio del concreto reciclado de mediana a baja resistencia, utilizando cemento Portland tipo I.* Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú : 2014.

Propiedades mecánicas, eléctricas y de durabilidad de concretos con agregados reciclados. **Laverde Laverde, Jorge Alejandro y Torres Castellanos, Nancy.**

2017. 108, Colombia : Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, 2017, Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería, Vol. 1, págs. 15-23.

Residuos de construcción y demolición (RCD), una perspectiva de aprovechamiento para la ciudad de barranquilla desde su modelo de gestión.

Pacheco Bustos, Carlos Albeiro, y otros. 2017. 2, 2017, Ingeniería y desarrollo, Vol. 35.

Residuos de construcción y demolición como agregado de concreto hidráulico nuevo. **Mendoza, Isabel y Chávez, Sandra. 2017.** 2, Lima : ECORFAN-Perú, 2017, Revista de Ingeniería Civil, Vol. 1. 9/14.

Rivva L., Enrique . 2006. *Durabilidad y patología del concreto.* Lima : Productores de cemento (ASOCEM), 2006.

Rivva L., Enrique. 2002. *Concreto de alta resistencia.* Lima : ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia)., 2002.

Román Rodas, Edwin . 2017. *Análisis del Comportamiento de los Materiales Reciclados de Escombros para Sub-base en Pavimentos Flexibles en la Av. Nazca, SJJ, Lima.* Universidad César Vallejo, San Juan de Lurigancho, Perú : 2017.

Saavedra Ayasta, Alex Hoover. 2016. *Gestión de residuos de construcción para la conservación del medio ambiente de un edificio multifamiliar en Miraflores, 2016.* Universidad César Vallejo, Miraflores, Perú : 2016.

Shanchez Vergel, Ismael Leonardo. 2016. *Propiedades mecánicas y durabilidad de concretos haciendo uso de agregados reciclados de construcción de viviendas en el municipio de Ocaña Norte Santander.* Universidad Francisco de Paula Santander, Ocaña, Colombia : 2016.

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

TEMA: Producción de agregados reciclados, para su uso en la elaboración de concreto F'c=210kg/cm², Puno, 2021.

AUTORES: Bach. Jose Luis Quenta Mucho, Bach. Christian Alexis Uturnco Quispe

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
Variable Independiente: Agregado de concreto reciclado	Se denomina concreto reciclado al que se fabrica con agregados reciclados o con mezcla de agregado reciclado y natural, que son previamente tratados para su uso, con la finalidad de poder reemplazar a los agregados naturales sin disminuir las propiedades físico - mecánicas y físico- químicas de un concreto convencional (Carizaile y Anquise, 2015, p. 11).	El material reciclado se denomina un material secundario de construcción procedente de la demolición o trituración de concreto (Jordán y Viera, 2014, p. 54).	Producción de agregado reciclado Propiedades físicas del agregado	Selección y separación Trituración Lavado Clasificación de la muestra Granulometría Contenido de humedad Porcentaje de absorción Peso específico Peso unitario	Tipo de investigación: Aplicada Diseño de investigación: Experimental Nivel de investigación: Explicativo Enfoque de investigación: Cuantitativo
Variable Dependiente: Concreto estructural	El objetivo de realizar una mezcla de concreto es de que ésta sea un conglomerado o una pasta trabajable en el momento que se encuentre en estado plástico, y luego al llegar ser un sólido llegue a su resistencia deseada, siendo económicamente factible (Parra y Bautista, 2010, p. 40).	Es el resultado del mezclado obtenido por los materiales, las cuales son: el cemento, los agregados gruesos y finos, esto con el fin de que sea trabajable en su estado plástico y resistente en su estado sólido. (Parra y Bautista, 2010, p. 40).	Diseño de mezclas Propiedades del Concreto en estado fresco Propiedades del Concreto en estado endurecido	100% agregado natural 75% agregado natural + 25% agregado reciclado 50% agregado natural + 50% agregado reciclado 100% agregado reciclado Peso unitario Asentamiento Exudación Resistencia a la compresión Resistencia a la tracción indirecta	Línea de investigación: Diseño sísmico y estructural Población: 80 probetas de concreto Muestra: 80 probetas de concreto Muestreo: No probabilístico

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: Producción de agregados reciclados, para su uso en la elaboración de concreto F'c=210kg/cm², Puno, 2021.

AUTORES: Bach. Jose Luis Quenta Mucho, Bach. Christian Alexis Uturunco Quispe

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
PROBLEMA GENERAL: ¿Cuál es el proceso de producción de agregado reciclado y su influencia en las propiedades del concreto F'c=210g/cm ² en la ciudad de Puno?	Determinar el proceso de producción de agregado reciclado, y su influencia en las propiedades del concreto F'c=210g/cm ² en la ciudad de Puno	El proceso de producción nos permite obtener un agregado reciclado adecuado, que influye en las propiedades de concreto F'c=210kg/cm ² en la ciudad de Puno.	INDEPENDIENTE Agregado reciclado	Producción de agregado reciclado	Selección y separación Trituración Lavado Clasificación de la muestra	Observación Herramientas manuales Agua Malla N°4
				Propiedades físicas del agregado	Granulometría Contenido de humedad Porcentaje de absorción	Análisis granulométrico de A.F Y A.G. (NTP 400.012) Contenido de humedad del A.F. Y A.G. (NTP 339.185) Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 440.022)
					Peso específico Peso unitario	Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 440.022) Peso unitario (NTP 400.017)
					100% AGN 75% AGN + 25% AGR 50% AGN + 50% AGR 100% AGR	Comité 211 ACI
					Peso unitario Asentamiento Exudación	Peso unitario (MTC E714) Asentamiento (MTC E705) Exudación (MTC E713)
					Propiedades del concreto en estado endurecido	Resistencia a la compresión Resistencia a la tracción indirecta
PROBLEMAS ESPECÍFICOS: ¿Cuál es la variación de pesos en el diseño de mezcla sustituyendo agregado natural por agregado reciclado en porcentajes? ¿Cuál será la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado fresco? ¿Cuál será la influencia del agregado reciclado en las propiedades del concreto en estado endurecido?	Conocer la variación de pesos en el diseño de mezcla sustituyendo agregado natural por agregado reciclado en porcentajes.	Existe una variación de pesos en el diseño de mezcla sustituyendo agregado natural por agregado reciclado en porcentajes.	DEPENDIENTE Concreto	Diseño de mezcla		

ANEXO 3: ENSAYOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
 F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

MATERIAL : ARENA CANTERA CUTIMBO

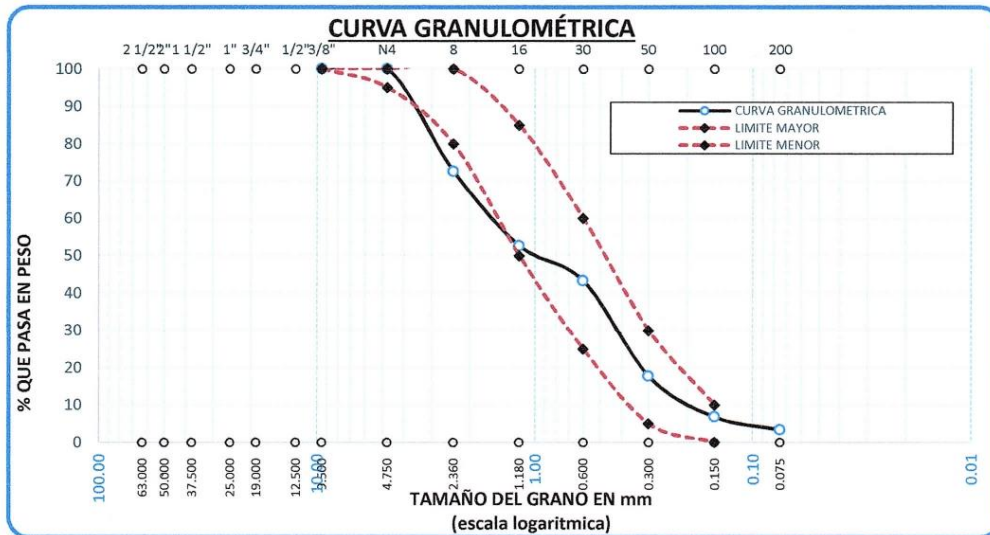
UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3/8"	0.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Peso Inicial = 500 gr.
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100 %	Módulo de Fineza = 3.07
No8	2.380	136.82	27.36	27.36	72.64	80 - 100 %	
No10	2.000						
No16	1.190	99.92	19.98	47.35	52.65	50 - 85 %	
No20	0.840						
No30	0.590	46.71	9.34	56.69	43.31	25 - 60 %	
No40	0.420						
No50	0.300	128.18	25.64	82.33	17.67	10 - 30 %	
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	54.51	10.90	93.23	6.77	2 - 10 %	
No200	0.074	17.08	3.42	96.64	3.36		
BASE		16.78	3.36	100	0.00		
TOTAL		500.00	100.00				
% PERDIDA		3.36					

OBSERVACIONES



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Mario Medina Mamani

Dr. Ing. Arístides Olazabal Guerra
 REGISTRADO Nº 57768
 COORDINADOR ACADÉMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

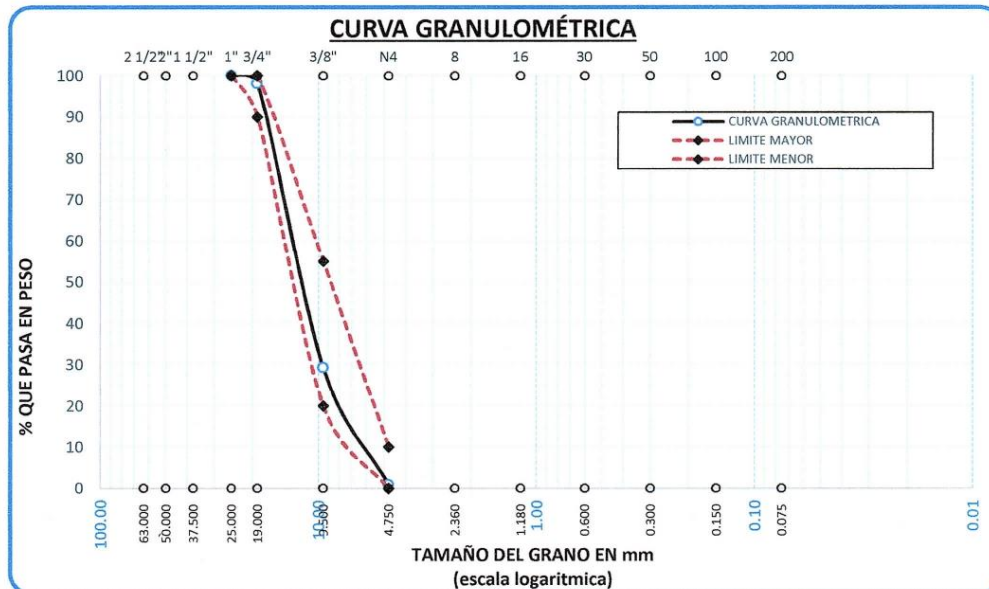
MATERIAL : MATERIAL GRUESO CUTIMBO

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	0.525						Peso Inicial = 3500 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES
2 1/2"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	
3/4"	1.190	65.40	1.87	1.87	98.13	90 - 100 %	
1/2"	0.840	1321.40	37.75	39.62	60.38		
3/8"	0.590	1089.50	31.13	70.75	29.25	25 - 55 %	
1/4"	0.420						
No4	0.300	994.20	28.41	99.16	0.84	0 - 10 %	
BASE		29.50	0.84	100	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		0.84					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PUNO
Dr. Ing. Alexander Ocasbal Garcia
REGISTRO CIP Nº 57768
COORDINADOR ACADEMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
 F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

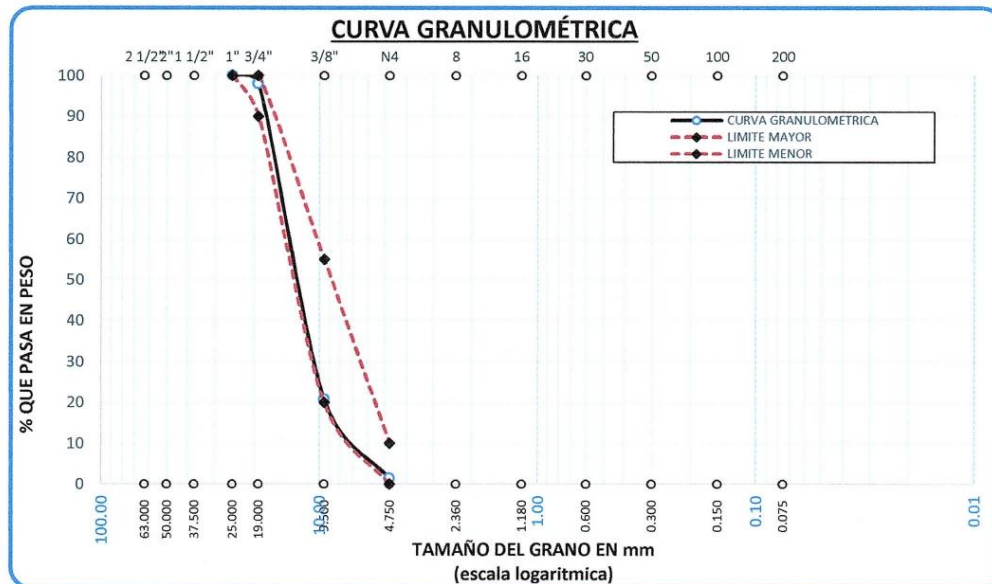
MATERIAL : MATERIAL GRUESO 25% RECICLADO X 75% AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	0.525						
2 1/2"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		Peso Inicial = 3300 gr.
2"	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00	100%	Tamaño máx. nominal = 3/4"
3/4"	1.190	65.40	1.98	1.98	98.02	90 - 100 %	
1/2"	0.840	1424.60	43.17	45.15	54.85		OBSERVACIONES
3/8"	0.590	1124.20	34.07	79.22	20.78	25 - 55 %	
1/4"	0.420						
No4	0.300	640.80	19.42	98.64	1.36	0 - 10 %	
BASE		45.00	1.36	100	0.00		
TOTAL		3300.00	100.00				
% PERDIDA		1.36					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Mario Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 Dr. Ing. Aníbal Ojeda Guerra
 REGISTRO CIP Nº 57768
 COORDINADOR ACADÉMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
 F'c=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

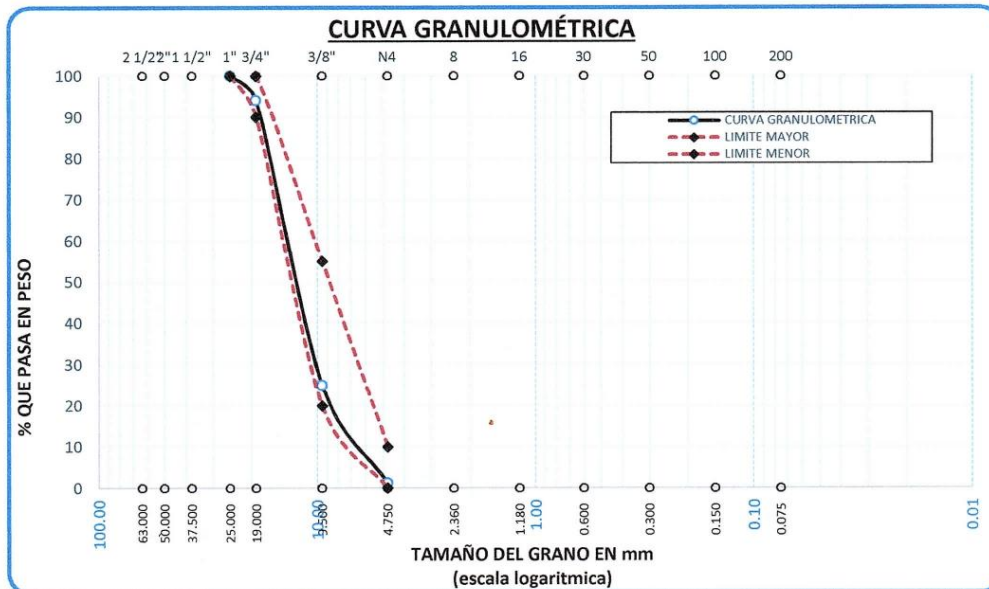
MATERIAL : MATERIAL GRUESO 50% RECICLADO X 50% AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	0.525						Peso Inicial = 3300 gr. Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES
2 1/2"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	1.190	196.80	5.96	5.96	94.04	100%	
1/2"	0.840	1261.90	38.24	44.20	55.80	90 - 100 %	
3/8"	0.590	1016.80	30.81	75.02	24.98	25 - 55 %	
1/4"	0.420						
No4	0.300	784.40	23.77	98.78	1.22	0 - 10 %	
BASE		40.10	1.22	100	0.00		
TOTAL		3300.00	100.00				
% PERDIDA		1.22					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 PUNO

Dr. Ing. *[Signature]*
 REGISTRO CIP Nº 57768
 COORDINADOR ACADEMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

NORMA: ASTM C 33

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
 F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

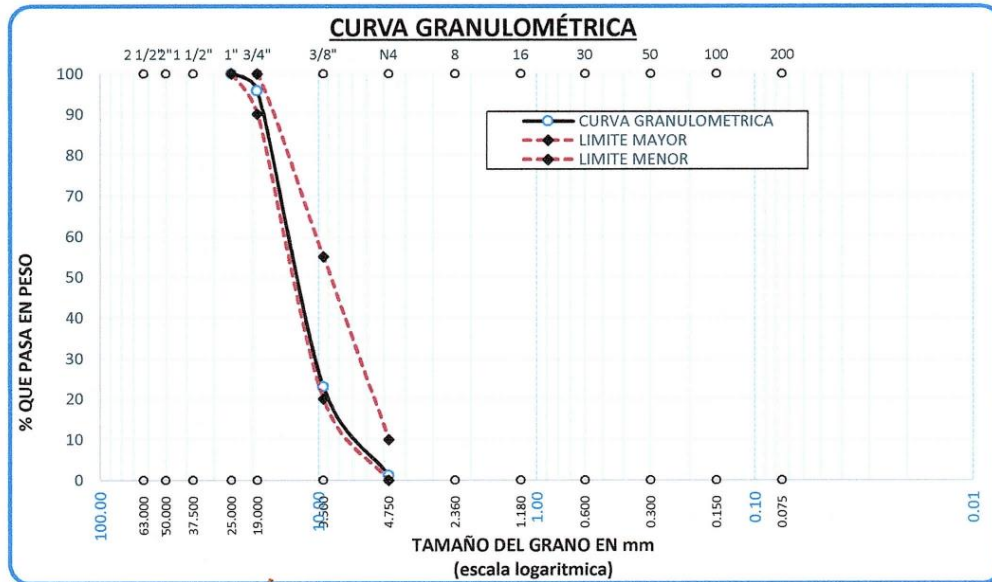
MATERIAL : MATERIAL GRUESO 100% RECICLADO - ARENA - CUTIMBO

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF.	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	0.525						Peso Inicial = 3500 gr. Módulo de Fineza = 2.22 Tamaño máx. nominal = 3/4" OBSERVACIONES
2 1/2"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	1.190	146.20	4.18	4.18	95.82	100% 90 - 100 %	
1/2"	0.840	1324.80	37.85	42.03	57.97		
3/8"	0.590	1224.70	34.99	77.02	22.98	25 - 55 %	
1/4"	0.420						
No4	0.300	762.80	21.79	98.81	1.19	0 - 10 %	
BASE		41.50	1.19	100	0.00		
TOTAL		3500.00	100.00				
% PERDIDA		1.19					



OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Mario Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 FILIAL PUNO
 Dr. Ing. Angel General Guerra
 REGISTRADO Nº 57768
 COORDINADOR ACREDITADO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021
SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
MATERIAL : AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)
UBICACIÓN : PUNO
CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO
FECHA : 18 DE MAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	484.10
P.T. M. SECA	459.40
P. TARRO	38.57
P. AGUA	24.70
P.S. SECO	420.83
% HUMEDAD	5.87

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	697.70
P.T. M. SECA	685.70
P. TARRO	63.90
P. AGUA	12.00
P.S. SECO	621.80
% HUMEDAD	1.93

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5581	1586	2822	1416
5768	1586	2822	1482
5790	1586	2822	1490
			1462

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5970	1586	2822	1554
5962	1586	2822	1551
5981	1586	2822	1557
			1554

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
6229	1586	2822	1645
6236	1586	2822	1648
6231	1586	2822	1646
			1646

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
6350	1586	2822	1688
6335	1586	2822	1683
6338	1586	2822	1684
			1685

Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Dr. Ing. Oscar Gabriel Guerra
REGISTRO CIP Nº 57768
COORDINADOR ACADEMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

MATERIAL : 25% AGREGADO RECICLADO X 75% AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	484.10
P.T. M. SECA	459.40
P. TARRO	38.57
P. AGUA	24.70
P.S. SECO	420.83
% HUMEDAD	5.87

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	701.90
P.T. M. SECA	684.50
P. TARRO	62.10
P. AGUA	17.40
P.S. SECO	622.40
% HUMEDAD	2.80

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5581	1586	2822	1416
5768	1586	2822	1482
5790	1586	2822	1490
			1462

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5350	1586	2822	1334
5358	1586	2822	1337
5362	1586	2822	1338
			1336

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
6229	1586	2822	1645
6236	1586	2822	1648
6231	1586	2822	1646
			1646

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5748	1586	2822	1475
5752	1586	2822	1476
5750	1586	2822	1476
			1476



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FILIAL PUNO

Dr. Ing. *[Signature]*
REGISTRO CIP Nº 57758
COORDINADOR ACADEMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'c=210KG/CM2, PUNO, 2021
SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
MATERIAL : 50% AGREGADO RECICLADO X 50% AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)
UBICACIÓN : PUNO
CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO
FECHA : 18 DE MAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	484.10
P.T. M. SECA	459.40
P. TARRO	38.57
P. AGUA	24.70
P.S. SECO	420.83
% HUMEDAD	5.87

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	718.10
P.T. M. SECA	685.90
P. TARRO	60.90
P. AGUA	32.20
P.S. SECO	625.00
% HUMEDAD	5.15

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5581	1586	2822	1416
5768	1586	2822	1482
5790	1586	2822	1490
			1462

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5095	1586	2822	1243
5080	1586	2822	1238
5087	1586	2822	1241
			1241

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
6229	1586	2822	1645
6236	1586	2822	1648
6231	1586	2822	1646
			1646

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5345	1586	2822	1332
5355	1586	2822	1336
5357	1586	2822	1336
			1335


Mario Medina Mamani


UNIVERSIDAD ANDINA NESTOR CACERES VELASQUEZ
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FILIAL PUNO
Dr. Ing. Angel Oscar Olzabal Guerra
REGISTRO Nº 57768
COORDINADOR ACADEMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
 CARRERA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
 F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

MATERIAL : 100% AGREGADO RECICLADO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

CONTENIDO DE HUMEDAD

A. FINO	
P.T. M. HUM	484.10
P.T. M. SECA	459.40
P. TARRO	38.57
P. AGUA	24.70
P.S. SECO	420.83
% HUMEDAD	5.87

A. GRUESO	
P.T. M. HUM	734.50
P.T. M. SECA	685.70
P. TARRO	62.50
P. AGUA	48.80
P.S. SECO	620.20
% HUMEDAD	8.35

PESOS UNITARIOS

AGREGADO FINO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5581	1586	2822	1416
5768	1586	2822	1482
5790	1586	2822	1490
			1462

AGREGADO GRUESO

SUELTO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
4637	1586	2822	1081
4632	1586	2822	1079
4634	1586	2822	1080
			1080

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
6229	1586	2822	1645
6236	1586	2822	1648
6231	1586	2822	1646
			1646

VARILLADO			
PESO	P. MOLDE	V. MOLDE	
5052	1586	2822	1228.207
5060	1586	2822	1231.042
5054	1586	2822	1228.916
			1229

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
 PUNO

Dr. Ing. Alan Olayo
 REGISTRO CIP Nº 57748
 COORDINADOR ACADÉMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021
SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
MATERIAL : AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)
UBICACIÓN : PUNO
CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO
FECHA : 18 DE MAYO

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																								
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A - Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">474.70</td> </tr> <tr> <td>B - Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc - Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W - Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1607.10</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td style="text-align: right;">1813.10</td> </tr> <tr> <td>Wc-B-W =</td> <td style="text-align: right;">206</td> </tr> <tr> <td>Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$</td> <td style="text-align: right;">2.43 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>B-A =</td> <td style="text-align: right;">25.30</td> </tr> <tr> <td>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td style="text-align: right;">5.33 %</td> </tr> </table>	A - Peso de muestra secada al horno	474.70	B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10	W - Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10	PESO ESPECIFICO		Wc+B =	1813.10	Wc-B-W =	206	Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$	2.43 gr/cm3	ABSORCION		B =	500.00	B-A =	25.30	Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.33 %
A - Peso de muestra secada al horno	474.70																												
B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00																												
Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10																												
W - Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10																												
PESO ESPECIFICO																													
Wc+B =	1813.10																												
Wc-B-W =	206																												
Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$	2.43 gr/cm3																												
ABSORCION																													
B =	500.00																												
B-A =	25.30																												
Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.33 %																												
N°4	0	0.00	0.00	100.00																									
N°8	136.82	27.36	27.36	72.64																									
N°16	99.92	19.98	47.35	52.65																									
N°30	46.71	9.34	56.69	43.31																									
N°50	128.18	25.64	82.33	17.67																									
N°100	54.51	10.90	93.23	6.77																									
N°200	17.08	3.42	96.64	3.36																									
FONDO	16.78	3.36	100.00	0.00																									
SUMA	500	100.00																											
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																													
Mf = MODULO DE FINEZA 3.07																													

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																								
2"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A - Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">771.00</td> </tr> <tr> <td>B - Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc - Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W - Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1791.00</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td style="text-align: right;">2113.10</td> </tr> <tr> <td>Wc-B-W =</td> <td style="text-align: right;">322</td> </tr> <tr> <td>Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$</td> <td style="text-align: right;">2.48 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>B-A =</td> <td style="text-align: right;">29.00</td> </tr> <tr> <td>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td style="text-align: right;">3.76 %</td> </tr> </table>	A - Peso de muestra secada al horno	771.00	B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10	W - Peso del Pic. + muestra + agua	1791.00	PESO ESPECIFICO		Wc+B =	2113.10	Wc-B-W =	322	Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$	2.48 gr/cm3	ABSORCION		B =	800.00	B-A =	29.00	Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	3.76 %
A - Peso de muestra secada al horno	771.00																												
B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00																												
Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10																												
W - Peso del Pic. + muestra + agua	1791.00																												
PESO ESPECIFICO																													
Wc+B =	2113.10																												
Wc-B-W =	322																												
Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$	2.48 gr/cm3																												
ABSORCION																													
B =	800.00																												
B-A =	29.00																												
Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	3.76 %																												
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00																									
1"	0.00	0.00	0.00	100.00																									
3/4"	65.40	1.87	1.87	98.13																									
1/2"	1321.40	37.75	39.62	60.38																									
3/8"	1089.50	31.13	70.75	29.25																									
1/4"	0	0.00	70.75	29.25																									
N°4	994.20	28.41	99.16	0.84																									
FONDO	29.50	0.84	100.00	0.00																									
SUMA	3500	100.00																											
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																													

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Ing. Aníbal Quiroz Quiroz
REGISTRO CIP Nº 57768
COORDINADOR ACADÉMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPÉ

MATERIAL : 25% AGREGADO RECICLADO X 75% AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																														
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>- Peso de muestra secada al horno</td><td style="text-align: right;">474.70</td> </tr> <tr> <td>B</td><td>- Peso de muestra saturada seca (SSS)</td><td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td><td>- Peso del picnómetro con agua</td><td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W</td><td>- Peso del Pic. + muestra + agua</td><td style="text-align: right;">1607.10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td><td>1813.10</td><td>Wc-B-W = 206</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td><td>$\frac{B}{Wc-B-W}$</td><td>= 2.43 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td><td>500.00</td><td>B-A = 25.30</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td><td>$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td><td>5.33 %</td> </tr> </table>	A	- Peso de muestra secada al horno	474.70	B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10	W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10	PESO ESPECIFICO			Wc+B =	1813.10	Wc-B-W = 206	Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.43 gr/cm3	ABSORCION			B =	500.00	B-A = 25.30	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.33 %
A	- Peso de muestra secada al horno	474.70																																	
B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00																																	
Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10																																	
W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10																																	
PESO ESPECIFICO																																			
Wc+B =	1813.10	Wc-B-W = 206																																	
Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.43 gr/cm3																																	
ABSORCION																																			
B =	500.00	B-A = 25.30																																	
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.33 %																																	
N°4	0	0.00	0.00	100.00																															
N°8	136.82	27.36	27.36	72.64																															
N°16	99.92	19.98	47.35	52.65																															
N°30	46.71	9.34	56.69	43.31																															
N°50	128.18	25.64	82.33	17.67																															
N°100	54.51	10.90	93.23	6.77																															
N°200	17.08	3.42	96.64	3.36																															
FONDO	16.78	3.36	100.00	0.00																															
SUMA	500	100.00																																	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																																			
Mf = MODULO DE FINEZA 3.07																																			

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																														
2"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>- Peso de muestra secada al horno</td><td style="text-align: right;">755.90</td> </tr> <tr> <td>B</td><td>- Peso de muestra saturada seca (SSS)</td><td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td><td>- Peso del picnómetro con agua</td><td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W</td><td>- Peso del Pic. + muestra + agua</td><td style="text-align: right;">1747.60</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td><td>2113.10</td><td>Wc-B-W = 366</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td><td>$\frac{B}{Wc-B-W}$</td><td>= 2.19 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td><td>800.00</td><td>B-A = 44.10</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td><td>$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td><td>5.83 %</td> </tr> </table>	A	- Peso de muestra secada al horno	755.90	B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10	W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1747.60	PESO ESPECIFICO			Wc+B =	2113.10	Wc-B-W = 366	Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.19 gr/cm3	ABSORCION			B =	800.00	B-A = 44.10	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.83 %
A	- Peso de muestra secada al horno	755.90																																	
B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00																																	
Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10																																	
W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1747.60																																	
PESO ESPECIFICO																																			
Wc+B =	2113.10	Wc-B-W = 366																																	
Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.19 gr/cm3																																	
ABSORCION																																			
B =	800.00	B-A = 44.10																																	
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.83 %																																	
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00																															
1"	0.00	0.00	0.00	100.00																															
3/4"	65.40	1.98	1.98	98.02																															
1/2"	1424.60	43.17	45.15	54.85																															
3/8"	1124.20	34.07	79.22	20.78																															
1/4"	0	0.00	79.22	20.78																															
N°4	640.80	19.42	98.64	1.36																															
FONDO	45.00	1.36	100.00	0.00																															
SUMA	3300	100.00																																	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																																			

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Mario Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FILIAL EN PUNO
Dr. Ing. Angel Leonel Gonzalez Guerra
REGISTRO CIP Nº 5778
COORDINADOR ACADÉMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021
SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
MATERIAL : 50% AGREGADO RECICLADO X 50% AGREGADO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)
UBICACIÓN : PUNO
CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO
FECHA : 18 DE MAYO

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																														
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>- Peso de muestra secada al horno</td><td style="text-align: right;">474.70</td> </tr> <tr> <td>B</td><td>- Peso de muestra saturada seca (SSS)</td><td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td><td>- Peso del picnómetro con agua</td><td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W</td><td>- Peso del Pic. + muestra + agua</td><td style="text-align: right;">1607.10</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td><td>1813.10</td><td>Wc-B-W = 206</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td><td>$\frac{B}{Wc-B-W}$</td><td>= 2.43 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td><td>500.00</td><td>B-A = 25.30</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td><td>$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td><td>= 5.33 %</td> </tr> </table>	A	- Peso de muestra secada al horno	474.70	B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10	W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10	PESO ESPECIFICO			Wc+B =	1813.10	Wc-B-W = 206	Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.43 gr/cm3	ABSORCION			B =	500.00	B-A = 25.30	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 5.33 %
A	- Peso de muestra secada al horno	474.70																																	
B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00																																	
Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10																																	
W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10																																	
PESO ESPECIFICO																																			
Wc+B =	1813.10	Wc-B-W = 206																																	
Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.43 gr/cm3																																	
ABSORCION																																			
B =	500.00	B-A = 25.30																																	
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 5.33 %																																	
N°4	0	0.00	0.00	100.00																															
N°8	136.82	27.36	27.36	72.64																															
N°16	99.92	19.98	47.35	52.65																															
N°30	46.71	9.34	56.69	43.31																															
N°50	128.18	25.64	82.33	17.67																															
N°100	54.51	10.90	93.23	6.77																															
N°200	17.08	3.42	96.64	3.36																															
FONDO	16.78	3.36	100.00	0.00																															
SUMA	500	100.00																																	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																																			
Mf = MODULO DE FINEZA 3.07																																			

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																														
2"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>A</td><td>- Peso de muestra secada al horno</td><td style="text-align: right;">734.10</td> </tr> <tr> <td>B</td><td>- Peso de muestra saturada seca (SSS)</td><td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc</td><td>- Peso del picnómetro con agua</td><td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W</td><td>- Peso del Pic. + muestra + agua</td><td style="text-align: right;">1712.20</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td><td>2113.10</td><td>Wc-B-W = 401</td> </tr> <tr> <td>Pe =</td><td>$\frac{B}{Wc-B-W}$</td><td>= 2.00 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td><td>800.00</td><td>B-A = 65.90</td> </tr> <tr> <td>Abs =</td><td>$\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td><td>= 8.98 %</td> </tr> </table>	A	- Peso de muestra secada al horno	734.10	B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10	W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1712.20	PESO ESPECIFICO			Wc+B =	2113.10	Wc-B-W = 401	Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.00 gr/cm3	ABSORCION			B =	800.00	B-A = 65.90	Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 8.98 %
A	- Peso de muestra secada al horno	734.10																																	
B	- Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00																																	
Wc	- Peso del picnómetro con agua	1313.10																																	
W	- Peso del Pic. + muestra + agua	1712.20																																	
PESO ESPECIFICO																																			
Wc+B =	2113.10	Wc-B-W = 401																																	
Pe =	$\frac{B}{Wc-B-W}$	= 2.00 gr/cm3																																	
ABSORCION																																			
B =	800.00	B-A = 65.90																																	
Abs =	$\frac{(B-A) \times 100}{A}$	= 8.98 %																																	
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00																															
1"	0.00	0.00	0.00	100.00																															
3/4"	196.80	5.96	5.96	94.04																															
1/2"	1261.90	38.24	44.20	55.80																															
3/8"	1016.80	30.81	75.02	24.98																															
1/4"	0	0.00	75.02	24.98																															
N°4	784.40	23.77	98.78	1.22																															
FONDO	40.10	1.22	100.00	0.00																															
SUMA	3300	100.00																																	
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																																			

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FILIAL PUNO
Dr. Ing. Abelardo Chacabill Gavira
REGISTRO CIP Nº 57706
COORDINADOR ACADÉMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'C=210KG/CM2, PUNO, 2021
SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
MATERIAL : 100% AGREGADO RECICLADO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)
UBICACIÓN : PUNO
CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO
FECHA : 18 DE MAYO

ANÁLISIS MECÁNICO Y PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

ARENA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																								
3/8"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A - Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">474.70</td> </tr> <tr> <td>B - Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>Wc - Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W - Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1607.10</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td style="text-align: right;">1813.10</td> </tr> <tr> <td>Wc-B-W =</td> <td style="text-align: right;">206</td> </tr> <tr> <td>Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$ =</td> <td style="text-align: right;">2.43 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td style="text-align: right;">500.00</td> </tr> <tr> <td>B-A =</td> <td style="text-align: right;">25.30</td> </tr> <tr> <td>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td style="text-align: right;">5.33 %</td> </tr> </table>	A - Peso de muestra secada al horno	474.70	B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00	Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10	W - Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10	PESO ESPECIFICO		Wc+B =	1813.10	Wc-B-W =	206	Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$ =	2.43 gr/cm3	ABSORCION		B =	500.00	B-A =	25.30	Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.33 %
A - Peso de muestra secada al horno	474.70																												
B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	500.00																												
Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10																												
W - Peso del Pic. + muestra + agua	1607.10																												
PESO ESPECIFICO																													
Wc+B =	1813.10																												
Wc-B-W =	206																												
Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$ =	2.43 gr/cm3																												
ABSORCION																													
B =	500.00																												
B-A =	25.30																												
Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	5.33 %																												
N°4	0	0.00	0.00	100.00																									
N°8	136.82	27.36	27.36	72.64																									
N°16	99.92	19.98	47.35	52.65																									
N°30	46.71	9.34	56.69	43.31																									
N°50	128.18	25.64	82.33	17.67																									
N°100	54.51	10.90	93.23	6.77																									
N°200	17.08	3.42	96.64	3.36																									
FONDO	16.78	3.36	100.00	0.00																									
SUMA	500	100.00																											
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																													
Mf = MODULO DE FINEZA 3.07																													

GRAVA

Malla	Peso Retenido	% Retenido	% Ret. Acumulado	% Pasa	Peso Especifico y Absorción Método de Picnómetro																								
2"	0	0.00	0.00	100.00	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">A - Peso de muestra secada al horno</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">708.32</td> </tr> <tr> <td>B - Peso de muestra saturada seca (SSS)</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>Wc - Peso del picnómetro con agua</td> <td style="text-align: right;">1313.10</td> </tr> <tr> <td>W - Peso del Pic. + muestra + agua</td> <td style="text-align: right;">1681.10</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">PESO ESPECIFICO</td> </tr> <tr> <td>Wc+B =</td> <td style="text-align: right;">2113.10</td> </tr> <tr> <td>Wc-B-W =</td> <td style="text-align: right;">432</td> </tr> <tr> <td>Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$ =</td> <td style="text-align: right;">1.85 gr/cm3</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">ABSORCION</td> </tr> <tr> <td>B =</td> <td style="text-align: right;">800.00</td> </tr> <tr> <td>B-A =</td> <td style="text-align: right;">91.68</td> </tr> <tr> <td>Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$</td> <td style="text-align: right;">12.94 %</td> </tr> </table>	A - Peso de muestra secada al horno	708.32	B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00	Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10	W - Peso del Pic. + muestra + agua	1681.10	PESO ESPECIFICO		Wc+B =	2113.10	Wc-B-W =	432	Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$ =	1.85 gr/cm3	ABSORCION		B =	800.00	B-A =	91.68	Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	12.94 %
A - Peso de muestra secada al horno	708.32																												
B - Peso de muestra saturada seca (SSS)	800.00																												
Wc - Peso del picnómetro con agua	1313.10																												
W - Peso del Pic. + muestra + agua	1681.10																												
PESO ESPECIFICO																													
Wc+B =	2113.10																												
Wc-B-W =	432																												
Pe = $\frac{B}{Wc-B-W}$ =	1.85 gr/cm3																												
ABSORCION																													
B =	800.00																												
B-A =	91.68																												
Abs = $\frac{(B-A) \times 100}{A}$	12.94 %																												
1 1/2"	0	0.00	0.00	100.00																									
1"	0	0.00	0.00	100.00																									
3/4"	146.20	4.18	4.18	95.82																									
1/2"	1324.80	37.85	42.03	57.97																									
3/8"	1224.70	34.99	77.02	22.98																									
1/4"	0	0.00	77.02	22.98																									
N°4	762.80	21.79	98.81	1.19																									
FONDO	41.50	1.19	100.00	0.00																									
SUMA	3500	100.00																											
Observaciones sobre el Análisis Granulométrico																													

OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN LABORATORIO POR EL SOLICITANTE

Mario Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FILIAL PUNO
Dr. Ing. Angel Gabriel Olazabal Guerra
REGISTRO CIP Nº 97768
COORDINADOR ACADÉMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg. / cm.²

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'c=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

MATERIAL : MATERIAL GRUESO CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

PROCESO DE DISEÑO

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 294 Kg/cm² a los 28 días
entonces la resistencia promedio F'cr = 294 Kg./cm.²

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

Desde 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

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	AGREGADO GRUESO (GRAVA)	AGREGADO FINO (ARENA)
P.e. de Sólidos		
P.e. SSS	2.48	2.43
P.e. Bulk		
P.U. Varillado	1685	1646
P.U. Suelto	1554	1462
% de Absorción	3.76	5.33
% de Humedad Natural	1.93	5.87
Modulo de Finaza	-	3.07

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (75.2mm A 101.6mm)
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal **3/4"** (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
5. Como se prevé 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 ítems 3 y 4 el requerimiento de cemento será de
(205 Lt/m³) / (0.56) = 367 Kg/cm³

Ing. Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
Dr. Ing. Angel Leon
REGISTRO CIP Nº 57763
COORDINADOR ACADÉMICO

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.07 el peso específico unitario del agregado grueso varillado compactado de 1685 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05 mm) se recomienda el uso de **0.593** m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

$$(0.593) * (1685) = 999 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 * 1000) = 0.127 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (999) / (2.48 * 1000) = 0.402 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (1000) = 0.002 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.755 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de } = (1.000 - 0.755) = 0.245 \text{ m}^3.$$

$$(0.245) * (2.43) * 1000 = 595 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo} &= (999) * (1.0193) = 1018 \text{ Kg} \\ \text{Agregado Fino húmedo} &= (595) * (1.0587) = 630 \text{ Kg} \end{aligned}$$

10. El agua de aborción no forma parte del agua de mezcla y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 999 * \left(\frac{1.93 - 3.76}{100} \right) - 595 * \left(\frac{5.87 - 5.33}{100} \right) = 220$$

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³)	PROPORCION EN PESO HUMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.56	220	0.60
Agreg. Grueso	999	2.72	1018	2.77
Agre. Fino	595	1.62	630	1.72
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado fino húmedo	:	72.96 Kg
Agregado grueso húmedo	:	117.89 Kg
Agua efectiva	:	25.48 Kg



DOSIFICACION POR TANDAS

Para mezcladora de 9 pies³

1.0 Bolsa de Cemento

- 1.72 p3 de Arena
- 2.78 p3 de Grava
- 25 Lt de Agua

Redondeo

- 1.7 p3 de Arena
- 2.8 p3 de Grava
- 25 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 P

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

OBSERVACIONES

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



DISEÑO DE MEZCLA F'c = 210 Kg. / cm.²

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'c=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

MATERIAL : MATERIAL GRUESO 25% RECICLADO X 75% CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

PROCESO DE DISEÑO

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión F'c = 294 Kg/cm² a los 28 dias
entonces la resistencia promedio F'cr = 294 Kg./cm.²

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

Desde el uso del agregado grueso se utilizará el unico agregado de calidad satisfactoria
y economicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduacion 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	2.19	2.43
P.e. Bulk		
P.U. Varillado	1476	1646
P.U. Suelto	1336	1462
% de Absorción	5.83	5.33
% de Humedad Natural	2.80	5.87
Modulo de Finaza	-	3.07

Los cálculos aparecerán unicamente en forma esquemática

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (75.2mm A 101.6mm)
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal **3/4"** (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
5. Como se prevé 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 Lt/m³) / (0.56) = 367 Kg/cm³

Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PUNO, PERU
Dr. Ing. Angel Gabriel Guerra
REGISTRO Nº 5775
COORDINADOR ACADÉMICO

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.07 el peso específico unitario del agregado grueso varillado compactado de 1476 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05 mm) se recomienda el uso de **0.593** m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

$$(0.593) * (1476) = 875 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 * 1000) = 0.127 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (875) / (2.19 * 1000) = 0.400 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (1000) = 0.002 \\ \text{Volumen sub total} &= 0.752 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de } = (1.000 - 0.752) = 0.248 \text{ m}^3.$$

$$(0.248) * (2.43) * 1000 = 601 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo } (875) * (1.0280) &= 899 \text{ Kg} \\ \text{Agregado Fino húmedo } (601) * (1.0587) &= 637 \text{ Kg} \end{aligned}$$

10. El agua de aborción no forma parte del agua de mezcla y debe excluirse y ajustarse por adición de agua. De esta manera la cantidad de agua efectiva es:

$$205 - 875 * \left(\frac{2.80 - 5.83}{100} \right) - 601 * \left(\frac{5.87 - 5.33}{100} \right) = 228$$

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.56	228	0.62
Agreg. Grueso	875	2.38	899	2.45
Agre. Fino	601	1.64	637	1.74
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado fino húmedo	:	73.77 Kg
Agregado grueso húmedo	:	104.11 Kg
Agua efectiva	:	26.40 Kg

 *Marino Medina Mamani*


UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ MARTÍ
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
FILIAL CUBA
Dr. Ing. Anselmo Ojeda Cuervo
REGISTRO CIP Nº 57768
COORDINADOR ACADÉMICO

DOSIFICACION POR TANDAS

Para mezcladora de 9 pies³

				Redondeo
	1.0	Bolsa	de Cemento	
-	1.74	p3	de Arena	1.7 p3 de Arena
-	2.81	p3	de Grava	2.8 p3 de Grava
-	26	Lt	de Agua	26 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

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

* 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



UNIVERSIDAD ANCHO NESTOR CASTRO DE ASQUEZ
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FILIAL Tarma
Dr. Ing. Antonio Manuel Olacinto Guerra
REGISTRO CIP Nº 57768
COORDINADOR ACADEMICO



UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



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

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'c=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

MATERIAL : MATERIAL GRUESO 50% RECICLADO X 50% CUTIMBO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

PROCESO DE DISEÑO

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c = 294 \text{ Kg/cm}^2$ 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.).

Desde 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	2.00	2.43
P.e. Bulk		
P.U. Varillado	1335	1646
P.U. Suelto	1241	1462
% de Absorción	8.98	5.33
% de Humedad Natural	5.15	5.87
Modulo de Finaza	-	3.07

Los cálculos aparecerán únicamente en forma esquemática

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (75.2mm A 101.6mm)
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal **3/4"** (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo se considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
5. Como se prevé 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 Lt/m^3) / (0.56) = 367 Kg/cm^3

Ing. Medina Mamani

UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
Dr. Ing. Angel Gabriel Guerra
REGISTRO CIP Nº 57763
COORDINADOR ACADÉMICO

7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.07 el peso específico unitario del agregado grueso varillado compactado de 1335 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05 mm) se recomienda el uso de **0.593** m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

$$(0.593) * (1335) = 791 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 * 1000) = 0.127 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (791) / (2.00 * 1000) = 0.397 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (1000) = \underline{0.020} \\ \text{Volumen sub total} &= \underline{0.749} \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de } = (1.000 - 0.749) = 0.251 \text{ m}^3.$$

$$(0.251) * (2.43) * 1000 = 609 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo } (791) * (1.0515) &= 832 \text{ Kg} \\ \text{Agregado Fino húmedo } (609) * (1.0587) &= 645 \text{ Kg} \end{aligned}$$

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

$$205 - 832 * \left(\frac{5.15 - 8.98}{100} \right) - 609 * \left(\frac{5.87 - 5.33}{100} \right) = 232$$

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO SECO	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN PESO HUMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.56	232	0.63
Agreg. Grueso	832	2.27	832	2.27
Agreg. Fino	644	1.75	645	1.76
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado fino húmedo	:	74.69 Kg
Agregado grueso húmedo	:	96.35 Kg
Agua efectiva	:	26.87 Kg



DOSIFICACION POR TANDAS

Para mezcladora de 9 pies³
1.0 Bolsa de Cemento

Redondeo

- 1.76 p3 de Arena
- 2.91 p3 de Grava
- 27 Lt de Agua

- 1.7 p3 de Arena
- 2.9 p3 de Grava
- 27 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arc como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION P
* 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



7. De acuerdo al módulo de fineza del agregado fino = 3.07 el peso específico unitario del agregado grueso varillado compactado de 1229 Kg/m³ y un agregado grueso con tamaño máximo nominal de 3/4" (19.05 mm) se recomienda el uso de **0.593** m³ de agregado grueso por m³ de concreto.

$$(0.593) * (1229) = 729 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volumen absoluto de agua} &= (205) / (1000) = 0.205 \\ \text{Volumen absoluto de cemento} &= (367) / (2.88 * 1000) = 0.127 \\ \text{Volumen absoluto de agregado grueso} &= (729) / (2.00 * 1000) = 0.394 \\ \text{Volumen de aire atrapado} &= (2.0) / (1000) = \underline{0.020} \\ \text{Volumen sub total} &= 0.746 \end{aligned}$$

Volumen absoluto de arena

$$\text{Por tanto el peso requerido de arena seca será de } = (1.000 - 0.746) = 0.254 \text{ m}^3.$$

$$(0.254) * (2.43) * 1000 = 616 \text{ Kg/m}^3$$

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

$$\begin{aligned} \text{Agregado grueso húmedo } (729) * (1.0835) &= 790 \text{ Kg} \\ \text{Agregado Fino húmedo } (616) * (1.0587) &= 652 \text{ Kg} \end{aligned}$$

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

$$205 - 790 * \left(\frac{8.35 - 12.94}{100} \right) - 652 * \left(\frac{5.87 - 5.33}{100} \right) = 235$$

DOSIFICACION

AGREGADO	DOSIFICACION EN PESO SECO (Kg/m ³)	PROPORCION EN VOLUMEN	DOSIFICACION EN PESO HUMEDO (Kg/m ³)	PROPORCION EN PESO HUMEDO
Cemento	367	1.00	367	1.00
Agua	205	0.56	235	0.64
Agreg. Grueso	729	1.99	790	2.15
Agreg. Fino	616	1.68	652	1.78
Aire	2.0 %		2.0 %	

8.64 BOLSAS / m³ DE CEMENTO

DOSIFICACIÓN POR PESO:

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado fino húmedo	:	75.50 Kg
Agregado grueso húmedo	:	91.48 Kg
Agua efectiva	:	27.21 Kg





UNIVERSIDAD ANDINA "NESTOR CACERES VELASQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS



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

PROYECTO : PRODUCCIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS, PARA SU USO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO
F'c=210KG/CM2, PUNO, 2021

SOLICITANTE : BACH. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACH. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

MATERIAL : MATERIAL GRUESO 100% RECICLADO - (ARENA CANTERA CUTIMBO)

UBICACIÓN : PUNO

CANTERA : MATERIAL RECICLADO - ARENA CANTERA CUTIMBO

FECHA : 18 DE MAYO

PROCESO DE DISEÑO

NORMAS: ACI 211.1.74
ACI 211.1.81

El requerimiento promedio de resistencia a la compresión $F'c$ = 294 Kg/cm² a los 28 dias
entonces la resistencia promedio $F'cr$ = 294 Kg./cm.2

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

Desde el uso del agregado grueso se utilizará el unico agregado de calidad satisfactoria y economicamente disponible, el cual cumple con las especificaciones. Cuya graduacion 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	1.85	2.43
P.e. Bulk		
P.U. Varillado	1229	1646
P.U. Suelto	1080	1462
% de Absorción	12.94	5.33
% de Humedad Natural	8.35	5.87
Modulo de Finaza	-	3.07

Los cálculos aparecerán unicamente en forma esquemática

1. El asentamiento dado es de 3" a 4" (75.2mm A 101.6mm)
2. Se usará el agregado disponible en la localidad, el cual posee un diámetro nominal 3/4" (19.05mm)
3. Puesto que no se utilizará incorporador de aire, pero la estructura estará expuesta a
4. Como el concreto estará sometido a intemperismo severo sse considera un contenido de aire atrapado de: **2.0 %**
5. Como se prevé 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 Lt/m³) / (0.56) = 367 Kg/cm³



DOSIFICIACIÓN POR TANDAS

Para mezcladora de 9 pies³

				Redondeo
-	1.78	p3	de Arena	1.8 p3 de Arena
-	2.93	p3	de Grava	2.9 p3 de Grava
-	27	Lt	de Agua	27 Lt de Agua

RECOMENDACIONES

Debido a las características de los agregados, se recomienda que la dosificación tanto de la arc como de la grava se realice en forma separada, tal como se indica en el ítem DOSIFICACION P
* Se deberá de hacer las correcciones del W% del A.F. y A.G.

OBSERVACIONES

* LAS MUESTRAS FUERON PUESTAS EN EL LABORATORIO POR EL SOLICITANTE



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
LABORATORIO DE CEMENTOS
Hernando Medina Mamani



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
FILIAL IDZUZU
Dr. Ing. Angel Antonio Guzmán Guerra
REGISTRO C.P. N° 57768
COORDINADOR ACADÉMICO



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO FC 210 Kg/Cm2-PUNO 2021
SOLICITANTE : BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPES
UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	FC	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm2	Kg/cm2	Kg/cm2	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30	24920.00	14.90	174.37	142.91	210	21/05/2021	28/05/2021	7	68.05%
	25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30	24800.00	15.00	176.71	140.34	210	21/05/2021	28/05/2021	7	66.83%
	25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.2	24850.00	14.98	176.24	141.00	210	21/05/2021	28/05/2021	7	67.14%
	25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30	25050.00	14.93	175.07	143.09	210	21/05/2021	28/05/2021	7	68.14%
	25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.1	24880.00	15.01	176.95	140.60	210	21/05/2021	28/05/2021	7	66.95%
	25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.06	27950.00	15.02	177.19	157.74	210	21/05/2021	28/05/2021	7	75.11%
	AGREGADO NATURAL									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30	28700.00	14.90	174.37	164.59	210	21/05/2021	28/05/2021	7	78.38%
	AGREGADO NATURAL									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.12	28290.00	15.00	176.71	160.09	210	21/05/2021	28/05/2021	7	76.23%
	AGREGADO NATURAL									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.08	27910.00	15.00	176.71	157.94	210	21/05/2021	28/05/2021	7	75.21%
	AGREGADO NATURAL									
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30	28020.00	15.01	176.95	158.35	210	21/05/2021	28/05/2021	7	75.40%
	AGREGADO NATURAL									

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESISTAS


Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIF 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO

: TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES
PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO FC 210 Kg/Cm²-PUNO 2021

SOLICITANTE

: BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

UBICACIÓN

: PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA

: 28 DE MAYO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VAGIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30 100 % RECICLADO	20750.00	14.96	175.77	118.05	210	21/05/2021	28/05/2021	7	56.22%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.01 x 30 100 % RECICLADO	20650.00	15.01	176.95	116.70	210	21/05/2021	28/05/2021	7	55.57%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 302 100 % RECICLADO	20860.00	14.99	176.48	118.20	210	21/05/2021	28/05/2021	7	56.29%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30 100 % RECICLADO	20200.00	14.93	175.07	115.38	210	21/05/2021	28/05/2021	7	54.94%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.1 100 % RECICLADO	20750.00	14.90	174.37	119.00	210	21/05/2021	28/05/2021	7	56.67%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.90 x 30 50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	22300.00	15.02	177.19	125.85	210	21/05/2021	28/05/2021	7	59.93%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30 50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	24920.00	14.90	174.37	142.91	210	21/05/2021	28/05/2021	7	68.05%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30 50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	24800.00	15.00	176.71	140.34	210	21/05/2021	28/05/2021	7	66.83%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30 50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	25100.00	15.00	176.71	142.04	210	21/05/2021	28/05/2021	7	67.64%
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30 50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	24860.00	15.01	176.95	140.49	210	21/05/2021	28/05/2021	7	66.90%

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESISISTAS


Elizabeth Copca Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



TRIPLE GEO S.I.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES
PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO FC 210 Kg/Cm²-PUNO 2021
SOLICITANTE : BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
FECHA : 18 DE JUNIO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'c	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.12 25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA	33600.00	14.90	174.37	192.69	210	21/05/2021	18/06/2021	28	91.76%
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30 25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA	32980.00	15.00	176.71	186.63	210	21/05/2021	18/06/2021	28	88.87%
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.1 x 30.05 25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA	33490.00	14.98	176.24	190.02	210	21/05/2021	18/06/2021	28	90.49%
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30 25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA	33960.00	14.93	175.07	193.98	210	21/05/2021	18/06/2021	28	92.37%
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.0 x 30.09 25 % MATER. RECICLADO Y 75 % CANTERA	33780.00	15.01	176.95	190.90	210	21/05/2021	18/06/2021	28	90.91%
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.00 AGREGADO NATURAL	40880.00	15.00	176.71	231.34	210	21/05/2021	18/06/2021	28	110.16%
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.04 AGREGADO NATURAL	41130.00	14.92	174.83	235.26	210	21/05/2021	18/06/2021	28	112.03%
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.06 AGREGADO NATURAL	41750.00	15.00	176.71	236.26	210	21/05/2021	18/06/2021	28	112.51%
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.04 AGREGADO NATURAL	40970.00	15.04	177.66	230.61	210	21/05/2021	18/06/2021	28	109.81%
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.02 AGREGADO NATURAL	41360.00	15.01	176.95	233.74	210	21/05/2021	18/06/2021	28	111.30%

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESISTAS


Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

PRUEBA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

NTP 339.034

PROYECTO : TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES
PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO FC 210 Kg/Cm²-PUNO 2021
SOLICITANTE : BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
FECHA : 18 DE JUNIO DEL 2021

N°	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	CARGA	Ø	AREA	ESF. ROTURA	F'C	FECHA	FECHA	EDAD	%
		Kg	cm	cm ²	Kg/cm ²	Kg/cm ²	VACIADO	ROTURA	DIAS	
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.1	28940.00	14.92	174.83	165.53	210	21/05/2021	18/06/2021	28	78.82%
	100 % RECICLADO									
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.1 x 30.08	28100.00	15.01	176.95	158.80	210	21/05/2021	18/06/2021	28	75.62%
	100 % RECICLADO									
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.15	28670.00	14.96	175.77	163.11	210	21/05/2021	18/06/2021	28	77.67%
	100 % RECICLADO									
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.05	29050.00	14.96	175.77	165.27	210	21/05/2021	18/06/2021	28	78.70%
	100 % RECICLADO									
5	BRIQUETA DE PRUEBA 14.9 x 30.13	29100.00	14.90	174.37	166.89	210	21/05/2021	18/06/2021	28	79.47%
	100 % RECICLADO									
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.98 x 30.07	31010.00	15.02	177.19	175.01	210	21/05/2021	18/06/2021	28	83.34%
	50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA									
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.11	31820.00	14.90	174.37	182.49	210	21/05/2021	18/06/2021	28	86.90%
	50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA									
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.14	31550.00	15.00	176.71	178.54	210	21/05/2021	18/06/2021	28	85.02%
	50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA									
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.08 x 30.10	31290.00	15.00	176.71	177.07	210	21/05/2021	18/06/2021	28	84.32%
	50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA									
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.08	31750.00	15.01	176.95	179.43	210	21/05/2021	18/06/2021	28	85.44%
	50 % DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA									

NOTA : LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESISTAS



Elizabeth Ccoya Gordillo
Elizabeth Ccoya Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS RESULTADOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO F'c 210 kg/cm² - PUNO 2021

SOLICITANTE : BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	N/mm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.02 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE	14.98	30.02	11920.0	16.87	1.65	21/05/2021	28/05/2021	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.04 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE	14.99	30.04	11570.0	16.36	1.60	21/05/2021	28/05/2021	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.78 x 30.06 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE CANTERA	14.78	30.06	11700.0	16.76	1.64	21/05/2021	28/05/2021	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.13 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE CANTERA	14.98	30.13	11820.0	16.67	1.63	21/05/2021	28/05/2021	7
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.09cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE CANTERA	15.09	30.09	11500.0	16.12	1.58	21/05/2021	28/05/2021	7
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.03 x 30.00 cm AGREGADO NATURAL	15.03	30.00	12960.0	18.30	1.79	21/05/2021	28/05/2021	7
7	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.06 cm AGREGADO NATURAL	14.90	30.06	13580.0	19.30	1.89	21/05/2021	28/05/2021	7
8	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.10 cm AGREGADO NATURAL	14.99	30.10	13900.0	19.61	1.92	21/05/2021	28/05/2021	7
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.05 cm AGREGADO NATURAL	14.98	30.05	14020.0	19.83	1.94	21/05/2021	28/05/2021	7
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.10 cm AGREGADO NATURAL	15.00	30.10	13980.0	19.71	1.93	21/05/2021	28/05/2021	7

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESISITAS




Elizabeth Ccápa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP:121350

LOS ENSAYOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

**TRIPLE GEO**

S.R.L.

Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

Geología - Geofísica - Geotecnia

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO F'c 210 kg/cm² - PUNO 2021

SOLICITANTE : BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA : 28 DE MAYO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	N/mm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.10 cm 100 % RECICLADO	14.98	30.10	9710.0	13.71	1.34	21/05/2021	28/05/2021	7
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.92 x 30.10 cm 100 % RECICLADO	14.92	30.06	10050.0	14.27	1.40	21/05/2021	28/05/2021	7
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.00 cm 100 % RECICLADO	14.98	30.00	9980.0	14.14	1.39	21/05/2021	28/05/2021	7
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.04 cm 100 % RECICLADO	15.02	30.40	9850.0	13.73	1.35	21/05/2021	28/05/2021	7
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.09cm 100 % RECICLADO	15.04	30.09	9900.0	13.93	1.37	21/05/2021	28/05/2021	7
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.94 x 30.05 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	14.94	30.05	10820.0	15.34	1.50	21/05/2021	28/05/2021	7
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.00 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	15.10	30.00	10760.0	15.12	1.48	21/05/2021	28/05/2021	7
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.10 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	15.00	30.10	10690.0	15.07	1.48	21/05/2021	28/05/2021	7
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.90 x 30.05 cm 50% MATER.RECICLADO Y 50% DE CANTERA	14.90	30.05	10930.0	15.54	1.52	21/05/2021	28/05/2021	7
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.08 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	14.96	30.08	10200.0	14.43	1.42	21/05/2021	28/05/2021	7

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESTISTAS



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP. 121350



LOS ENSAYOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO F' C 210 kg/cm² - PUNO 2021
SOLICITANTE : BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE
UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO
FECHA : 18 DE JUNIO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	N/mm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.02 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE	15.00	30.12	15870.0	22.36	2.19	21/05/2021	18/06/2021	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA 15.07 x 30.04 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE	15.07	30.09	16300.0	22.88	2.24	21/05/2021	18/06/2021	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA 14.96 x 30.06 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE CANTERA	14.96	30.14	14950.0	21.11	2.07	21/05/2021	18/06/2021	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.13 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE CANTERA	14.99	30.10	16600.0	23.42	2.30	21/05/2021	18/06/2021	28
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.16 x 30.09 cm 25 % MATER.RECICLADO Y 75 % DE CANTERA	15.16	30.18	15990.0	22.25	2.18	21/05/2021	18/06/2021	28
6	BRIQUETA DE PRUEBA 14.99 x 30.00 cm AGREGADO NATURAL	14.99	30.09	17850.0	25.19	2.47	21/05/2021	18/06/2021	28
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.06 cm AGREGADO NATURAL	15.06	30.12	18020.0	25.29	2.48	21/05/2021	18/06/2021	28
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.10 x 30.10 cm AGREGADO NATURAL	15.10	30.08	17550.0	24.60	2.41	21/05/2021	18/06/2021	28
9	BRIQUETA DE PRUEBA 15.04 x 30.05 cm AGREGADO NATURAL	15.04	30.04	16900.0	23.81	2.34	21/05/2021	18/06/2021	28
10	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.10 cm AGREGADO NATURAL	15.02	30.08	17430.0	24.56	2.41	21/05/2021	18/06/2021	28

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESTISTAS



Elizabeth Coopa Gordillo
Elizabeth Coopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS ENSAYOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO



TRIPLE GEO S.R.L.
Calidad y Experiencia

LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO
Geología - Geofísica - Geotecnia

RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA (ENSAYO BRASILEÑO)

NTP 339.084 / ASTM C 496

PROYECTO : TRATAMIENTO Y OBTENCIÓN DE CONCRETO RECICLADO PROVENIENTE DE DEMOLICIONES PARA LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO F' C 210 kg/cm² - PUNO 2021

SOLICITANTE : BACHILLER. JOSE LUIS QUENTA MUCHO - BACHILLER. CHRISTIAN ALEXIS UTURUNCO QUISPE

UBICACIÓN : PROVINCIA DE PUNO - DEPARTAMENTO DE PUNO

FECHA : 18 DE JUNIO DEL 2021

Nº	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	Ø	LONGITUD	CARGA	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	RESISTENCIA TRACCIÓN INDIRECTA σ_t	FECHA	FECHA	EDAD
		cm.	cm.	kg.	Kg/cm ²	N/mm ²	VACIADO	ROTURA	DÍAS
1	BRIQUETA DE PRUEBA 14.72 x 30.12 cm 100 % RECICLADO	14.72	30.12	12320.0	17.69	1.73	21/05/2021	18/06/2021	28
2	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.13 cm 100 % RECICLADO	14.98	30.13	13400.0	18.90	1.85	21/05/2021	18/06/2021	28
3	BRIQUETA DE PRUEBA 15.00 x 30.03 cm 100 % RECICLADO	15.00	30.03	13050.0	18.44	1.81	21/05/2021	18/06/2021	28
4	BRIQUETA DE PRUEBA 15.13 x 30.04 cm 100 % RECICLADO	15.13	30.04	12800.0	17.93	1.76	21/05/2021	18/06/2021	28
5	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.09cm 100 % RECICLADO	15.09	30.09	13820.0	19.38	1.90	21/05/2021	18/06/2021	28
6	BRIQUETA DE PRUEBA 15.02 x 30.11 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	15.02	30.11	14110.0	19.86	1.95	21/05/2021	18/06/2021	28
7	BRIQUETA DE PRUEBA 15.09 x 30.08 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	15.09	30.08	14030.0	19.68	1.93	21/05/2021	18/06/2021	28
8	BRIQUETA DE PRUEBA 15.06 x 30.16 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	15.06	30.16	14960.0	20.97	2.06	21/05/2021	18/06/2021	28
9	BRIQUETA DE PRUEBA 14.98 x 30.11 cm 50% MATER.RECICLADO Y 50% DE CANTERA	14.98	30.11	15070.0	21.27	2.09	21/05/2021	18/06/2021	28
10	BRIQUETA DE PRUEBA 14.97 x 30.15 cm 50% DE MATER.RECICLADO Y 50% CANTERA	14.97	30.15	14890.0	21.00	2.06	21/05/2021	18/06/2021	28

OBSERVACIONES:

* LAS MUESTRAS FUERON MOLDEADAS Y ETIQUETADAS EN EL LABORATORIO POR LOS TESISTAS



Elizabeth Ccopa Gordillo
Elizabeth Ccopa Gordillo
INGENIERO GEÓLOGO
CIP 121350

LOS ENSAYOS SERAN VALIDOS SOLO CON EL SELLO SECO

ANEXO 4: CERTIFICADOS DE CALIBRACION



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS-MATERIALES-CONCRETOS-ASFALTO-ROCAS-FISICA-QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 006 - 2021

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	0145-2021
2. Solicitante	TRIPLE GEO EIRL
3. Dirección	LT. 14 MZ. G URB. VILLA DEL LAGO - PUNO PUNO PUNO
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO
Capacidad	120000 kgf
Marca	PERUTEST
Modelo	PC-120
Número de Serie	1080
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Indicación	DIGITAL
Marca	HIGH WEIGHT
Modelo	315-X5P
Número de Serie	1080
Resolución	10 kgf
Ubicación	NO INDICA
5. Fecha de Calibración	2021-01-23

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2021-01-23

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
ventas@perutest.com.pe
www.perutest.com.pe

Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo



PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTO - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 006 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Laboratorio de Fuerza de PERUTEST S.A.C.

Jr. La Madrid Mz. D Lt. 25 Urb. Los Olivos - San Martín De Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.9 °C	21.6 °C
Humedad Relativa	65 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	Celda de Carga Código: PF-001 Capacidad: 150,000 kg.f	INF-LE 002 - 20

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



☎ 913028621 - 913028622
913028623 - 913028624
✉ ventas@perutest.com.pe
🌐 www.perutest.com.pe

📍 Jr. La Madrid S/N Mz D lote 25 urb Los Olivos
San Martín de Porres - Lima
SUCURSAL: Sinchi Roca 1320-la Victoria - Chiclayo

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 006 - 2021

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	F_4 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	12000	12068	12068	12068	12068
20	24000	24117	24107	24082	24102
30	36000	36137	36127	36127	36131
40	48000	48183	48188	48183	48184
50	60000	60243	60238	60243	60242
60	72000	72279	72284	72294	72286
70	84000	84351	84356	84361	84356
80	96000	96387	96493	96478	96453
90	108000	108520	108515	108525	108520
100	120000	120577	120572	120577	120576
Retorno a Cero		100.0	100.0	120.0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud a (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa α (%)	
12000	-0.55	0.00	0.04	0.08	0.34
24000	-0.31	0.15	0.50	0.04	0.42
36000	-0.25	0.03	0.44	0.03	0.41
48000	-0.27	0.01	0.45	0.02	0.41
60000	-0.29	0.01	0.45	0.02	0.41
72000	-0.28	0.02	0.48	0.01	0.42
84000	-0.29	0.01	0.51	0.01	0.43
96000	-0.34	0.11	0.54	0.01	0.43
108000	-0.33	0.01	0.58	0.01	0.45
120000	-0.33	0.00	0.61	0.01	0.46

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) 0.10 %



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

ANEXO 5: PANEL FOTOGRAFICO



Fotografía 1. Material para muestra (demoliciones de viviendas)



Fotografía 2. Identificación de botaderos de residuos de construcción y demolición.



Fotografía 3. Residuos de construcción y demolición.



Fotografía 4. Selección y trituración primaria de elementos estructurales



Fotografía 5. Lavado y limpieza de bloques de concreto.



Fotografía 6. Trituración final, tamaño máximo $\frac{3}{4}$ "



Fotografía 7. Extracción de material natural, cantera Cutimbo.



Fotografía 8. Separación del agregado grueso reciclado del material fino, con malla N°4.



Fotografía 9. Mezclado de material natural y reciclado.



Fotografía 10. Análisis granulométrico por tamizado.



Fotografía 11. Peso retenido en cada tamiz.



Fotografía 12. Análisis granulométrico del agregado fino natural.



Fotografía 13. Consistencia del agregado fino.



Fotografía 14. Saturación de agregado fino



Fotografía 15. Saturación de agregado reciclado en combinación con agregado natural



Fotografía 16. Secado con un paño del material



Fotografía 17. Pesado de material para la obtención del peso específico, por el método del picnómetro.



Fotografía 18. Apisonado del material para la obtención del peso unitario varillado.



Fotografía 19. Vertido del material para la obtención del peso unitario suelto



Fotografía 20. Secado de la muestra en horno para la obtención del contenido de humedad.



Fotografía 21. Dimensión del molde para el ensayo de peso unitario del concreto



Fotografía 22. Preparación de la mezcla para la determinación del peso unitario



Fotografía 23. Vertido de concreto en molde y enrasado



Fotografía 24. Pesado de concreto con el molde para la determinación del peso unitario del concreto.



Fotografía 25. Extracción de agua exudada.



Fotografía 26. Peso del agua exudada y probeta.



Fotografía 27. Varillado del concreto para la obtención del asentamiento



Fotografía 28. Medición del revenimiento del concreto



Fotografía 29. SLUMP del concreto, dentro de los rangos de 3" a 4".



Fotografía 30. Preparación de los equipos para el vertido de concreto en las briquetas.



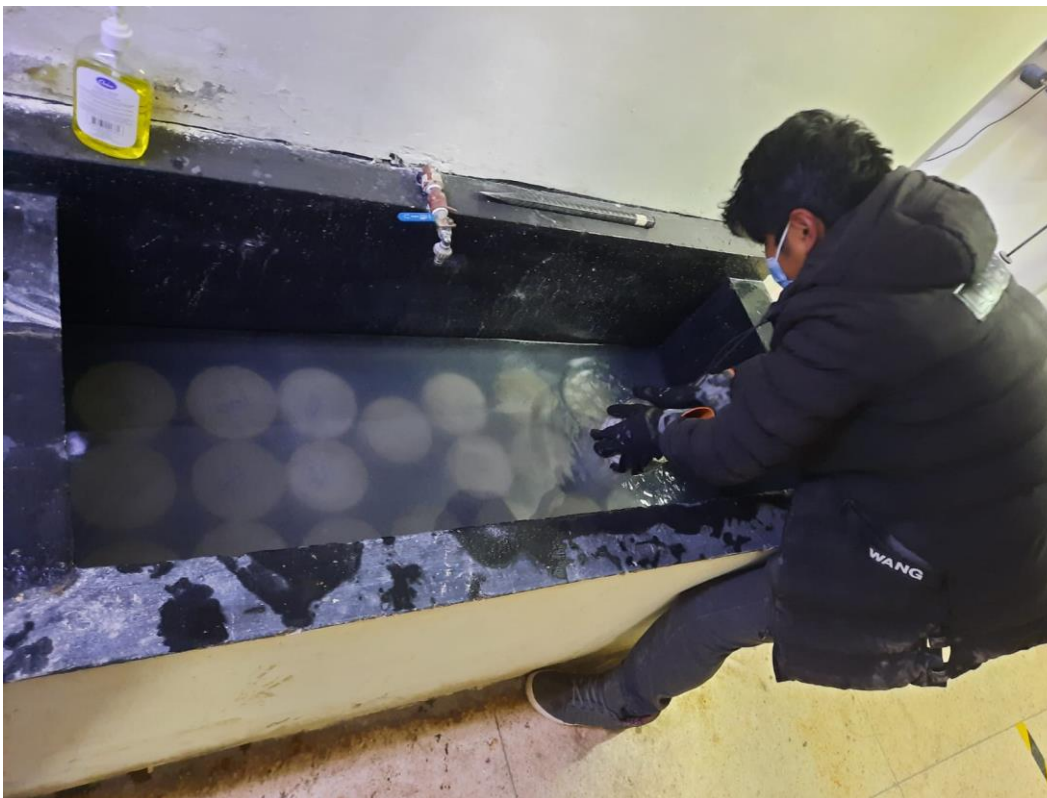
Fotografía 31. Mezclado de materiales con equipo mecánico



Fotografía 32. Vertido de concreto en briquetetas.



Fotografía 33. Desmolde de probetas de concreto



Fotografía 34. Curado de probetas de concreto



Fotografía 35. Extracción de las probetas para realizar su rotura.



Fotografía 36. Ensayo de resistencia a la compresión



Fotografía 37. Ensayo de resistencia a la tracción indirecta.