



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de materiales reciclados con residuos de construcción-
demolición en un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la contribución a la
sostenibilidad”

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

AUTORA:

Mateo Camargo, Brittany Alejandra ([ORCID: 0000-0003-2296-7418](#))

ASESOR:

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique ([ORCID: 0000-0002-0684-5114](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación a Dios por darme las fuerzas que he necesitado para poder cumplir mis objetivos en mi carrera profesional, a mi madre y mi abuela por apoyarme en cada etapa de mi vida, por cuidar de mí, por tener mucha paciencia y especialmente a mi abuelo por ser la inspiración en mi decisión de estudiar Ingeniería Civil.

Agradecimiento

Quiero dar agradecimiento a Dios por darme la fortaleza para poder cumplir mis objetivos en mi carrera profesional, a mi madre y mi abuela por el apoyo en todo momento, por su paciencia y su comprensión durante el trabajo, siendo fundamental para la culminación de este trabajo de investigación.

También doy las gracias a mi alma mater la Universidad César Vallejo, principalmente a mi asesor de tesis el Dr. Cancho Zúñiga Gerardo Enrique por sus críticas constructivas y apoyo absoluto, igualmente agradezco a los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil Lima Norte por el apoyo en mi formación profesional como próxima ingeniera civil.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos.....	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipos y diseño de investigación	15
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	18
3.5. Procedimientos	20
3.6. Métodos de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN	50
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Requisitos para tamizaje del agregado fino</i>	9
Tabla 2. <i>Requisitos para tamizaje del agregado grueso</i>	9
Tabla 3. <i>Volumen de agregado grueso compactado en seco</i>	11
Tabla 4. <i>Trabajabilidad de la mezcla según su asentamiento</i>	12
Tabla 5. <i>Cantidad de probetas para resistencia a la compresión</i>	18
Tabla 6. <i>Análisis granulométrico del agregado fino natural</i>	26
Tabla 7. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso natural</i>	27
Tabla 8. <i>Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado</i>	28
Tabla 9. <i>Peso unitario suelto del agregado fino natural</i>	29
Tabla 10. <i>Peso unitario compactado del agregado fino natural</i>	30
Tabla 11. <i>Peso unitario suelto del agregado grueso natural</i>	30
Tabla 12. <i>Peso unitario compactado del agregado grueso natural</i>	31
Tabla 13. <i>Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado</i>	31
Tabla 14. <i>Peso unitario compactado del agregado grueso reciclado</i>	32
Tabla 15. <i>Gravedad específica y absorción del agregado fino natural</i>	32
Tabla 16. <i>Gravedad específica y absorción del agregado grueso natural</i>	33
Tabla 17. <i>Gravedad específica y absorción del agregado grueso reciclado</i>	33
Tabla 18. <i>Contenido de humedad de agregado fino natural</i>	34
Tabla 19. <i>Contenido de humedad de agregado grueso natural</i>	34
Tabla 20. <i>Contenido de humedad de agregado grueso reciclado</i>	34
Tabla 21. <i>Resumen de proporciones para el concreto (Patrón)</i>	34
Tabla 22. <i>Resumen de proporciones para el concreto (25% RCD)</i>	35
Tabla 23. <i>Resumen de proporciones para el concreto (50% RCD)</i>	35
Tabla 24. <i>Resumen de proporciones para el concreto (75% RCD)</i>	35
Tabla 25. <i>Tanda de prueba mínima para el concreto (Patrón)</i>	36
Tabla 26. <i>Tanda de prueba mínima para el concreto (25% RCD)</i>	36

Tabla 27. <i>Tanda de prueba mínima para el concreto (50% RCD)</i>	37
Tabla 28. <i>Resumen de proporciones para el concreto (75% RCD)</i>	37
Tabla 29. <i>Resistencia a la compresión ASTM C39/C39M-20 (7 días)</i>	40
Tabla 30. <i>Resistencia a la compresión ASTM C39/C39M-20 (14 días)</i>	41
Tabla 31. <i>Resistencia a la compresión ASTM C39/C39M-20 (28 días)</i>	42
Tabla 32. <i>Resumen general de resistencia a la compresión</i>	47
Tabla 33. <i>Cuadro comparativo de la dosificación</i>	51
Tabla 34. <i>Cuadro comparativo de la trabajabilidad del concreto</i>	52
Tabla 35. <i>Cuadro comparativo de la resistencia a la compresión</i>	53

Índice de gráficos

Gráfico 1. <i>Curva granulométrica del agregado fino natural</i>	27
Gráfico 2. <i>Curva granulométrica del agregado grueso natural</i>	28
Gráfico 3. <i>Curva granulométrica del agregado grueso reciclado</i>	29
Gráfico 4. <i>Ensayo de asentamiento del concreto (ASTM C143)</i>	38
Gráfico 5. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto Patrón a los 7 días</i>	43
Gráfico 6. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 25% RCD a los 7 días</i>	43
Gráfico 7. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 50% RCD a los 7 días</i>	43
Gráfico 8. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 75% RCD a los 7 días</i>	44
Gráfico 9. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto Patrón a los 14 días</i>	44
Gráfico 10. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 25% RCD a los 14 días</i>	44
Gráfico 11. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 50% RCD a los 14 días</i>	45
Gráfico 12. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 75% RCD a los 14 días</i>	45
Gráfico 13. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto Patrón a los 28 días</i>	45
Gráfico 14. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 25% RCD a los 28 días</i>	46
Gráfico 15. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 50% RCD a los 28 días</i>	46
Gráfico 16. <i>Promedio del esfuerzo en el concreto 75% RCD a los 28 días</i>	46
Gráfico 17. <i>Resumen general de resistencia a la compresión</i>	47

Índice de figuras

Figura 1. <i>Residuos de construcción peligrosos</i>	8
Figura 2. <i>Residuos de construcción no peligrosos</i>	8
Figura 3. <i>Procedimiento del Slump Test</i>	12
Figura 4. <i>Triángulo Moebius para los tres aspectos de la sostenibilidad</i>	13
Figura 5. <i>Economía circular</i>	14
Figura 6. <i>Diagrama de Venn</i>	17
Figura 7. <i>Ubicación del distrito San Martín de Porres</i>	23
Figura 8. <i>Ubicación del laboratorio INGEOCONTROL S.A.C.</i>	23
Figura 9. <i>Ubicación del local de adquisición de materiales naturales</i>	23
Figura 10. <i>Recolección del RCD</i>	24
Figura 11. <i>Recolección de los materiales naturales</i>	24
Figura 12. <i>Panel Fotográfico. Selección del material reciclado</i>	25
Figura 13. <i>Tamizado de los agregados naturales y reciclado</i>	26
Figura 14. <i>Colocación del agregado fino natural seco</i>	29
Figura 15. <i>Chuseado y enrasado de agregado fino natural seco</i>	30
Figura 16. <i>Colocación del agregado grueso natural seco</i>	30
Figura 17. <i>Chuseado y enrasado de agregado grueso natural seco</i>	31
Figura 18. <i>Colocación del agregado grueso reciclado seco</i>	31
Figura 19. <i>Chuseado y enrasado de agregado grueso reciclado seco</i>	32
Figura 20. <i>Muestra SSS en fiola con agua</i>	32
Figura 21. <i>Muestra sumergida SSS en agua</i>	33
Figura 22. <i>Muestra saturada superficialmente seca (SSS)</i>	33
Figura 23. <i>Ejecución de mezcla patrón y Slump Test</i>	36
Figura 24. <i>Ejecución de mezcla (25% RCD) y Slump Test</i>	36
Figura 25. <i>Ejecución de mezcla (50% RCD) y Slump Test</i>	37
Figura 26. <i>Ejecución de mezcla (75% RCD) y Slump Test</i>	37

Figura 27. <i>Vaciado de concreto en probetas cilíndricas</i>	38
Figura 28. <i>Traslado de probetas al tanque de curados de concreto</i>	39
Figura 29. <i>Rotura de probetas de concreto Patrón (7 días)</i>	39
Figura 30. <i>Rotura de probetas de concreto 25% RCD (7 días)</i>	39
Figura 31. <i>Rotura de probetas de concreto 50% RCD (7 días)</i>	39
Figura 32. <i>Rotura de probetas de concreto 75% RCD (7 días)</i>	40
Figura 33. <i>Rotura de probetas de concreto Patrón (14 días)</i>	40
Figura 34. <i>Rotura de probetas de concreto 25% RCD (14 días)</i>	40
Figura 35. <i>Rotura de probetas de concreto 50% RCD (14 días)</i>	41
Figura 36. <i>Rotura de probetas de concreto 75% RCD (14 días)</i>	41
Figura 37. <i>Rotura de probetas de concreto Patrón (28 días)</i>	41
Figura 38. <i>Rotura de probetas de concreto 25% RCD (28 días)</i>	42
Figura 39. <i>Rotura de probetas de concreto 50% RCD (28 días)</i>	42
Figura 40. <i>Rotura de probetas de concreto 75% RCD (28 días)</i>	42
Figura 41. <i>Agregado fino y grueso (reciclado)</i>	50

Resumen

La investigación tuvo como finalidad analizar el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición en un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad. Metodológicamente, el diseño es experimental, tipo aplicada y nivel descriptivo. La población consistió en 36 probetas de concreto: convencional y con RCD sustituyendo al agregado grueso natural (25%, 50% y 75%). En la trabajabilidad, esta baja cuando hay más proporción del RCD, se comenzó con 5" de slump y los concretos con RCD (25%, 50% y 75%) obtuvieron 3 ¼", 2 ¾" y 2". En la resistencia a la compresión, se observó que el concreto de 75% y 50% superaron al concreto patrón en un 1.30% y un 0.80%, y el de 25% no superó por un 0.40%. En conclusión, el concreto reciclado genera nuevos aportes sin perjudicar al medio ambiente, aplicando la economía circular y generando nuevas prácticas sostenibles para la sociedad. Se propone incorporar centros de acopio exclusivamente de RCD para un mejor control de calidad y optimización en sus propiedades. Se recomienda utilizar el concreto con 50% RCD debido a una resistencia y trabajabilidad aceptable y se sugiere el uso de un aditivo reductor de agua para poder mejorar la trabajabilidad.

Palabras clave: Concreto reciclado, residuos de construcción-demolición, sostenibilidad.

Abstract

The purpose of the research was to analyze the use of recycled materials with construction-demolition waste in a concrete of $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$ for the contribution to sustainability. Methodologically, the design is experimental, applied type and descriptive level. The population consisted of 36 concrete specimens: conventional and with RCD replacing the natural coarse aggregate (25%, 50% and 75%). In workability, this drops when there is a greater proportion of RCD, we started with 5" of slump and the concretes with RCD (25%, 50% and 75%) obtained 3 ¼", 2 ¾" and 2". In compressive strength, it was observed that the concrete of 75% and 50% exceeded the standard concrete by 1.30% and 0.80%, and that of 25% did not exceed by 0.40%. In conclusion, recycled concrete generates new contributions without harming the environment, applying the circular economy and generating new sustainable practices for society. It is proposed to incorporate collection centers exclusively from RCD for better quality control and optimization of its properties. The use of concrete with 50% RCD is recommended due to acceptable strength and workability and the use of a water reducing admixture is suggested to improve workability.

Keywords: Recycled concrete, construction-demolition waste, sustainability.

I. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos, los humanos han tenido diferentes necesidades y una de las principales que el hombre posee desde el momento que decidió permanecer en un solo lugar donde habitar es la necesidad de tener una vivienda. A medida que las generaciones avanzan y la densidad poblacional crece, los tipos de edificaciones cambian y aumentan cada vez más. Por consiguiente, también incrementa los residuos sólidos que estas construcciones dejan. Estos residuos al ser de materiales menos reutilizables se genera un conflicto de acumulación de desechos.

Tal es el caso que expresó el periódico El Comercio (2017), donde en uno de sus reportajes explicó que en la ciudad de Lima solo hay la presencia de seis zonas formales para el almacenamiento de residuos sólidos, pero no existen lugares específicos para recibir desmonte de construcciones. También reveló que el 70% de este tipo de residuos son vendidos al mercado informal que se dedican a abandonar el desmonte en las laderas ríos o en las costas del mar (párr. 6).

La existencia de residuos sólidos por construcciones en Perú es mayor debido a la informalidad, muy aparte que la presencia de depósitos autorizados para este tipo de residuos es mínima provocando el abandono del desmonte en diferentes puntos de las ciudades de Lima causando un efecto negativo para el medio ambiente y la sociedad.

En SMP, la municipalidad del distrito (2017) se encargó de sancionar a un vecino por arrojar desmonte entre las avenidas Universitaria y Tomás Valle, en la página web del mismo comunican que se le impuso solo una multa del 50% de una UIT.

Actualmente, existen sanciones a personas o pequeñas empresas informales que arrojan el desmonte en zonas no autorizadas como parques, calles o laderas de ríos, pero estas sanciones son mínimas y no causan un gran impacto de cambio en esta situación que afecta negativamente al medio ambiente. Además, ninguno de los municipios otorga una solución al problema, ya que existen muy pocas entidades que controlan la disposición de esta enorme cantidad de residuos.

Por ello, conforme a lo presentado, el presente informe de investigación fue titulado: “Análisis de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición en un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad”. Del cual se ha realizado la siguiente pregunta del problema general: ¿De qué manera el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición influirá en la elaboración de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad? y los problemas específicos son: ¿De qué manera el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición cumplirán con los requisitos de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$?, ¿Cómo contribuirá el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición a la reducción del impacto negativo del concreto? y ¿De qué modo el concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción-demolición aportará a la sostenibilidad?.

Los residuos sólidos de construcción y demolición siempre se han visto de forma negativa, después de todo son restos que quedan después de la construcción de una edificación. Pero, el manejo de los mismos no es la adecuada, ya que estos residuos no son considerados como material que se pueda reciclar. Por ese motivo, la *justificación técnica* consistió en la selección de este material inerte para su incorporación como reemplazo de una proporción de agregado natural en una mezcla de concreto, la cual se analizó de manera física y mecánica comparando sus propiedades con un concreto convencional.

El efecto que causa la acumulación de residuos de construcción y demolición es negativo y hasta el momento no se ha dado el uso adecuado del mismo. En la ciudad se evidenció la venta de desmonte para dirigirlos a lugares prohibidos para su desalojo como en los vertederos de los ríos, cerca de parques y hasta incluso a los alrededores del mar, generando contaminación tanto visual como ambiental. Por ello, la *justificación económica*, fue el nuevo uso a este tipo de residuos, aplicando la economía circular, que consiste en devolver el valor a materiales que los humanos consideran inservibles y así se reduzca la generación de este tipo de residuos.

Para poder explicar acerca de la *justificación ambiental*, se debe decir que se busca reducir el impacto ambiental del concreto convencional, la cual será

viable al momento de incorporar los residuos de construcción y demolición como reemplazo de una proporción de agregado natural para la elaboración de un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Este trabajo se ejecutó para reducir la existencia de residuos de construcción y demolición (RCD) abandonados en diferentes puntos de la ciudad. Por este motivo, la justificación práctica consistió en realizar el análisis del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ utilizando este tipo de residuos (recogidos en diferentes puntos de San Martín de Porres) para reemplazar al agregado natural y de esta manera contribuir con la sostenibilidad que es una de las necesidades importantes en el país.

La finalidad general de este trabajo de investigación fue analizar la utilidad de materiales reciclados con residuos de construcción - demolición en un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad. Y los objetivos específicos que se fueron desarrollando en este trabajo de investigación fueron: Establecer el porcentaje de los materiales reciclados con residuos de construcción - demolición para el cumplimiento del diseño de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, determinar si el uso de materiales reciclados con residuos de construcción - demolición contribuye a la reducción del impacto negativo y verificar que el concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción - demolición aporte a la sostenibilidad.

Referente a las hipótesis, se mencionó que de manera general consistió en que el uso de materiales reciclados con residuos de construcción - demolición si influyen en la contribución a la sostenibilidad. Y las hipótesis específicas fueron: El uso de materiales reciclados con residuos de construcción - demolición si cumplen con los requisitos para la elaboración del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, el uso de materiales reciclados con residuos de construcción - demolición contribuye a la reducción del impacto negativo y finalmente el concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción - demolición aporta a la sostenibilidad.

II. MARCO TEÓRICO

Posteriormente de la indagación exhaustiva en diversos repositorios y bases de datos, se obtuvo diferentes trabajos de investigación, de donde se recopiló los documentos más cercanos a las variables de este trabajo de investigación.

El autor peruano Coila (2019) ejecutó la tesis “Producción de Concretos Ecológicos y su Desarrollo Sostenible en la Ciudad de Puno” en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. La **finalidad** de la tesis fue establecer la relación existente entre la producción de concretos de tipo ecológicos y el desarrollo sostenible. La **metodología** consiste en un enfoque cuantitativo, de nivel correlacional y diseño de tipo experimental, la **población** consistió en el concreto ecológico, la disponibilidad de canteras y las metodologías de producción de concreto ecológico y su muestra fue extraída de dos canteras: La Cantera Cutimbo y Viluyo. Posteriormente el autor llegó a **conclusión** de que la relación de la producción de concretos y la sostenibilidad aplicada a canteras es próspera ya que existe disminución en la sustracción de recursos naturales.

Rodrich y Silva (2018) elaboraron la tesis “Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo, 2018” en la UPN. El **propósito** de la investigación fue identificar el efecto que genera el agregado reciclado de concreto en sus propiedades. La **metodología** de la investigación consistió en un diseño cuasi experimental, su **población** radica del concreto elaborado con agregados reciclados y su muestra consistió en 3 modelos de 2 probetas para la precisión en los resultados de esta investigación. Posteriormente los autores **concluyeron** que el agregado reciclado de concreto puede sustituir al agregado grueso en la mezcla de concreto porque según sus propiedades obtenidas, este no pierde su resistencia a compresión y aligera el peso unitario.

Sánchez (2019) preparó la tesis llamada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'c=175$ kg/cm²) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque” en la Universidad César Vallejo. El **objetivo** se basó en evaluar las propiedades del concreto reciclado para calcular un diseño de mezclas. La **metodología** tuvo un diseño cuasi experimental. En la **población** se constituyó por diseños de mezclas realizadas. En **conclusión**, el autor pudo reducir los residuos en consecuencia de construcciones en el distrito José Leonardo Ortiz a un 5%, por lo tanto, también se disminuyen los problemas ambientales.

Elías, Flores, Barrera y Reyna (2020) desarrollaron un artículo científico titulado “Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco” realizada para la revista de investigación científica PURIQ de la Universidad Nacional Autónoma de Huanta. La **finalidad** consistió en especificar el efecto que causa el uso de agregados reciclados de concreto en reemplazo del material primario en el concreto para la construcción de edificaciones. Su **diseño** fue experimental, su **población** consistió en probetas de concreto común y concreto con agregado reciclado, las cuales fueron sometidas a ensayos mecánicos como la compresión y el curado. La **conclusión** que obtuvo el autor fue la demostración de la resistencia del concreto dosificando agregados reciclados de concreto en porcentajes de 50%, 75% y 100%. El concreto de 50% mostró una mejor resistencia a la compresión superando los 200 kg/cm².

Los autores internacionales Bedoya y Dzul (2015) realizaron un artículo científico denominado “Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project” [Concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana] efectuada para la revista Ingeniería de Construcción. El **objetivo** de este trabajo fue determinar las diferentes propiedades (resistencia, porosidad, absorción y carbonatación) mediante ensayos al concreto con agregados reciclados (CAR). El diseño es de tipo experimental, su

población fueron pequeñas probetas cilíndricas, y la **muestra** fue la selección de materia prima en los escombros seleccionados en Medellín, Colombia. Finalmente, los autores **concluyeron** que los agregados reciclados de escombros presentan diferencias en algunas características, pero pueden emplearse como material para la creación de un nuevo concreto.

Los autores Takami [et al.] (2003) elaboraron un artículo científico titulado “A study on the properties of fresh and hardened concrete mixed normal and recycled aggregate” [Un estudio sobre las propiedades de hormigón fresco y endurecido mezclado con áridos normales y reciclados] para la revista Zairyo. La **finalidad** de este trabajo científico consistió en describir las características del concreto reciclado en dos estados principales: fresco y endurecido, mezclando agregados normales con reciclados. El **diseño** fue experimental, la **población** fueron probetas de hormigón y su **muestra** consistió en la selección de áridos reciclados. Por último, los autores **concluyeron** que el hormigón reciclado tiene casi las mismas propiedades de consistencia y aire arrastrado que el hormigón convencional, también se concluyó que la mezcla de agregado reciclado en el concreto afecta negativamente el rendimiento del hormigón cuando se encuentra en estado fresco, pero con respecto a la resistencia y el módulo elástico del concreto varía levemente debido al uso incrementado de los áridos gruesos reciclados.

Los investigadores Mallikarjuna y Manikanta (2020) desarrollaron el artículo científico de nombre “Effect of Recycled Aggregates on Strength and performance of Recycled Aggregate Concrete” [Efecto de los áridos reciclados sobre la resistencia y el rendimiento del hormigón árido reciclado] para la revista E3S Web of Conferences. El **propósito** de este artículo fue encontrar la proporción adecuada de agregado fino y grueso (reciclado) para lograr una óptima resistencia de concreto. El **diseño** de la investigación radica de un tipo experimental, su **población** se ubicó en el comportamiento del hormigón agregado reciclado y la **muestra** fue la resistencia y desempeño del concreto. La **conclusión** fue que los áridos reciclados afectarán a la trabajabilidad y

resistencia del concreto, pero que el uso de los mismos hace que el hormigón sea económico.

Las autoras De Carvalho y Vasconcelos (2008) efectuaron el artículo científico "Reaproveitamento dos Entulhos de Concreto Na Construção de Casas Populares" [Reutilización de Residuos de Hormigón en la Construcción de Viviendas Populares]. El **propósito** de esta investigación fue proponer los beneficios de la reutilización de desmonte de concreto para poder realizar edificaciones para zonas populares. El **diseño** de la investigación fue no experimental y de tipo descriptiva, su población consistió en la ciudad de Campos y su **muestra** fue la excesiva acumulación de escombros de construcción civil en el municipio de la ciudad de Campos. Finalmente, **concluyeron** que la reutilización de escombros de hormigón de construcción civil para la construcción de radier, piso y viga para casas populares ayuda a mejorar la vida social y ambiental de la región.

Los autores Vasco y De Brito (2015) realizaron un artículo de revisión literaria denominada "Use of recycled aggregates from construction and demolition wastes in the production of structural concrete" [Uso de agregados reciclados de residuos de construcción - demolición en la producción de concreto estructural]. El **objetivo** de este artículo fue proporcionar recomendaciones básicas para la producción de concreto de agregados reciclados. El **tipo de investigación** fue cuantitativo y la **conclusión** que se llegó en este artículo fue que se debe tener un control de calidad durante las actividades de construcción o demolición, la cual minimizaría los niveles de contaminación del futuro árido reciclado y el uso de recursos naturales.

A continuación, se hará referencia a las bases teóricas relacionadas al tema de investigación precisando lo siguiente: variable independiente, dependiente y sus referentes dimensiones para tener conocimientos previos de lo que se presentará en este trabajo.

Con respecto a los **residuos de construcción & demolición (RCD)**, El Real Decreto (Ley 105/2008) define que son objetos que su propietario desecha o tenga la intención de desechar, son principalmente generadas en una obra de construcción o demolición (art. 2).

Según el Decreto Supremo N° 019–2016–VIVIENDA (2016), la generación de los residuos sólidos (por construcción o demolición) está presente durante la construcción de edificaciones (art. 6). Es por ello, que la creación de estos tipos de residuos puede comenzar desde la construcción de una casa, la demolición de un colegio o la remodelación de un parque.

Para poder identificar los tipos de residuos de construcción & demolición, el artículo 7 del Decreto Supremo N° 019–2016–VIVIENDA (2016) explica acerca la clasificación de este tipo de residuos sólidos:

- a) RCD peligrosos: Residuos metálicos, residuos con contenido orgánico.



Figura 1. Residuos de construcción peligrosos
Fuente: El Universo.

- b) RCD no peligrosos: Entre los residuos no peligrosos podemos encontrar diversos restos de concreto, pedazos de ladrillo y hasta incluso diferentes tipos de agregados.



Figura 2. Residuos de construcción no peligrosos
Fuente: Grupo Caresny Perú.

Para ejecutar el análisis granulométrico de los agregados, la Norma Técnica Peruana 400.037 (2011) fundamenta que la granulometría en agregados depende del tipo de agregado, es decir, si es agregado fino o grueso. Es por ello que se observará en las siguientes tablas los cumplimientos granulométricos de cada tipo de agregado, tanto para usarlo para diseño de mezcla en edificaciones como en pavimentos:

Tabla 1. Requisitos para tamizaje del agregado fino

TAMIZ	PORCENTAJE DE PESO (MASA) QUE PASA			
	LÍMITES TOTALES	C*	M	F
9.50 mm 3/8"	100	100	100	100
4.75 mm N°4	95-100	95 – 100	89 – 100	89 – 100
2.36 mm N°8	80-100	80 – 100	65 – 100	80 – 100
1.18 mm N°16	50-85	50 – 85	45 – 100	70 – 100
0.60 mm N°30	25-60	25 – 60	25 – 80	55 – 100
0.30 mm N°50	10-30	10 – 30	5 – 48	5 – 70
0.15 mm N°100	2-10	2 – 10	0 - 12*	0 – 12

Incrementar a 5% para agregado fino triturado, excepto cuando se use para pavimentos.

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037 (2011)

Tabla 2. Requisitos para tamizaje del agregado grueso

N° A.S.T.M	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													N° A.S.T.M	TAMAÑO NOMINAL	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS																			
		100 mm 4"	90 mm 3.5"	75 mm 3"	63 mm 2.5"	50 mm 2"	37.5 mm 1.5"	25 mm 1"	19 mm ¾"	12.5 mm ½"	9.5 mm 3/8"	4.75 mm N°4	2.36 mm N°8	1.18 mm N°16			100 mm 4"	90 mm 3.5"	75 mm 3"	63 mm 2.5"	50 mm 2"	37.5 mm 1.5"	25 mm 1"	19 mm ¾"	12.5 mm ½"	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 ½" a 1 ½")	100	90	a	25	a	0	a	0					56	25 a 9.5 mm (1" a 3/8")					100	90	40	10	0	0											
2	63 a 37.5 mm (2 ½" a 1 ½")			100	90	35	0	a	0					57	25 a 4.75 mm (1" a N°4)				100	95	a	25		0	0											
3	50 a 25 mm (2" a 1")				100	90	35	0	0					6	19 a 9.5 mm (¾" a 3/8")				100	90	20	0	0													
357	50 a 25 mm (2" a N°4)				100	95	a	35	10	0				67	19 a 4.75 mm (¾" a N°4)				100	90	a	20	0	0												
4	37.5 a 19 mm (1 ½" a ¾")					100	90	20	0	0				7	12.5 a 4.75 mm (½" a N°4)					100	90	40	0	0												
467	37.5 a 4.75 mm (1 ½" a N°4)					100	95	a	35	10	0			8	9.5 a 2.36 mm (3/8" a N°8)					100	85	10	0	0												
5	25 a 12.5 mm (1" a ½")						100	90	20	0	0									100	100	30	10	5												

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037 (2011)

Para poder elaborar **un concreto $f'c=210kg/cm^2$** , se debe conocer las definiciones previas. Tal es el caso de Umacon (2016), el cual explica que el concreto es un componente compuesto que se utiliza en construcciones y su elaboración se basa principalmente en la proporción de sus componentes (párr. 1 y 2).

Referente al diseño de mezcla, Argos (2018) lo define como un procedimiento empírico. Este debe estar elaborado para el estado fresco y endurecido del concreto, las cuales deben cumplir principalmente con las propiedades de resistencia y trabajabilidad (párr.1).

Los materiales que son parte de su composición son:

Cemento Portland: Según la Norma E.060 este cemento comercial (Portland) es un “producto obtenido por la pulverización del Clinker portland que

por adición de una cantidad de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer” (p. 7).

Agregados: La Norma Técnica Peruana 400.011 (2020) denomina al agregado como árido, el cuál es un conjunto de granos naturales o artificiales, que pueden ser fabricados, y creados bajo la normativa técnica peruana (NTP) (p. 2).

Agregado Fino: Según la NTP 400.011 (2020) es un árido la cual ha pasado por un proceso de disgregación de rocas (natural o artificial), usualmente pasa por el tamiz de 3/8” y cumple con la NTP 400.037 (p. 4).

Agregado Grueso: El agregado grueso según la NTP 400.011 (2020) es un agregado procedente de la desintegración natural o artificial, prácticamente pasa por el tamiz de N° 4 para que cumpla con los límites establecidos en la NTP 400.037 (p. 4).

Agregado Reciclado: Según la NTP 400.011 (2020) se define como un agregado que proviene del tratamiento de materiales usados anteriormente en la construcción (p. 5).

Agua: Según Abanto (2013) el agua “es un elemento fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la trabajabilidad y la resistencia” (p. 21).

El requisito principal que debe cumplir el agua para su uso respectivo según Abanto (2013) es su pureza, debe encontrarse libre de sustancias que alteren la composición del concreto.

Acerca de la relación agua – cemento que se necesita para el diseño de mezcla, Zamora (2014) explica que las ventajas de reducir el contenido de agua en la influencia de la relación agua – cemento según lo propuesto por Zamora (2014) son las siguientes:

- “Aumenta la resistencia a propiedades mecánicas como la compresión y la flexión.
- Tiene menor permeabilidad (más hermeticidad, menos absorción).
- Incrementa la resistencia a la desintegración del concreto (intemperismo).
- Disminuyen las tendencias de agrietamientos por contracción” (p. 33).

La proporción de agregados que se debe utilizar dependerá de la dosificación que se aplicará en el diseño de mezcla. Pero, según Rodrich y Silva, basándose en Pasquel (1999) explican acerca del volumen de árido grueso compactado seco que se necesitaría por 1 m³ de concreto:

Tabla 3. *Volumen de agregado grueso compactado en seco*

Tamaño Máximo de agregado	Volumen de agregado grueso compactado en seco para diversos módulos de fineza de la arena				Tamaño Máximo de agregado	Volumen de agregado grueso compactado en seco para diversos módulos de fineza de la arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00		2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44	1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	3"	0.82	0.79	0.78	0.75
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rodrich y Silva (2018)

Para este trabajo de investigación se manejará diferentes proporciones de agregado reciclado con residuos de construcción & demolición en reemplazo de un porcentaje del agregado natural:

25% de RCD sustituyendo al Agregado Natural: Para este primer caso, se sustituirá un 25% de agregado natural por agregado reciclado que será compuesto por una selección de residuos de construcción & demolición.

50% de RCD sustituyendo al Agregado Natural: Para este segundo caso, se sustituirá en un 50% de agregado natural por agregado reciclado que será compuesto por una selección de residuos de construcción & demolición.

75% de RCD sustituyendo al Agregado Natural: Para este tercer caso, se sustituirá un 75% de agregado natural por agregado reciclado que será compuesto por una selección de residuos de construcción & demolición.

Para poder examinar las propiedades fundamentales del concreto primero se debe saber que existen dos estados que tiene el concreto: el estado fresco y el estado endurecido, de donde las dos propiedades fundamentales que se deben respetar en el diseño de mezcla son: La trabajabilidad y la resistencia del concreto.

Abanto (2013) puntualiza a la trabajabilidad del concreto como la capacidad que tiene el concreto en estado fresco para ser moldeado con facilidad sin señales de segregación y exudación (depende de la dosificación del agua usada en la relación a/c del diseño de mezcla (p. 47).

Para poder analizar esta propiedad del concreto se debe realizar el Ensayo de Asentamiento del Concreto (ASTM C143-78), o Slump Test tal como identifica Abanto (2013), el ensayo radica en apuntalar 25 veces cada un tercio a una muestra de concreto fresco en un molde en forma cónica (cono de Abrams) para luego desmoldarlo y medir el asiento de la mezcla. La interpretación de este ensayo mayormente es para identificar la consistencia y su facilidad para la adaptación al encofrado, manteniéndose homogéneo con un porcentaje reducido de vacíos (p. 47).

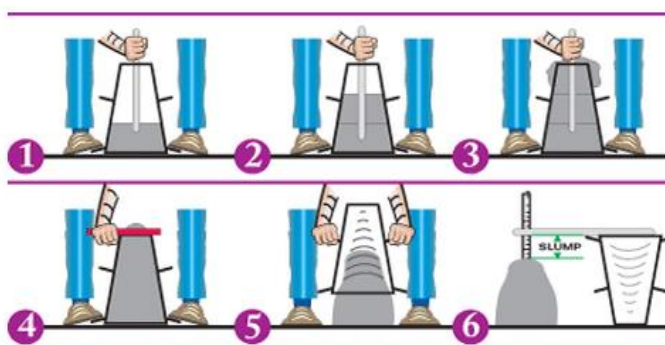


Figura 3. Procedimiento del Slump Test
Fuente: Total Construção.

Tabla 4. Trabajabilidad de la mezcla según su asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	METODO DE COMPACTACION
Seca	0" a 2"	poco trabajable	Vibración normal
Plastica	3" a 4"	trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida	> 5"	muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto (2013)

Cuando el concreto ya se encuentra en su estado endurecido hay una propiedad muy importante a verificar y es la resistencia, Abanto (2013) define a la resistencia como “la carga máxima para una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura)” (p. 51).

Para observar la máxima resistencia de un concreto se debe realizar el Ensayo de la Resistencia a Compresión del Concreto (ASTM C39). Abanto (2013) explica que las muestras de concreto deben tener un tiempo de vida de 28 días después del vaciado y curado respectivo. Este ensayo consiste principalmente en vaciar el concreto fresco cada un tercio con 25 varilladas en una probeta recomendablemente metálica para luego de 24 horas ser sacadas del molde y sumergirlas por 28 días en agua para su respectivo curado. El ensayo a Compresión se realiza en las edades de 7, 14 y 28 días (p. 51–52).

En relación con **la Contribución a la Sostenibilidad**, Castro [et al.] (2018) puntualiza que la sostenibilidad consiste en tres aspectos principales: Sostenibilidad ambiental, económica y social, las cuales deben satisfacer las necesidades actuales, sin afectar a futuras generaciones (p. 18).

Para alcanzar el desarrollo sostenible en un país, Hünemeyer y De Camino (1997) explican que no se debe tener una perspectiva a corto plazo, puesto que, al ser objetivos conflictivos, es más viable poder encontrar el equilibrio entre los tres aspectos de la sostenibilidad si se logra observar desde una situación a largo plazo (p. 20).

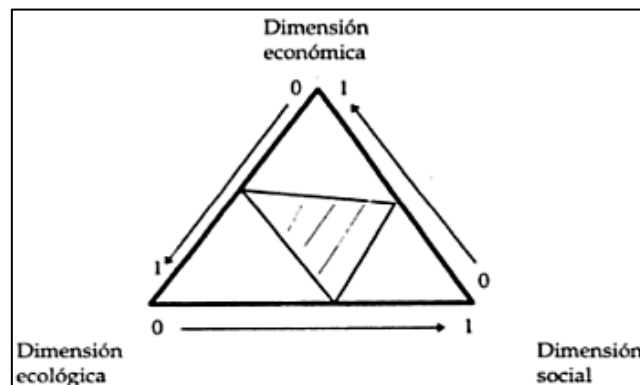


Figura 4. Triángulo Moebius para los tres aspectos de la sostenibilidad
Fuente: Hünemeyer y De Camino (1997).

Con respecto a la sostenibilidad medio ambiental, Hünemeyer y De Camino (1997) afirman que este tipo de sostenibilidad consiste en la conservación de las características principales de los ecosistemas a través del tiempo (p. 19).

Tal como lo afirma IMCYC (2008), las construcciones hechas de concreto serán considerados más sostenibles cuando “Existan cementos obtenidos por procesos que consumen, valorizándolos, residuos industriales o de cualquier otro

tipo, disminuyendo los volúmenes de vertedero se utilicen, para la fabricación del concreto, áridos procedentes de procesos de reciclado” (párr. 17).

En este caso, la contribución que se aplicaría a la sostenibilidad en su aspecto ambiental sería la reducción de la explotación de recursos naturales como lo es el agregado grueso (grava) y el agregado fino (arena). Por último, se evitaría el arrojado de los RCD y así amenorar la contaminación de ríos y mares por materiales tóxicos e inertes.

En relación a la sostenibilidad económica, Hünemeyer y De Camino (1997) también manifiestan que se debe considerar una rentabilidad razonable y estable con el paso de los años (p. 19). Para poder generar una sostenibilidad económica, se debe intercambiar los malos hábitos económicos generados por la informalidad por una economía aceptable, la cual se ha considerado reutilizar el material que se supone es inservible para el ser humano, es decir, aplicar la economía circular.



Figura 5. Economía circular
Fuente: Universidad Anáhuac.

Finalmente, en el factor social, Hünemeyer y De Camino (1997) comentan que la forma de administración y organización social permiten un valor adecuado de satisfacción de las necesidades de la población involucrada (p. 19). El aporte al aspecto social que se ofrece, sería para la implementación del concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción-demolición a las edificaciones o infraestructura vial. También implicaría la disminución de contaminación visual de los diferentes ecosistemas donde se abandonan los residuos de construcción y demolición, para así fomentar al orden y limpieza de la ciudad.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipos y diseño de investigación

Para mencionar la metodología, primero se debe saber que el método científico de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) se encarga de esclarecer la relación entre variables que repercuten sobre el acontecimiento que está en estudio (p. 101).

De igual manera, los autores también comentan sobre el diseño de investigación, donde explican que el diseño experimental se usa cuando se requiere la manipulación de la variable independiente para estudiar el efecto que causa (p. 130). En la investigación se usará una variable independiente (Materiales reciclados con residuos de construcción-demolición) que provocará impacto en las dos variables dependientes (Elaboración de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y Contribución a la Sostenibilidad respectivamente), es por esta razón que este trabajo será de método **científico** y diseño **experimental**.

Otero (2018) explica que el **enfoque de investigación** cuantitativo refiere a las evaluaciones numéricas a través de la estadística, el cual proyecta las dificultades de estudio y las cuestiones específicas del tema de investigación (p. 3). Por ello, esta investigación será de tipo cuantitativo, puesto que, se realizará el análisis de los residuos de construcción & demolición como agregado sustituyente en la elaboración del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad, se va a requerir calcular el diseño de mezcla y realizar los ensayos pertinentes al concreto.

El tipo de investigación aplicada conforme a Lozada (2014) es uno de los tipos de la investigación que tiene como antecedente a la investigación básica, formando una relación entre la teoría y el producto para la satisfacción de una población o un país (p. 35). Por ese motivo, el trabajo de investigación será aplicada porque se atribuirá las teorías de la elaboración del concreto, adicionando como agregado una proporción de residuos de construcción y demolición.

El nivel de investigación descriptivo de acuerdo con Lerma (2016) consiste en como su misma palabra lo dice "describir" las características y procedimientos que ocurren (p. 63). Por ello, este trabajo de investigación será considerado como descriptivo, puesto que, se describirá las características y procesos que experimentará el concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ al reemplazar un porcentaje de árido natural por agregado reciclado con residuos de construcción y demolición.

3.2. Variables y operacionalización

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), se define como valores medibles, el cual logra un valor importante en la investigación científica, el cual arroja como datos diferentes hipótesis (p.4)

Entonces, las variables en este informe de investigación son las siguientes:

Variable independiente (X): Materiales reciclados con residuos de construcción & demolición (RCD).

Definición conceptual: García (2019) define los residuos de construcción & demolición como residuos inertes, es decir, que son residuos que no son biodegradables y general impacto negativo visual porque estos tienen un gran volumen y un escaso control ambiental (p. 6).

Definición operacional: Los residuos de construcción & demolición serán utilizados como sustituyente de una proporción de agregado natural para la elaboración de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Variable dependiente (Y₁): Elaboración de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

Definición conceptual: Umacon (2016) explica que el concreto es un material compuesto que se usa en diferentes construcciones y su elaboración se basa principalmente en la proporción de sus componentes (párr. 1 y 2).

Definición operacional: Para la ejecución de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ se debe tener en cuenta las proporciones de los materiales (especialmente del agregado reciclado) en la dosificación de mezcla, de igual manera se debe considerar que el concreto cumpla con las propiedades fundamentales del concreto.

Variable dependiente (Y₂): Contribución a la sostenibilidad.

Definición conceptual: Según Castro [et al.] (2018) La sostenibilidad consiste en tres aspectos principales: Sostenibilidad ambiental, económica y social, las cuales deben satisfacer las necesidades actuales, sin afectar a futuras generaciones (p. 18).

Definición Operacional: Para poder verificar que la elaboración del concreto con material reciclado cumpla con la contribución a la Sostenibilidad se deberá analizar el aspecto medio ambiental, económico y social que otorga este trabajo de investigación.

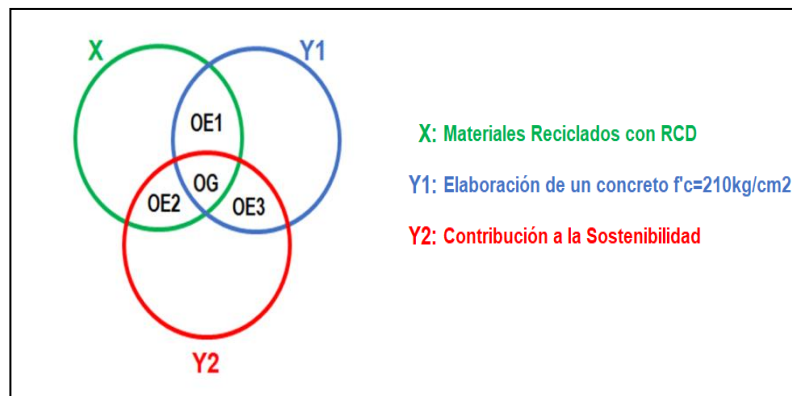


Figura 6. Diagrama de Venn
Fuente: Propia

3.3. Población, muestra y muestreo

La población según Danel (2016) es un “conjunto de individuos en los que se desea examinar un acontecimiento” (p. 12). En este trabajo de investigación la población es de tipo **infinito** ya que se carece de una norma especificando la cantidad de probetas a considerar para un análisis de propiedades del concreto.

La muestra según Gómez (2006) es una parte de la población, el cual se selecciona teniendo como preferencia las características que distingue de las demás (p. 95). Según Lerma (2016) **la muestra representativa** trata de examinar muestras únicas a comparación de otras muestras de una población (p. 73).

En este presente trabajo se seleccionará muestras, teniendo en consideración el factor económico que tiene la investigadora para proceder con los respectivos ensayos.

Se hará el uso de treinta y seis probetas cilíndricas (15 x 30 cm) para la muestra patrón, el primer, segundo y tercer caso donde se reemplazará al árido natural por el agregado reciclado para los días principales para identificar la resistencia a la compresión (siete, catorce y veintiocho):

- 9 probetas para la prueba patrón donde habrá carencia de agregado reciclado.
- 9 probetas para el 25% de agregado reciclado de concreto sustituyendo al agregado natural.
- 9 probetas para el 50% de agregado reciclado de concreto sustituyendo al agregado natural.
- 9 probetas para el 75% de agregado reciclado de concreto sustituyendo al agregado natural.

Tabla 5. Cantidad de probetas para resistencia a la compresión

Descripción	Días de Rotura		
	7	14	28
Patrón	3	3	3
25% de RCD	3	3	3
50% de RCD	3	3	3
75% de RCD	3	3	3
TOTAL	36		

Fuente: Propia

El muestreo según Lerma (2016) tiene como función seleccionar muestras de la población para analizar y estimar con cierta probabilidad los datos (p. 73). En esta investigación no se cuenta con el muestreo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos es definida por Gil (2016) como todos los métodos técnicos que se realizan para la inspección (p. 19).

En esta investigación se determinará por la observación en estudio directo, puesto que se realizará la selección de residuos sólidos de construcción y demolición en diferentes puntos del distrito de San Martín de Porres.

Referente al **instrumento de recolección de datos**, Arias (2016) explica que este es el formato donde será guardado la información recopilada para un estudio y análisis posterior por el investigador (p. 68).

Siendo así, se considerará como instrumentos de recolección se tendrán guías de laboratorio para los análisis correspondientes tanto del agregado reciclado como de la elaboración del concreto. Por último se usarán programas de Microsoft Office para el análisis estadístico de las probetas que se hallarán con enfoque a la densidad, la resistencia y la trabajabilidad.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), la **validez de los instrumentos** se encarga de confirmar que la variable cumpla con los requisitos adecuados (p. 189).

En esta ocasión, la validez de los instrumentos serán las pruebas fotográfica de la selección de residuos sólidos de demolición o construcción, también se pedirá la aprobación del técnico o ingeniero que ratificará los datos generados en el análisis granulométrico, diseño de mezcla y ensayos para identificar las propiedades del concreto.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) también manifiestan acerca de la **confiabilidad** donde explican que es el valor que tiene un instrumento para que los resultados sean razonables y reales con un mínimo margen de error (p.20).

La confiabilidad se considerará según los certificados de calibración de los instrumentos para los análisis en esta investigación.

3.5. Procedimientos

A continuación, se explicará tres fragmentos importantes en esta investigación que servirán para lograr los resultados esperados.

- El Material reciclado con residuos sólidos de construcción y demolición.
- La elaboración del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- La contribución a la sostenibilidad

En primer lugar, para conseguir el material reciclado con RCD, se debe recoger este tipo de residuos de los puntos del distrito de SMP, y seleccionar solo los residuos de construcción & demolición adecuados para usarlos como agregado en la elaboración del concreto, puesto que no todos los residuos de construcción & demolición son los adecuados. Después de recolectar la cantidad necesaria de material reciclado se procederá a efectuar el análisis granulométrico de los tres tipos de agregados que se tendrá: El agregado fino natural, agregado grueso natural y el agregado reciclado, donde se iniciará separando al árido fino y grueso según indique la NTP 400.037, se analizará los componentes que este nuevo agregado reciclado contiene y también se examinará a los áridos naturales. Se reconocerá el peso unitario, contenido de humedad, peso específico y absorción.

En segundo lugar, para la elaboración del concreto se elaborará cuatro diseños de mezcla para una resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, donde se comenzará con un diseño de la muestra patrón y posteriormente tres diseños de mezcla con las proporciones de árido natural por agregado reciclado (25%, 50% y 75%). Después de la ejecución del mezclado del concreto se procederá a realizar el Slump Test a las cuatro mezclas para poder identificar la trabajabilidad de las cuales serán apuntadas en una guía de laboratorio.

Luego por cada mezcla habrá nueve probetas de concreto en total las cuales serán reservadas durante 7, 14 y 28 días con su respectivo curado, es decir, existirán treinta y seis probetas en total. Después se pasará con los ensayos al esfuerzo de compresión para poder hallar su resistencia y los resultados serán apuntados en una guía de laboratorio. Luego con los datos recopilados se realizará un análisis estadístico para de esta manera identificar

cuál de los porcentajes es el más adecuado para obtener una buena trabajabilidad y resistencia.

Por último, se revisará textos validados donde nos hablen de la sostenibilidad y qué se necesita para lograr contribuir con la sostenibilidad contrastando con todo lo elaborado, relacionando con la problemática y beneficios ambientales, sociales y económicos que ofrece un concreto con agregado reciclado.

3.6. Métodos de análisis de datos

En primer lugar, se va a utilizar la observación de estudio directo de los residuos de construcción & demolición que se recolectará y se seleccionará desmontes ubicados en el distrito de SMP. Para la elaboración del concreto reciclado se usará el método inductivo al momento de dirigirse al laboratorio para realizar los diseños de mezcla, ensayos y el análisis estadístico de los resultados que se conseguirán en Excel para hacer la comparación con las hipótesis planteadas. Finalmente, para identificar si este trabajo de investigación aporta a la sostenibilidad se analizará también con el método inductivo ya que se examinará mediante textos confiables que se requiere para poder aportar con la sostenibilidad en el país.

3.7. Aspectos éticos

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se debe tener en consideración los siguientes principios éticos:

Referente a la beneficencia, en el trabajo de investigación se resguardará a favor del beneficio social, económico y ambiental al tener como propósito reducir los residuos de construcción & demolición, demostrando que estos residuos pueden volver a ser reutilizados.

Referente a la no maleficencia, la recopilación de los materiales no perjudica a la sociedad, todo lo contrario, coopera con la reducción del efecto negativo que se tiene visualmente de un ecosistema, ya que estos desmontes son arrojados en las laderas de los ríos, en las calles y parques.

Referente a la autenticidad, el trabajo de investigación se encuentra normado según el estilo ISO 690 y 690-2 en relación a las citas y referencias de tesis, libros y artículos científicos.

Referente a la verdad, los datos recopilados en los resultados de los análisis en laboratorio serán probados mediante fotografías y guías de laboratorio autorizados por las personas correspondientes.

Referente a la autonomía, la autora aplicará sus opiniones, criterios técnicos e interpretación de los resultados teniendo como fundamento los antecedentes del marco teórico.

Finalmente, referente al compromiso y la responsabilidad, la autora se compromete a hacerse cargo de todas las responsabilidades de esta investigación y cumplirá con todo lo estipulado en el procedimiento de la investigación.

IV. RESULTADOS

4.1. Memoria descriptiva

Este trabajo de investigación tuvo como ubicación de estudio en la ciudad de Lima, distrito de San Martín de Porres.



Figura 7. Ubicación del distrito San Martín de Porres
Fuente: Google Maps

Los ensayos de esta investigación fueron realizados en el laboratorio INGEOCONTROL S.A.C. ubicado en la Mz. A Lt. 24, Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa del distrito de San Martín de Porres en la ciudad de Lima. En este laboratorio se encontró los equipamientos necesarios y calibrados para la realización de los ensayos.



Figura 8. Ubicación del laboratorio INGEOCONTROL S.A.C.
Fuente: Google Maps

Para la adquisición de los materiales naturales para los ensayos de esta investigación se requirió del apoyo de la ferretería “Angello’s” ubicado a una cuadra del laboratorio de ensayos.



Figura 9. Ubicación del local de adquisición de materiales naturales
Fuente: Google Maps

Para poder detallar los resultados obtenidos durante el procedimiento de esta investigación se dividió en tres etapas importantes:

4.2. El material reciclado con residuos sólidos de construcción & demolición y material natural

Para conseguir el material reciclado con residuos de construcción & demolición, se hizo la recolección desde los puntos del distrito de SMP, y se seleccionó especificando los residuos de construcción & demolición aptos para poder ser usados como agregado en la elaboración del concreto, puesto que no todos los RCD son los adecuados, en este caso se priorizó los residuos de concreto (desde probetas hasta pedazos de muros de concreto).



Figura 10. Recolección del RCD
Fuente: Propia

También se recolectó los demás materiales como los agregados naturales de la Cantera de Trapiche para poder hacer sus respectivos análisis de los agregados y se adquirió el cemento de la ferretería “Angello’s”.



Figura 11. Recolección de los materiales naturales
Fuente: Propia

Con respecto al agregado reciclado, se inició con la trituración manual de una porción de material que se consideraba como roca. Después se llevó al laboratorio INGEOCONTROL S.A.C. en donde se separó al agregado fino del agregado grueso según indique la NTP 400.037, en la cual se entiende que la cantidad que pase el tamiz 3/8" es considerada como agregado fino, por lo que el porcentaje que retiene esta malla sería calificado como agregado grueso.



Figura 12. Panel Fotográfico. Selección del material reciclado
Fuente: Propia

Posteriormente, se pasó a hacer el análisis granulométrico de los tres tipos de agregados que se tendrá: El agregado fino y grueso natural y agregado grueso reciclado.



Figura 13. Tamizado de los agregados naturales y reciclado
Fuente: Propia

Los datos obtenidos a partir del análisis granulométrico a las tres muestras de los agregados fueron los siguientes:

Árido fino natural

Tabla 6. Análisis granulométrico del agregado fino natural

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	2.3	0.55	0.55	99.45	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	12.9	3.10	3.65	96.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	63.1	15.15	18.80	81.20	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	101.3	24.32	43.12	56.88	50.00	85.00
# 30	600 µm	106.6	25.59	68.72	31.28	25.00	60.00
# 50	300 µm	69.6	16.71	85.43	14.57	5.00	30.00
# 100	150 µm	43.5	10.44	95.87	4.13	0.00	10.00
Fondo	-	17.2	4.13	100.00	0.00	-	-
						MF	3.16
						TMN	---

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

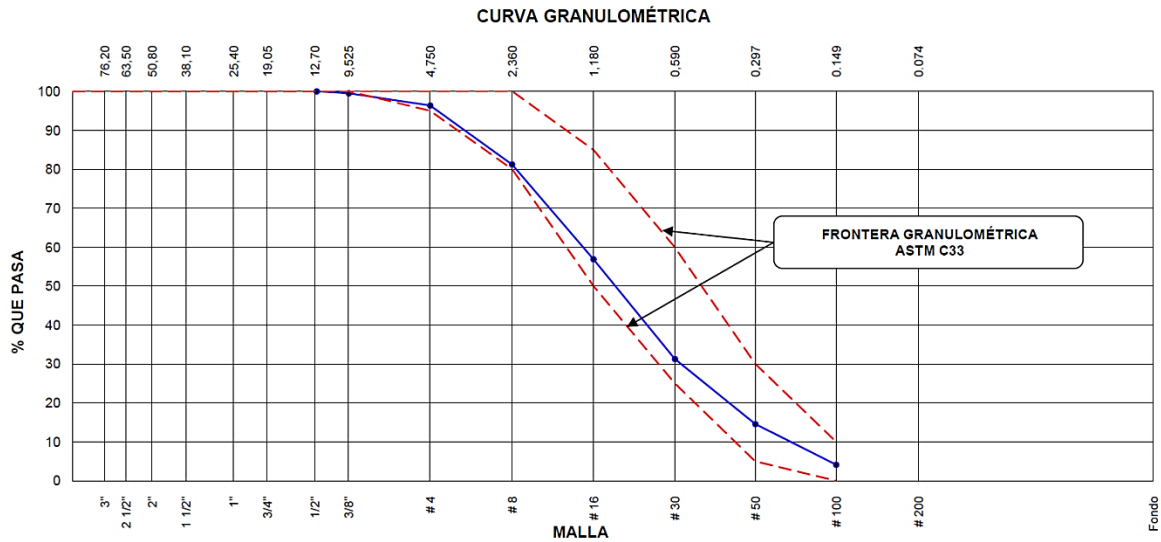


Gráfico 1. Curva granulométrica del agregado fino natural
Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Árido grueso natural

Tabla 7. Análisis granulométrico del agregado grueso natural

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 5

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm	472.2	6.81	6.81	93.19	90.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	5029.6	72.53	79.34	20.66	20.00	55.00
1/2 in	12.50 mm	1363.2	19.66	98.99	1.01	0.00	10.00
3/8 in	9.50 mm	52.9	0.76	99.76	0.24	0.00	5.00
No. 4	4.75 mm	16.9	0.24	100.00		0.00	0.00
No. 8	2.36 mm					0.00	0.00
No. 16	1.18 mm					0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm					0.00	0.00
< No. 200	< No. 200					-	-
						MF	7.00
						TMN	1 in

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

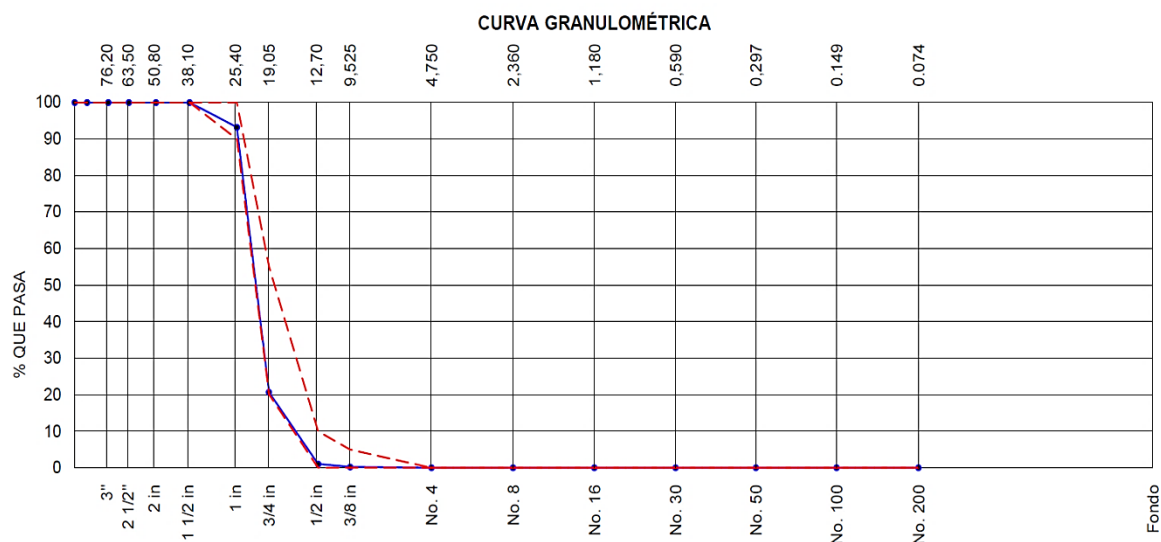


Gráfico 2. Curva granulométrica del agregado grueso natural
Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Árido grueso reciclado

Tabla 8. Análisis granulométrico del agregado grueso reciclado

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 6

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	23.3	1.39	1.39	98.61	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	869.3	51.80	53.18	46.82	20.00	55.00
3/8 in	9.50 mm	737.5	43.94	97.13	2.87	0.00	15.00
No. 4	4.75 mm	48.2	2.87	100.00		0.00	5.00
No. 8	2.36 mm					0.00	0.00
No. 16	1.18 mm					0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm					0.00	0.00
< No. 200	< No. 200					-	-
						MF	6.97
						TMN	1/2"

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

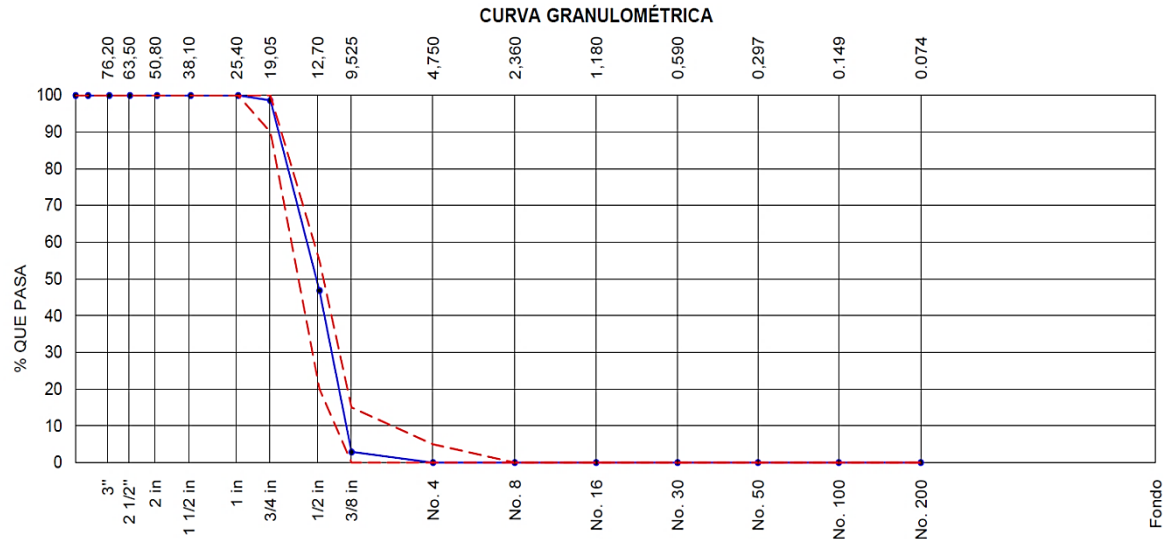


Gráfico 3. Curva granulométrica del agregado grueso reciclado
Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

También se reconocerá el peso unitario, gravedad específica, absorción y contenido de humedad de los agregados (natural y reciclado):

Peso unitario

Árido fino natural

Tabla 9. Peso unitario suelto del agregado fino natural

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.627	1.627	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.184	6.188	
Peso de muestra suelta (kg)	4.557	4.561	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1622	1624	1623

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 14. Colocación del agregado fino natural seco
Fuente: Propia

Tabla 10. Peso unitario compactado del agregado fino natural

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.627	1.627	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.661	6.684	
Peso de muestra suelta (kg)	5.034	5.057	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1792	1800	1796

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 15. Chuseado y enrasado de agregado fino natural seco

Fuente: Propia

Árido grueso natural

Tabla 11. Peso unitario suelto del agregado grueso natural

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m3)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.758	13.758	
Peso de muestra suelta (kg)	10.305	10.305	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1455	1455	1455

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 16. Colocación del agregado grueso natural seco

Fuente: Propia

Tabla 12. Peso unitario compactado del agregado grueso natural

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.560	14.602	
Peso de muestra suelta (kg)	11.107	11.149	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m ³)	1568	1574	1571

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 17. Chuseado y enrasado de agregado grueso natural seco

Fuente: Propia

Árido grueso reciclado

Tabla 13. Peso unitario suelto del agregado grueso reciclado

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m ³)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	12.152	12.211	
Peso de muestra suelta (kg)	8.699	8.758	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m ³)	1228	1236	1232

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 18. Colocación del agregado grueso reciclado seco

Fuente: Propia

Tabla 14. *Peso unitario compactado del agregado grueso reciclado*

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m3)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	12.884	12.844	
Peso de muestra suelta (kg)	9.431	9.391	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1331	1326	1328

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 19. Chuseado y enrasado de agregado grueso reciclado seco

Fuente: Propia

Gravedad específica y absorción

Tabla 15. *Gravedad específica y absorción del agregado fino natural*

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	500.0	
B	Masa Frasco + agua	660.1	660.9	
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	973.8	975.1	
D	Masa del Mat. Seco	491.3	490.7	
	Gravedad específica OD = $D/(B+A-C)$	2.64	2.64	2.639
	Gravedad específica SSS = $A/(B+A-C)$	2.68	2.69	2.687
	Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = $D/(B+D-C)$	2.77	2.78	2.773
	% Absorción = $100*((A-D)/D)$	1.8	1.9	1.8

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

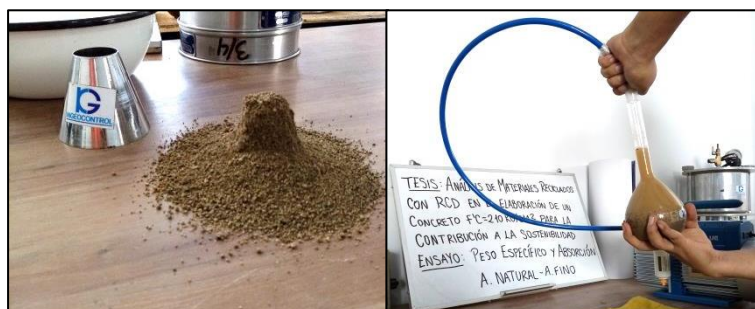


Figura 20. Muestra SSS en fiola con agua

Fuente: Propia

Tabla 16. Gravedad específica y absorción del agregado grueso natural

DATOS		A	B
1	Masa de la muestra sss	2220.0	2125.0
2	Masa de la muestra sss sumergida	1436.4	1374.0
3	Masa de la muestra secada al horno	2208.4	2109.7

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Gravedad específica OD	2.818	2.809	2.814
Gravedad específica SSS	2.833	2.830	2.831
Densidad relativa (Gravedad específica aparente)	2.861	2.868	2.864
Absorción (%)	0.5	0.7	0.6

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 21. Muestra sumergida SSS en agua

Fuente: Propia

Tabla 17. Gravedad específica y absorción del agregado grueso reciclado

DATOS		A	B
1	Masa de la muestra sss	1922.6	2016.4
2	Masa de la muestra sss sumergida	1149.4	1205.0
3	Masa de la muestra secada al horno	1809.9	1901.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Gravedad específica OD	2.341	2.343	2.342
Gravedad específica SSS	2.487	2.485	2.486
Densidad relativa (Gravedad específica aparente)	2.740	2.731	2.736
Absorción (%)	6.2	6.1	6.1

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 22. Muestra saturada superficialmente seca (SSS)

Fuente: Propia

Contenido de humedad

Tabla 18. Contenido de humedad de agregado fino natural

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	149.5	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	635.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	625.1	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.1	

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Tabla 19. Contenido de humedad de agregado grueso natural

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	692.0	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	7637.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	7629.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.1	

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Tabla 20. Contenido de humedad de agregado grueso reciclado

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	231.6	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	1952.5	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	1914.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.3	

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

4.3. La elaboración del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Después de la realización de los ensayos de los materiales obtenidos, se elaboró la dosificación de la muestra patrón para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, también se hizo tres diseños de mezcla con las proporciones sustituyentes del árido natural por agregado reciclado (25%, 50% y 75%).

Tabla 21. Resumen de proporciones para el concreto (Patrón)

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	213 L
Agregado reciclado	0 kg	0 kg
Agregado grueso	996 kg	997 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
PUT		2418 kg

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Tabla 22. Resumen de proporciones para el concreto (25% RCD)

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	220 L
Agregado reciclado	219 kg	224 kg
Agregado grueso	747 kg	748 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
	PUT	2400 kg

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Tabla 23. Resumen de proporciones para el concreto (50% RCD)

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	227 L
Agregado reciclado	437 kg	447 kg
Agregado grueso	498 kg	499 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
	PUT	2381 kg

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Tabla 24. Resumen de proporciones para el concreto (75% RCD)

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	234 L
Agregado reciclado	656 kg	671 kg
Agregado grueso	249 kg	249 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
	PUT	2363 kg

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Seguidamente se continuó con la ejecución de los cuatro diseños de mezclas de concreto (patrón, 25% RCD, 50% RCD y 75% RCD), de los cuales se procedió a realizar el Slump Test a cada una para poder identificar la trabajabilidad del concreto.



Figura 23. Ejecución de mezcla patrón y Slump Test
Fuente: Propia

Tabla 25. Tanda de prueba mínima para el concreto (Patrón)

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	13.263 kg
Agua	7.65L
Agregado reciclado	0kg
Agregado grueso	35.892 kg
Agregado fino	30.243 kg
Slump obtenido	5"

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 24. Ejecución de mezcla (25% RCD) y Slump Test
Fuente: Propia

Tabla 26. Tanda de prueba mínima para el concreto (25% RCD)

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	14 kg
Agua	8.344L
Agregado reciclado	8.5kg
Agregado grueso	28.415 kg
Agregado fino	31.923 kg
Slump obtenido	3 1/4"

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 25. Ejecución de mezcla (50% RCD) y Slump Test
Fuente: Propia

Tabla 27. Tanda de prueba mínima para el concreto (50% RCD)

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	14 kg
Agua	8.612L
Agregado reciclado	17kg
Agregado grueso	18.943 kg
Agregado fino	31.923 kg
Slump obtenido	2 3/4"

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 26. Ejecución de mezcla (75% RCD) y Slump Test
Fuente: Propia

Tabla 28. Resumen de proporciones para el concreto (75% RCD)

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	14 kg
Agua	8.881L
Agregado reciclado	25.5kg
Agregado grueso	9.472 kg
Agregado fino	31.923 kg
Slump obtenido	2"

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Se realizó una gráfica con los resultados obtenidos en el Slump Test:

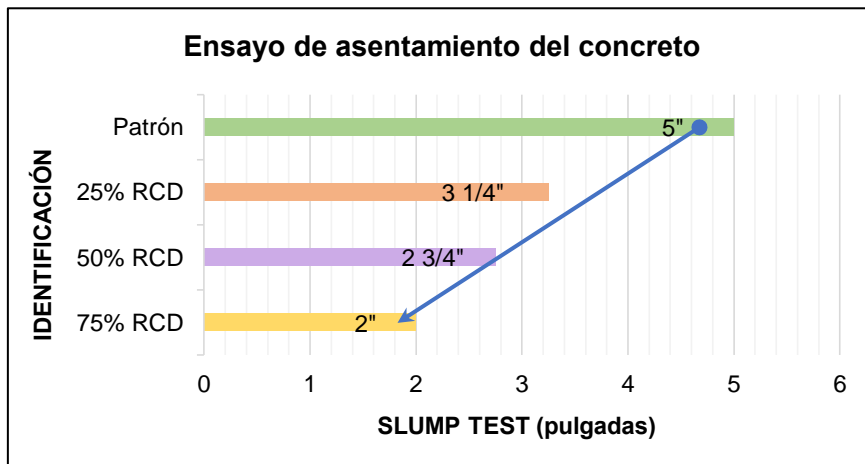


Gráfico 4. Ensayo de asentamiento del concreto (ASTM C143)
Fuente: Propia

En el gráfico 4, se puede observar que la mezcla patrón presenta un Slump de 5" (muy trabajable), mientras que las mezclas de las tres proporciones de residuos de construcción-demolición sustituyendo al agregado grueso natural (25%, 50% y 75%) obtienen un Slump de 3 1/4", 2 3/4" y 2" respectivamente, esto quiere decir que a más proporción del RCD va bajando la trabajabilidad. Esto es debido a la gran absorción de agua que tiene este tipo de agregado reciclado, convirtiéndose el concreto con un 25% de RCD en un estado trabajable y los concretos con 50% de RCD y 75% de RCD en condiciones poco trabajables.

Luego por cada mezcla realizada, se vació de concreto 9 probetas cilíndricas de 15x30cm para que a los días 7, 14 y 28 sean sometidas al esfuerzo de compresión con el ensayo respectivo (36 probetas en total).



Figura 27. Vaciado de concreto en probetas cilíndricas
Fuente: Propia

Después de 24 horas, se derivó al traslado de las probetas al tanque de curados para que el concreto de las 36 probetas pase por su respectivo curado durante los días indicados anteriormente antes de ser sometidas a compresión.



Figura 28. Traslado de probetas al tanque de curados de concreto
Fuente: Propia

Pasados los días se procedió con la rotura de probetas para poder hallar la resistencia a la compresión y se anotó los datos en una guía de laboratorio de INGEOCONTROL SAC.



Figura 29. Rotura de probetas de concreto Patrón (7 días)
Fuente: Propia



Figura 30. Rotura de probetas de concreto 25% RCD (7 días)
Fuente: Propia



Figura 31. Rotura de probetas de concreto 50% RCD (7 días)
Fuente: Propia



Figura 32. Rotura de probetas de concreto 75% RCD (7 días)
Fuente: Propia

Tabla 29. Resistencia a la compresión ASTM C39/C39M-20 (7 días)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (mm ²)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO kg/cm ²
Patrón	1/2/2021	8/2/2021	7	15.01	30.0	37961.0	5	2.00	37961.0	214.5
Patrón	1/2/2021	8/2/2021	7	14.98	30.0	35886.0	5	2.00	35886.0	203.6
Patrón	1/2/2021	8/2/2021	7	15.00	30.0	39352.0	5	2.00	39352.0	222.7
RCD 25%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	45784.0	2	2.00	45784.0	259.1
RCD 25%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.01	30.0	45511.0	2	2.00	45511.0	257.2
RCD 25%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	45685.0	2	2.00	45685.0	258.5
RCD 50%	2/2/2021	9/2/2021	7	14.98	30.0	41255.0	2	2.00	41255.0	234.1
RCD 50%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.01	30.0	41490.0	2	2.00	41490.0	234.5
RCD 50%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	41372.0	2	2.00	41372.0	234.1
RCD 75%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	43303.0	2	2.00	43303.0	245.0
RCD 75%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	42961.0	5	2.00	42961.0	243.1
RCD 75%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	42879.0	2	2.00	42879.0	242.6

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 33. Rotura de probetas de concreto Patrón (14 días)
Fuente: Propia



Figura 34. Rotura de probetas de concreto 25% RCD (14 días)
Fuente: Propia



Figura 35. Rotura de probetas de concreto 50% RCD (14 días)

Fuente: Propia



Figura 36. Rotura de probetas de concreto 75% RCD (14 días)

Fuente: Propia

Tabla 30. Resistencia a la compresión ASTM C39/C39M-20 (14 días)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (mm ²)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO kg/cm ²
Patrón	1/2/2021	15/2/2021	14	15.01	30.0	44887.0	2	2.00	44887.0	253.7
Patrón	1/2/2021	15/2/2021	14	14.98	30.0	48658.0	2	2.00	48658.0	276.1
Patrón	1/2/2021	15/2/2021	14	15.00	30.0	48709.0	2	2.00	48709.0	275.6
RCD 25%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.00	30.0	47013.0	5	2.00	47013.0	266.0
RCD 25%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.01	30.0	50905.0	5	2.00	50905.0	287.7
RCD 25%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.00	30.0	48574.0	5	2.00	48574.0	274.9
RCD 50%	2/2/2021	16/2/2021	14	14.98	30.0	49144.0	2	2.00	49144.0	278.8
RCD 50%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.01	30.0	42858.0	5	2.00	42858.0	242.2
RCD 50%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.00	30.0	45785.0	5	2.00	45785.0	259.1
RCD 75%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.00	30.0	48115.0	2	2.00	48115.0	272.3
RCD 75%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.00	30.0	51311.0	2	2.00	51311.0	290.4
RCD 75%	2/2/2021	16/2/2021	14	15.00	30.0	49974.0	2	2.00	49974.0	282.8

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC



Figura 37. Rotura de probetas de concreto Patrón (28 días)

Fuente: Propia



Figura 38. Rotura de probetas de concreto 25% RCD (28 días)

Fuente: Propia



Figura 39. Rotura de probetas de concreto 50% RCD (28 días)

Fuente: Propia



Figura 40. Rotura de probetas de concreto 75% RCD (28 días)

Fuente: Propia

Tabla 31. Resistencia a la compresión ASTM C39/C39M-20 (28 días)

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (mm ²)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO kg/cm ²
Patrón	1/2/2021	1/3/2021	28	15.00	30.0	53418.0	5	2.00	53418.0	302.3
Patrón	1/2/2021	1/3/2021	28	15.00	30.0	51728.0	5	2.00	51728.0	292.7
Patrón	1/2/2021	1/3/2021	28	15.00	30.0	51304.0	5	2.00	51304.0	290.3
RCD 25%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	54287.0	2	2.00	54287.0	307.2
RCD 25%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	49447.0	5	2.00	49447.0	279.8
RCD 25%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52167.0	5	2.00	52167.0	295.2
RCD 50%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52653.0	5	2.00	52653.0	298.0
RCD 50%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52483.0	2	2.00	52483.0	297.0
RCD 50%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52596.0	2	2.00	52596.0	297.6
RCD 75%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	51657.0	5	2.00	51657.0	292.3
RCD 75%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52900.0	5	2.00	52900.0	299.4
RCD 75%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	53978.0	5	2.00	53978.0	305.5

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

Después de los logros obtenidos en el ensayo del esfuerzo a compresión, se hizo un cálculo para promediar las probetas de concreto analizadas en la edad de 7 días:

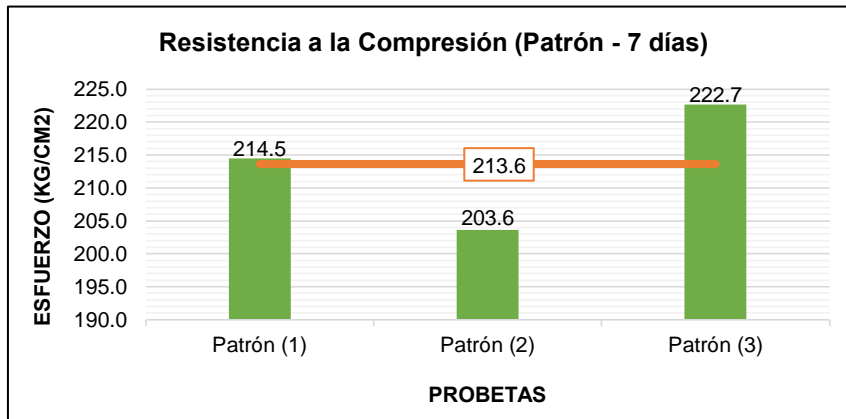


Gráfico 5. Promedio del esfuerzo en el concreto Patrón a los 7 días
Fuente: Propia

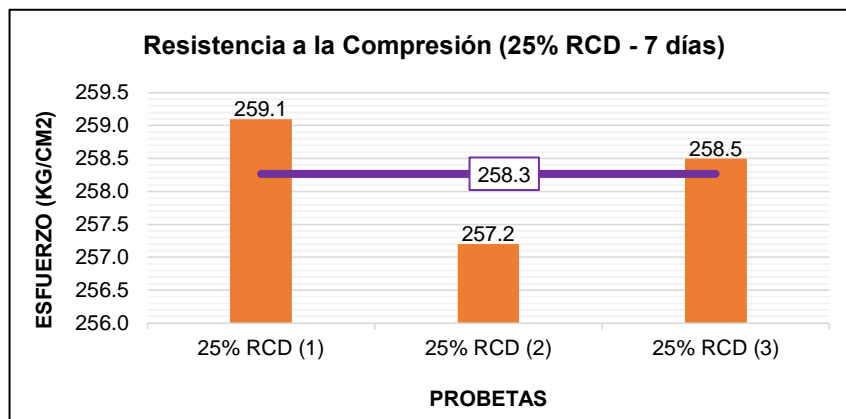


Gráfico 6. Promedio del esfuerzo en el concreto 25% RCD a los 7 días
Fuente: Propia

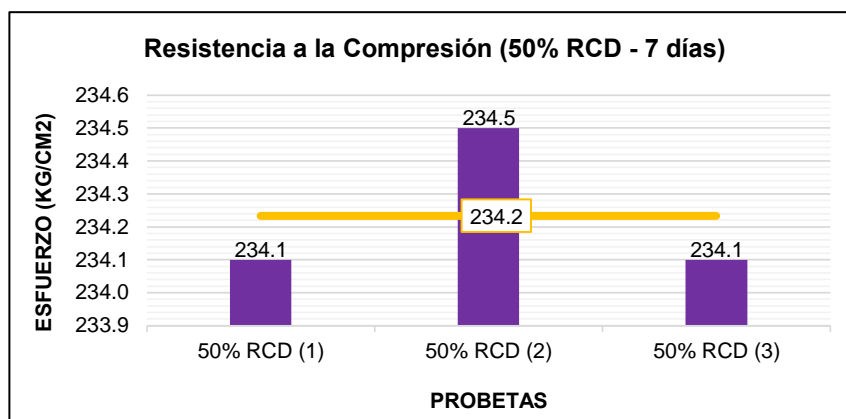


Gráfico 7. Promedio del esfuerzo en el concreto 50% RCD a los 7 días
Fuente: Propia

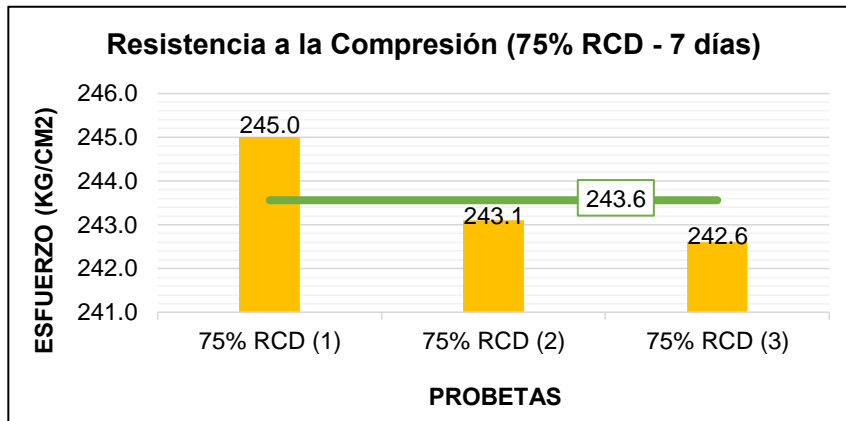


Gráfico 8. Promedio del esfuerzo en el concreto 75% RCD a los 7 días
Fuente: Propia

Seguidamente se hizo un cálculo para promediar las probetas de concreto analizadas en la edad de 14 días:

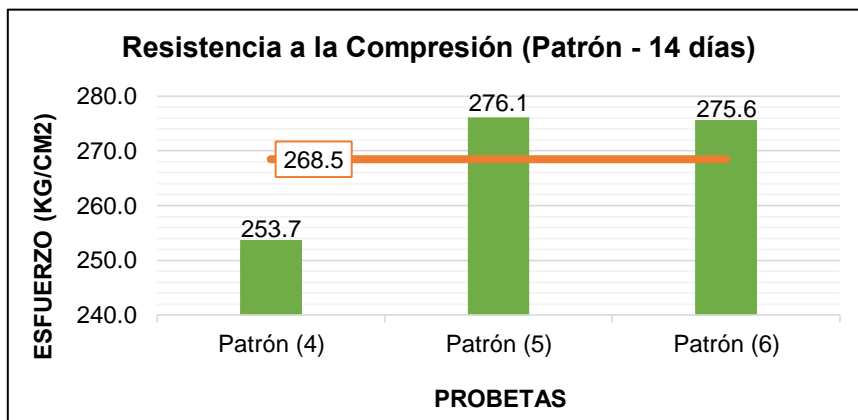


Gráfico 9. Promedio del esfuerzo en el concreto Patrón a los 14 días
Fuente: Propia

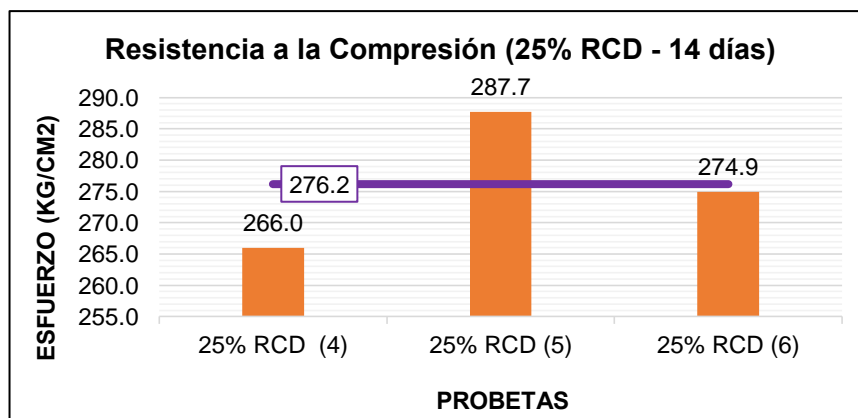


Gráfico 10. Promedio del esfuerzo en el concreto 25% RCD a los 14 días
Fuente: Propia

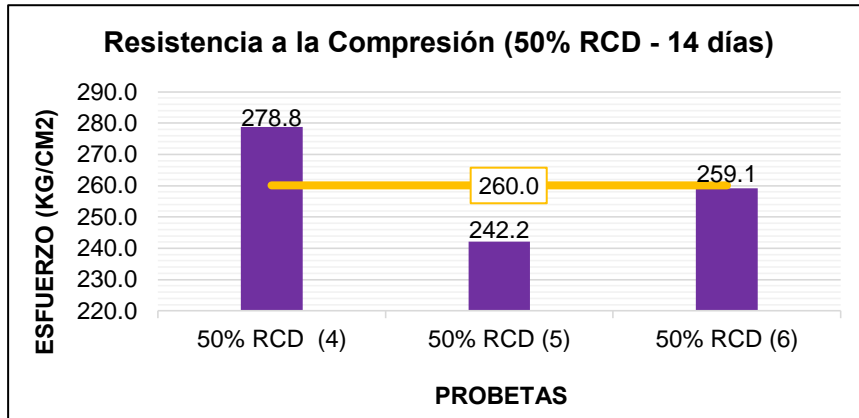


Gráfico 11. Promedio del esfuerzo en el concreto 50% RCD a los 14 días
Fuente: Propia

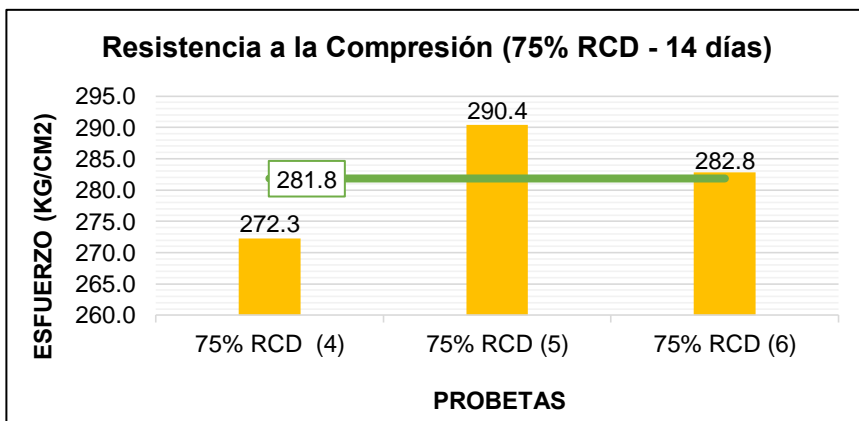


Gráfico 12. Promedio del esfuerzo en el concreto 75% RCD a los 14 días
Fuente: Propia

Por último se hizo un cálculo para promediar las probetas de concreto analizadas en la edad de 28 días:

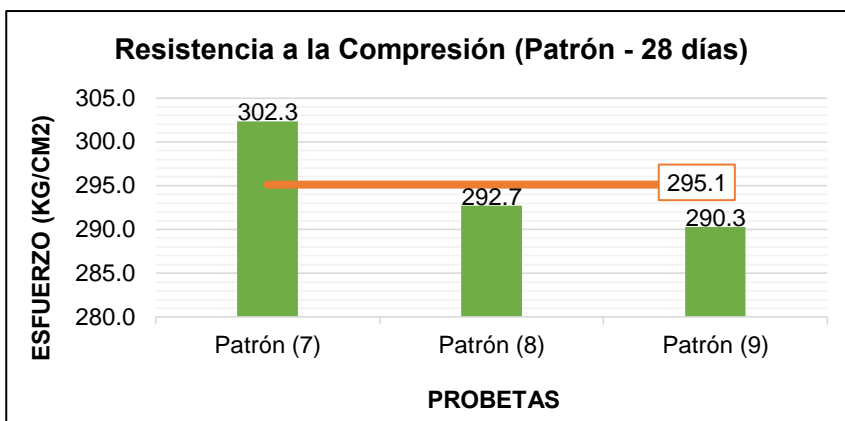


Gráfico 13. Promedio del esfuerzo en el concreto Patrón a los 28 días
Fuente: Propia

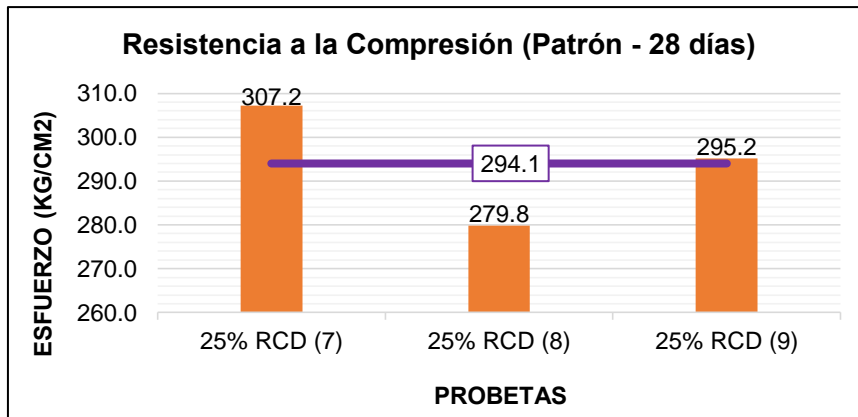


Gráfico 14. Promedio del esfuerzo en el concreto 25% RCD a los 28 días
Fuente: Propia

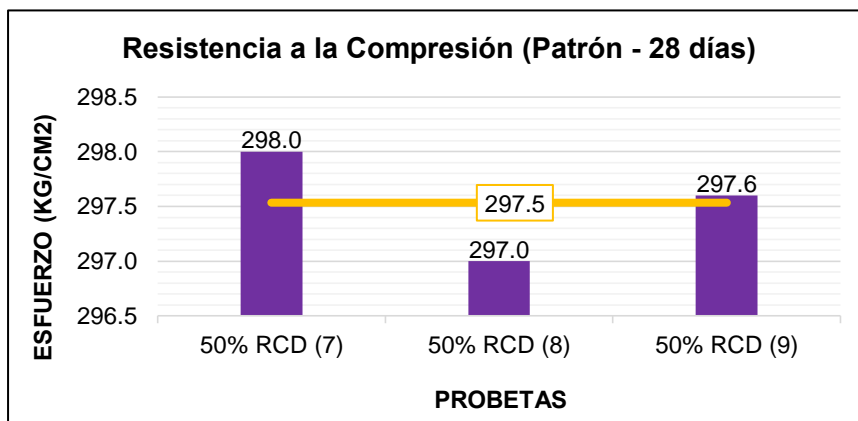


Gráfico 15. Promedio del esfuerzo en el concreto 50% RCD a los 28 días
Fuente: Propia

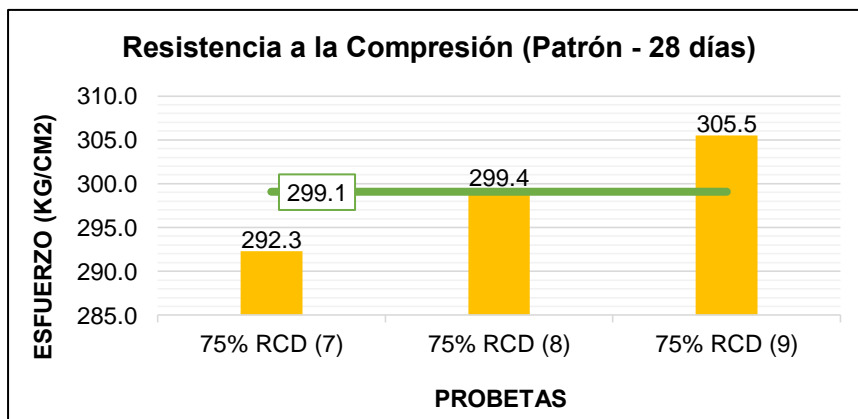


Gráfico 16. Promedio del esfuerzo en el concreto 75% RCD a los 28 días
Fuente: Propia

Al terminar el ensayo, con los datos recopilados en las guías de laboratorio, se realizó un análisis estadístico para identificar cuál de los porcentajes es el más conveniente para conseguir una resistencia adecuada y si llegaron a superar el concreto patrón.

Tabla 32. Resumen general de resistencia a la compresión

Identificación	PATRÓN			25% RCD			50% RCD			75% RCD		
	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28
Edad (días)	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28
Esfuerzo (kg/cm ²)	213.6	268.5	295.1	258.3	276.2	294.1	234.2	260.0	297.5	243.6	281.8	299.1
Porcentaje (%)	100	100	100	120.1	102.9	99.6	109.7	96.9	100.8	114.0	105.0	101.3

Fuente: Elaboración del laboratorio INGEOCONTROL SAC

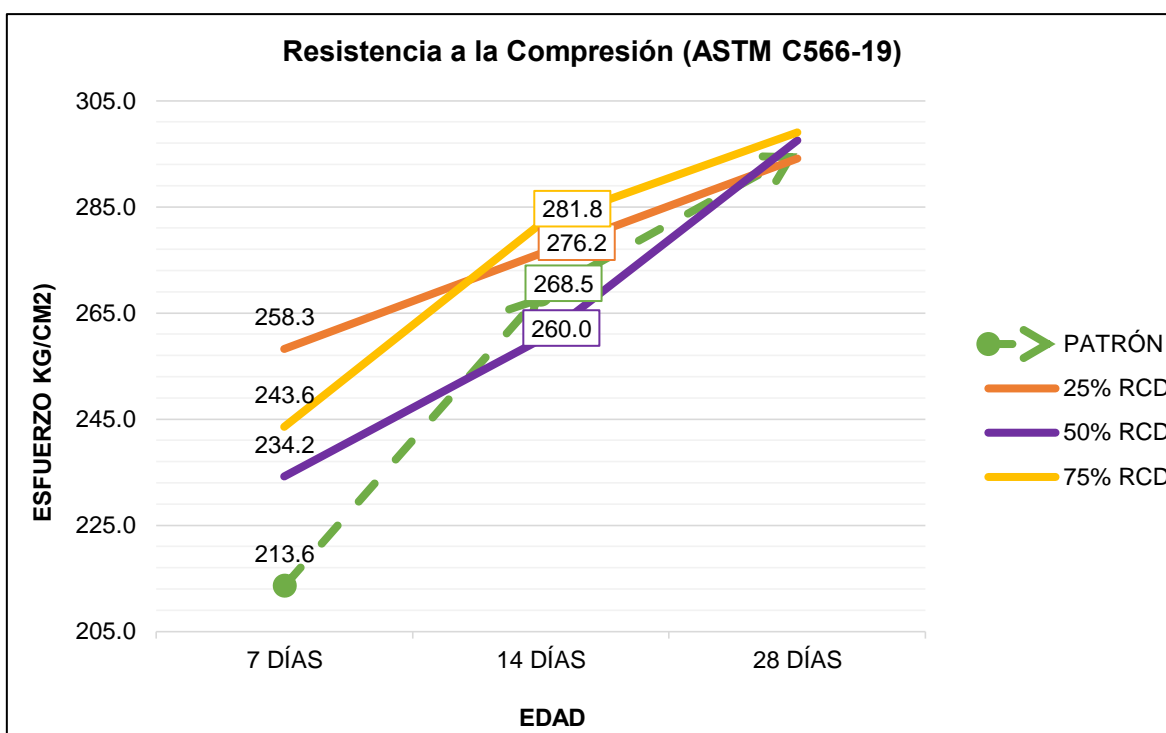


Gráfico 17. Resumen general de resistencia a la compresión
Fuente: Propia

En la tabla 32 y el gráfico 17, se puede visualizar que en el séptimo día después del vaciado de concreto en las probetas, la mezcla patrón presentaba una resistencia de 213.6 kg/cm², la mezcla con 25% RCD tenía 258.3 kg/cm², la mezcla con 50% RCD contaba con 234.2 kg/cm² y la mezcla con 75% RCD mostró una resistencia de 243.6 kg/cm². En el décimo cuarto día, la mezcla patrón presentaba una resistencia de 268.5 kg/cm², la mezcla con 25% RCD tenía 276.2 kg/cm², la mezcla con 50% RCD contaba con 260.0 kg/cm² y la

mezcla con 75% RCD mostró 281.8 kg/cm² de resistencia. En el vigésimo octavo día, la mezcla patrón presentaba una resistencia de 295.1 kg/cm², la mezcla con 25% RCD tenía 294.1 kg/cm², la mezcla con 50% RCD contaba con 297.5 kg/cm² y la mezcla con 75% RCD mostró 299.1 kg/cm² de resistencia.

En resumen, en el día 7 la mezcla con 25% RCD es la que mostró una alta resistencia superando a la mezcla patrón en un 20.1%, mientras iban avanzando los días se observa que en el día 14 la mezcla con más resistencia fue la de 75% RCD superando a la mezcla patrón en un 5% y finalmente en el día 28 se define las resistencias, teniendo como resultado a la mezcla con 75% RCD como superior de la mezcla patrón en un 1.3% casi igualada a la mezcla con 50% RCD que supera a la mezcla patrón en un 0.8%. Entonces, se puede afirmar que las mezclas con 50% RCD y con 75% RCD han superado a la mezcla patrón, mientras que la mezcla con 25% RCD no ha superado a la mezcla patrón por un pequeño porcentaje de 0.4%.

4.4. La contribución a la sostenibilidad

En esta última parte, se revisó algunos libros donde se definió acerca del desarrollo sostenible y lo necesario para lograr la contribución a la sostenibilidad.

Según Machín y Riverón (2020), la sostenibilidad aparece a consecuencia de una situación de la civilización humana en su fase consumidor-depredador (insostenibilidad) que amenaza el futuro de la humanidad (p. 45). Actualmente es muy frecuente el uso del concreto en edificaciones, al igual que también es muy habitual el desperdicio del mismo, entonces de acuerdo a la realidad problemática de esta investigación, lo que genera insostenibilidad en la zona de estudio es la mala gestión de los residuos sólidos de construcción & demolición, especificando al concreto.

Para reducir el impacto ambiental que tiene el concreto se aplicó uno de los principios mencionados por Machín y Riverón que fue la **regeneración** y la **sustitución**, los agregados naturales son recursos renovables, sin embargo, el concreto es considerado como no renovable por lo que su desperdicio debe disminuir. Entonces se reutilizó el concreto usado reemplazando al agregado natural para disminuir el desperdicio y el uso excesivo del recurso renovable. De

esta forma también se reduce la contaminación que generan los residuos de construcción & demolición al no existir puntos de acopio de los mismos. El agua también jugó un rol importante al momento de elaborar el concreto, por lo que al usar el material reciclado se generó un gasto adicional de este recurso.

Con respecto al área social, lo que se empleó es el aporte de un nuevo tipo de concreto que puede ser usado para edificaciones o para el ámbito vial. De igual manera para que la sostenibilidad llegue a funcionar, debe estar relacionada con la parte ambiental, entonces también se enseña un estilo de vida sostenible relacionando la reutilización de residuos sólidos, fomentando al orden y la limpieza.

En el aspecto económico, se empleó la economía circular, la cual según Jiménez y Pérez (2020), afirman que este pretende mantener y fortalecer el desarrollo socio-económico con el trabajo de manera sostenible, incorporando productos que cumplieron con su vida útil para su reutilización y seguir creando valor (p. 36). Es por ello que el concreto realizado con árido grueso reciclado es considerado parte de la economía circular por lo mencionado con anterioridad.

Después de considerar estos puntos clave para la contribución a la sostenibilidad, se llegó al resultado de que el concreto con árido grueso reciclado (residuos de construcción-demolición) podría ser calificado como un material sostenible casi al 95% ya que cumplió con el aspecto social y económico, pero en el aspecto ambiental el agua al ser utilizado en una cantidad superior al del concreto normal genera un impacto negativo ambiental.

V. DISCUSIÓN

En este capítulo se comparará con algunos antecedentes elegidos que tengan relación con las variables de este trabajo de investigación.

5.1. El material reciclado con residuos sólidos de construcción y demolición

Con respecto al material reciclado con residuos sólidos de construcción y demolición, los autores Vasco y De Brito (2015) en su artículo explicaron acerca de la utilización de los agregados reciclados de residuos de construcción de donde se obtiene las siguientes interpretaciones: Con el reemplazo del agregado natural por agregado reciclado ocasiona que la trabajabilidad del concreto sea alterada, por lo que es importante tener en cuenta los siguientes parámetros: porcentaje de reemplazo, tipo de material y el contenido de humedad. Los autores portugueses también expresaron que, entre todos los tipos de agregados reciclados, el agregado reciclado de concreto es el más adecuado debido a que tiene menos absorción de agua en comparación de los demás lo que hace que la consistencia sea más firme. Referente al tipo de agregado según el tamaño, afirman que para evitar bajos niveles de consistencia es mejor trabajar con fragmentos para agregado grueso.

En este trabajo de investigación, el tipo de agregado reciclado que se usó es el de concreto el cual después de ser separado en finos y gruesos, se obtuvo los siguientes resultados: El agregado fino reciclado contenía mayor cantidad de fragmentos de cemento lo cual genera mayor absorción de agua por lo que fue descartado, en cambio el agregado grueso reciclado tenía más partículas sólidas que podría ser más eficiente para la mezcla de concreto.



Figura 41. Agregado fino y grueso (reciclado)

Fuente: Propia

En el análisis del agregado grueso reciclado se tiene lo siguiente: El contenido de humedad de este tipo de agregado es de 2.3%, el cual tiene un incremento de 2.2% en comparación con el agregado grueso natural (0.1%). El peso unitario suelto y compactado del agregado grueso reciclado es de 1455 y 1571 kg respectivamente, mientras que del agregado grueso natural es de 1623 y 1796 kg.

Siendo así, el artículo de Vasco y Brito es considerado como aceptable en relación al trabajo de investigación puesto que comparando las interpretaciones se puede decir que como investigadora estoy de acuerdo con Vasco y Brito porque efectivamente es fundamental que las características del agregado reciclado sean los adecuados para tener mejores resultados en la trabajabilidad, por lo cual es necesario elegir un material reciclado que no tenga mucha absorción de agua y tenga un tamaño adecuado para que pueda reemplazar al agregado natural.

5.2. La elaboración del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Referente a la elaboración del concreto, los autores Elías, Flores, Barrera y Reyna (2020) trabajaron su tesis en 3 proporciones aparte de la mezcla patrón, los cuales son de 50%, 75% y 100% en las cuales reemplazaron el agregado fino y grueso por el agregado reciclado. Comparando las dosificaciones para el concreto, se connota lo siguiente:

Tabla 33. Cuadro comparativo de la dosificación

ELIAS, FLORES, BARRERA Y REYNA (2020)				MATEO (2021)			
MEZCLA	CANTIDAD DE MATERIALES EN VOLUMEN			MEZCLA	CANTIDAD DE MATERIALES EN VOLUMEN		
	A.G.	A.F.	A.G.R		A.G.	A.F.	A.G.R
PATRÓN	2	2	0	PATRÓN	2.8	2.1	0
25%	-	-	-	25%	2.1	2.1	0.7
50%	1	1	2	50%	1.4	2.1	1.5
75%	0	1	3	75%	0.7	2.1	2.2
100%	0	0	4	100%	-	-	-

Fuente: Propia

La investigadora de este trabajo de investigación se encuentra trabajando con las proporciones del 25%, 50% y 75% de las cuales las similares con el

artículo científico de Elías [et al.] (2020) son las proporciones de 50% y 75%. De donde la diferencia que se encuentra entre ambos es el reemplazo de los agregados, ya que la investigadora de este trabajo solo reemplaza el agregado grueso natural por el agregado reciclado.

Referente a la trabajabilidad del concreto, los autores Takami, Kumamoto y Nishibayashi (2003) analizaron en su artículo científico las propiedades del concreto con agregado reciclado en estado fresco y endurecido con 6 proporciones: 0%, 20%, 40%, 60%, 80% y 100% en las cuales reemplazaron el agregado natural (fino y grueso por separado) por el agregado reciclado. Comparando la trabajabilidad del concreto se obtiene lo siguiente:

Tabla 34. Cuadro comparativo de la trabajabilidad del concreto

TAKAMI, KUMAMOTO Y NISHIBAYASHI (2003)		MATEO (2021)	
MEZCLA (+ REDUCTOR DE AGUA)	SLUMP (CM A PULG)	MEZCLA (SIN REDUCTOR DE AGUA)	SLUMP (PULG)
PATRÓN	3 ½	PATRÓN	5
20%	4	25%	3 ¼
40%	3 ¾	40%	-
60%	2 ¾	50%	2 ¾
80%	3 ¾	75%	2
100%	3 ⅝	100%	-

Fuente: Propia

Con respecto a la trabajabilidad, Takami [et al.] (2003) trabajo con 6 porcentajes incluyendo el concreto patrón en donde se tiene que en la mezcla fue adicionado el reductor de agua para una mejor adaptación del Slump, se observa que gran parte de las proporciones mantiene y hasta supera el Slump del concreto patrón que en este caso es la proporción de 0%.

La investigadora del trabajo de investigación reciente trabajó solo con 4 porcentajes incluyendo el concreto patrón en donde no se adicionó aditivo alguno para observar la diferencia entre las proporciones de los concretos con agregado reciclado, en donde sí se nota la diferencia del Slump de cada proporción (a mayor reemplazo del agregado natural, el Slump baja).

Referente a la resistencia del concreto, Elías [et al.] (2020) obtuvieron los siguientes resultados de los porcentajes que utilizaron:

Tabla 35. Cuadro comparativo de la resistencia a la compresión

ELIAS, FLORES, BARRERA Y REYNA (2020)				MATEO (2021)			
MEZCLA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)			MEZCLA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)		
	7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS		7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS
PATRÓN	158.65	196.64	217.11	PATRÓN	213.6	268.5	295.1
25%	-	-	-	25%	258.3	276.2	294.1
50%	152.89	189.13	200.18	50%	234.2	260.0	297.5
75%	146.90	180.59	194.28	75%	243.6	281.8	299.1
100%	141.51	176.55	185.77	100%	-	-	-

Fuente: Propia

Según los resultados obtenidos por parte de ambos, se puede observar que los datos de los investigadores Elías [et al.] (2020) disminuyen cada que aumentan la proporción de agregado reciclado reemplazando al agregado natural (tanto grueso como fino), mientras que en la investigadora de este trabajo pasa todo lo contrario, puesto que en 2 de los 3 porcentajes donde se reemplaza al agregado natural (grueso) la resistencia aumenta por un porcentaje menor.

Entonces se puede decir que al utilizar el agregado reciclado como reemplazante del agregado fino, esto genera que haya reducción de la resistencia a la compresión, esto por el motivo de que este tipo de agregados contiene restos de cemento, los cuales no son muy estables al momento de realizar la elaboración del concreto, sin embargo si se usa el concreto reciclado como reemplazante solo del agregado grueso, llegaría a la resistencia establecida o incluso superarlo por un porcentaje mínimo.

5.3. La contribución a la sostenibilidad

Con respecto a la contribución a la sostenibilidad, los autores Bedoya y Dzul (2015) en su artículo científico expresaron que este demuestra que los agregados de residuos de escombros a pesar de presentar características diferentes a las de un concreto convencional si son aptas para ser empleadas como material para incorporar a una mezcla de concreto, puesto que no todas las mezclas tienen que ser elaboradas necesariamente para un uso estructural. Los investigadores al realizar sus ensayos incorporaron tanto para el árido grueso como para el agregado fino, por lo que afirman que la mezcla

en la que sustituye al 25% mantiene casi las mismas propiedades de un concreto convencional.

En esta investigación reciente, se aplicó la sustitución del agregado natural grueso por el agregado de concreto reciclado para disminuir el desperdicio y el uso excesivo del recurso renovable. El agua fue primordial al momento de elaborar la mezcla, puesto que el concreto elaborado con material reciclado tiene mayor capacidad de absorción por lo que al usar este material genera un gasto adicional del recurso agua. Este tipo de concreto puede ser usado tanto para edificaciones como para el ámbito vial, y puede ser un material sostenible casi al 95% ya que cumple con el aspecto social y económico, pero en el aspecto ambiental el agua al ser utilizado en una cantidad superior al del concreto normal genera un impacto negativo ambiental.

De esta manera es que el artículo científico de Bedoya y Dzul (2015) es considerado como aceptable en relación al trabajo de investigación porque comparando las interpretaciones se puede decir que como investigadora se está de acuerdo con Bedoya y Dzul (2015) porque sí es posible efectuar concretos reemplazando el árido natural por el agregado reciclado, permitiendo la reducción la extracción de los áridos naturales y la reutilización de los residuos sólidos, específicamente de construcción & demolición.

VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones para esta investigación en relación a los objetivos propuestos inicialmente son los siguientes:

- Los porcentajes establecidos de los materiales reciclados que sustituyeron al árido natural fueron de 25%, 50% y 75%. Para que el material reciclado cumpla con el diseño del concreto se seleccionó exclusivamente residuos de concreto, se realizó el análisis granulométrico y otros ensayos pertinentes para evidenciar sus características del cual se pudo observar que tuvo características un poco variadas con respecto al contenido de humedad, peso unitario y absorción, todo esto debido a la presencia de cemento y la reutilización del concreto seleccionado como sustituyente del agregado natural.
- El uso de este tipo de materiales reciclados (residuos de concreto) si contribuye a la sostenibilidad, esto es debido a que si asumimos la existencia de centros de acopio exclusivamente para la selección de residuos, la diferencia entre el costo del árido natural y el agregado reciclado es mínima. Además que se aporta con la reducción de la extracción de recursos naturales (piedra chancada) y se disminuiría los residuos sólidos no renovables como es el caso del concreto utilizado, para así, mejorar el impacto negativo ambiental y visual que genera los residuos de esta materia prima.
- Después de revisar textos confiables acerca de la sostenibilidad, se verificó que el concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción – demolición si aporta a la sostenibilidad, puesto a que cumple con los tres aspectos fundamentales de la sostenibilidad: Ambiental, social y económico. Ambiental, puesto que se está reemplazando un porcentaje del agregado natural por agregado reciclado. Social, porque se enseña el estilo de vida sostenible por la reutilización. Y económico, ya que al darle uso a un material que no es considerado como servible, se genera la economía circular.

- Por último, luego de analizar exhaustivamente la utilización de materiales reciclados con residuos de construcción–demolición en un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ se comprobó que comparado al concreto convencional, este no tiene mucha diferencia en las propiedades mecánicas (compresión) del concreto, sin embargo, si varía levemente en las propiedades físicas (trabajabilidad) por lo que, entre las 3 proporciones utilizada reemplazando el agregado grueso natural por el agregado grueso reciclado, el más óptimo para utilizar sería el concreto con 50% de residuo de construcción-demolición (residuos de concreto), porque supera mínimamente a la resistencia del concreto patrón y tiene una leve variación negativa en el Slump que se puede mejorar con aditivos. En conclusión, el concreto elaborado de materiales reciclados si influye en la contribución a la sostenibilidad porque se genera un nuevo aporte a la humanidad sin perjudicar al medio ambiente, aplicando la economía circular y generando nuevas prácticas y estilos de vida sostenibles para la sociedad.

VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que da la investigadora de este trabajo de investigación son:

- En vista de que el concreto elaborado con residuos de construcción & demolición si se puede considerar como un material apto para la construcción, se propone la incorporación de centros de acopio exclusivamente para la selección de este tipo de residuos para que un mejor control de calidad de esta materia prima y así se hagan mejores tratamientos y optimización en sus propiedades físicas y mecánicas.
- En consideración de los ensayos realizados de los tres porcentajes examinados, se recomienda utilizar el que tiene 50% de residuo de construcción–demolición debido a una resistencia y trabajabilidad aceptable.
- La trabajabilidad en la elaboración del concreto con material reciclado fue una de las propiedades que más salió afectada, esto a consecuencia de la absorción mayor que tiene el árido grueso reciclado, por lo que se sugiere el uso de aditivos como reductores de agua para poder mejorar la trabajabilidad del concreto.
- Finalmente, la utilización del concreto reciclado como reemplazante del árido natural es incorporado y hasta normado en otros países, por lo que se recomienda a realizar más investigaciones acerca del tema, puesto a que la reutilización de este residuo de acuerdo con lo indicado en textos confiables sería considerado como un recurso sostenible.

REFERENCIAS

- ¿Qué es el hormigón/cemento armado? [Artículo de blog]. Zaragoza: UMACON S.A., (05 de febrero de 2016). [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2020]
Disponible en: <http://www.umacon.com/noticia.php/es/que-es-el-hormigon-o-cemento-%20%20%20%20armado%20/409>
- ABANTO, Flavio. Tecnología del Concreto. Lima: Editorial San Marcos, 2017. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].
Disponible en: <http://crai.ucvlima.edu.pe/biblioteca/PortalBibliotecaConsultaLibre.aspx>
ISBN: 0978612315463
- ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica [en línea]. 6.^a ed. Caracas: Editorial Episteme, C.A., 2016. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].
Disponible en: <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-C3%93N-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
ISBN: 980-07-8529-9
- BEDOYA, Carlos y Dzul, Luis. El concreto con agregados reciclados como proyecto de sostenibilidad urbana. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. Vol. 30, n. °2 agosto 2015. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>
ISSN: 0718-5073
- CARVALHO, María y Vasconcelos, Simone. Reaproveitamento dos entulhos de concreto na construção de casas populares. Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO) [en línea]. Octubre 2008. [Fecha de consulta: 06 de octubre de 2020].
Disponible en: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STP_079_551_11839.pdf
ISSN: 2594-9713

- CASTRO, Luis. La planeación sostenible de ciudades: Propuestas para el desarrollo de infraestructura [en línea]. Ciudad de México: Editorial Fondo de Cultura Económica, 2018. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2020].
Disponibile en: <https://books.google.com.pe/books?id=foZjDwAAQBAJ&lpg=PP1&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 978-607-16-5684-1
- COILA, Ulises. Producción de concretos ecológicos y su desarrollo sostenible en la ciudad de Puno. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 206 pp.
Disponibile en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2598>
- COMITÉS Técnicos de Normalización (CTN) (Perú). Norma Técnica Peruana NTP 400.011.2020. Lima: Comités Técnicos de Normalización, 2020. 18 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].
- COMITÉS Técnicos de Normalización (CTN) (Perú). Norma Técnica Peruana NTP 400.037:2014. Lima: Comités Técnicos de Normalización, 2014. 18 pp. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020].
- DANIEL, Octavio. Metodología de la investigación. Los primeros pasos. *Universidad de Ciencias Médicas de La Habana*, 2016 [en línea]. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].
Disponibile en: <https://www.researchgate.net/publication/301341401>
- DISEÑO de mezclas de concreto: Conceptos Básicos [Artículo de blog]. Medellín: Osorio, J., (2018). [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].
Disponibile en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/disenio-mezclas-de-concreto-conceptos-basicos>
- EL concreto en el contexto de la sostenibilidad [Artículo de blog]. Ciudad de México: Burón, M., (2008). [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2020]
Disponibile en: <http://www.imcyc.com/ct2008/sept08/sustentabilidad.htm>

- ELIAS, Jorge, Flores, Jorge, Barrera, Ramon y Reyna, Cesar. Efecto de la Utilización de Agregados de Concreto Reciclado sobre el Ambiente y la Construcción de Viviendas en la Ciudad de Huamachuco. *Revista PURIQ* [en línea]. Vol. 2, n.º1 enero – abril 2020. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://doi.org/10.37073/puriq.2.1.68>
- GARCÍA, Raquel. Gestión de residuos inertes. UF0286 [en línea]. Logroño: Tutor Formación, 2019. [Fecha de consulta: 04 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=wC2VDwAAQBAJ&lpg=PA1&pg=PA1#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 978-84-17943-01-1
- GIL, Juan. Técnicas e Instrumentos para la recogida de Información [en línea]. Madrid: Editorial UNED, 2016. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=ANrkDAAAQBAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 978-843-62-7128-7
- GÓMEZ, Marcelo. Introducción a la metodología de la investigación científica [en línea]. Córdoba: Editorial Brujas, 2006. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
ISBN: 987-591-026-0
- HERNANDEZ, Roberto, Fernández, Carlos y Baptista, María. Metodología de la Investigación [en línea]. 6.ª ed. Ciudad de México: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2014. [Fecha de consulta: 11 de octubre de 2020]. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
ISBN: 978-1-4562-2396-0
- HÜNNEMEYER, Anne y De Camino Ronnie y Müller Sabine. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: indicadores para la agricultura y los

recursos naturales [en línea]. San José: Bib. Orton IICA/CATIE, 1997. [Fecha de consulta: 07 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=LCmjkuvfe4AC&lpg=PP1&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 978-929-03-9334-4

- JIMÉNEZ, Luis y Pérez, Elena. Economía Circular-Espiral: Transición hacia un metabolismo económico cerrado [en línea]. Madrid: ECOBOOK, 2020. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=5RvJDwAAQBAJ&lpg=PA1&dq=economia%20circular&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=economia%20circular&f=false>

ISBN: 978-84-948178-5-4

- LEÓN, Juan. En Lima se generan 19 mil toneladas de desmonte al día y el 70% va al mar o ríos [en línea]. *El Comercio*. 26 de agosto de 2017. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2020].

Disponible en: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/lima-generan-19-mil-toneladas-desmonte-dia-70-mar-rios-noticia-453274-noticia/>

- LERMA, Hector. Metodología de la Investigación: Propuesta, anteproyecto y proyecto [en línea]. 5.ª ed. Bogotá: Ecoe Ediciones, 2016. [Fecha de consulta: 12 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=COzDDQAAQBAJ&prints=ec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 978-958-77-1346-6

- LOZADA, José. Investigación Aplicada. Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica* [en línea]. Vol. 3, n.º 1, 2014. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

ISSN: 1390-9592

- MACHÍN, Francisco y Riverón, Aleida. Sostenibilidad del desarrollo y formación de ingenieros [en línea]. La Habana: Editorial Universitaria (Cuba), 2013. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2021].

Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=dyL3DwAAQBAJ&lpg=PP1&hl=es&pg=PR2#v=onepage&q&f=false>

ISBN: 978-959-16-2207-5

- MALLIKARJUNA, Reddy y Manikanta, Sai. Effect of Recycled Aggregates on Strength and performance of Recylced Aggregate Concrete [Efecto de los áridos reciclados sobre la resistencia y el rendimiento del hormigón árido reciclado]. ICMED 2020 [en línea]. Vol. 184, n.º01085, 2020. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202018401085>

- MINISTERIO de la Presidencia (España). Real Decreto 105/2008. Madrid: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado, 2008. 13 pp. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2008/BOE-A-2008-2486-consolidado.pdf>

- MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Decreto Supremo N° 019–2016–VIVIENDA. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016. 30 pp. [Fecha de consulta: 03 de octubre de 2020].

Disponible en: <http://nike.vivienda.gob.pe/dgaa/Archivos/DS-019-2016-VIVIENDA.pdf>

- MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento (Perú). Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2020. 201 pp. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf

- MUNICIPIO sanciona a vecino por arrojar desmante a la calle [en línea]. Municipalidad de San Martín de Porres. 10 de febrero del 2017. [Fecha de consulta: 16 de septiembre de 2020].
Disponibile en: <https://www.mdsmp.gob.pe/actividad.php?id=5365>
- OTERO, Alfredo. Enfoque De Investigación [En línea]. Barranquilla: Universidad del Atlántico, 2018. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2020].
Disponibile en: <https://www.researchgate.net/publication/326905435>
- PASQUEL, Enrique. Tópicos de Tecnología del Concreto en el Perú [En línea]. 2.ª ed. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú – Consejo Nacional, 1999. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].
Disponibile en: https://es.slideshare.net/cmanuel_locky/topicos-de-tecnologia-del-concreto-en-el-peru
- RODRICH, Sandra y Silva, Julio. Influencia del agregado de concreto reciclado sobre las propiedades mecánicas en un concreto convencional, Trujillo 2018. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Civil, 2018. 227 pp.
Disponibile en: <http://hdl.handle.net/11537/14824>
- SÁNCHEZ, Walter. Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para el diseño de mezclas ($f'c=175\text{kg/cm}^2$) distrito José Leonardo Ortiz – Chiclayo – Lambayeque. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Chiclayo: Universidad Privada César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2019. 116 pp.
Disponibile en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/37983>
- TAKAMI, Shinichi, Kumamoto, Hideyuki y Nishibayashi, Shinzo. A study on the properties of fresh and hardened concrete mixed normal and recycled aggregate [Un estudio sobre las propiedades de hormigón fresco y endurecido mezclado con áridos normales y reciclados]. *Journal of the Society of Materials Science, Japan* [Revista de la Sociedad de Ciencia de Materiales, Japón] [en línea]. Vol. 52, n. °9 septiembre 2003. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://doi.org/10.2472/jsms.52.1037>
ISSN: 1880-7488

- VASCO, Rui y De Brito, Jorge. Use of recycled aggregates from construction and demolition wastes in the production of structural concrete [Uso de agregados reciclados de residuos de construcción y demolición en la producción de concreto estructural]. *Euro Elecs 2015* [en línea]. Vol. 2, julio 2015. [Fecha de consulta: 05 de octubre de 2020].

Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/285056386>
ISBN: 978-989-96543-8-9

- ZAMORA, Carlos. Influencia del uso de fibras de polipropileno Fibromac en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ kg/cm². Tesis (Título Profesional de Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2014. 119 pp.

Disponible en: <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/352>

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de operacionalización de variables

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Materiales reciclados con Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	García (2019) define los residuos de construcción-demolición como residuos inertes, es decir, que son residuos que no son biodegradables y general impacto negativo visual porque estos tienen un gran volumen y un escaso control ambiental (p. 6).	Los residuos de construcción-demolición serán utilizados como sustituyente de una proporción de agregado natural para la elaboración de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.	Generación de residuos	Zonas donde se genere mayor cantidad de residuos	Razón
				Tipos de residuos de construcción y demolición	Residuos peligrosos	Razón
					Residuos no peligrosos	Razón
				Selección de materiales reciclados con RCD	Granulometría	Razón
DEPENDIENTE	Elaboración de un concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	Umacon (2016) explica que el concreto es un material compuesto que se utiliza en diferentes construcciones y su elaboración se basa principalmente en la proporción de sus componentes (párr. 1 y 2)	Para la elaboración de un concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ se debe tener en cuenta las proporciones de los materiales (especialmente del agregado reciclado) en el diseño de mezcla, de igual manera se debe considerar que el concreto cumpla con las propiedades fundamentales del concreto.	Diseño de mezcla	Concreto Patrón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$	Razón
					Con porcentaje de agregado reciclado sustituyente (25%)	Razón
					Con porcentaje de agregado reciclado sustituyente (50%)	Razón
					Con porcentaje de agregado reciclado sustituyente (75%)	Razón
	Propiedades fundamentales del concreto	Trabajabilidad	Razón			
		Resistencia a la Compresión	Razón			
	Contribución a la sostenibilidad	Según Castro [et al.] (2018) La sostenibilidad consiste en tres aspectos principales: Sostenibilidad ambiental, económica y social, las cuales deben satisfacer las necesidades actuales, sin afectar a futuras generaciones (p. 18).	Para poder verificar que la elaboración del concreto con material reciclado cumpla con la contribución a la Sostenibilidad se deberá analizar el aspecto medio ambiental, económico y social que otorga este trabajo de investigación.	Medio Ambiente	Impacto Ambiental del Concreto Convencional	Razón
					Impacto Ambiental del Concreto con Agregado Reciclado	Razón
				Economía	Beneficio Económico del Concreto con Agregado Reciclado	Razón
				Sociedad	Beneficio Social del Concreto con Agregado Reciclado	Razón

Fuente: Propia

ANEXO 2. Matriz de consistencia

TÍTULO:		ANÁLISIS DE MATERIALES RECICLADOS CON RCD EN LA ELABORACIÓN DE UN CONCRETO F'C=210KG/CM2 PARA LA CONTRIBUCIÓN A LA SOSTENIBILIDAD					
AUTORA:		BRITTANY ALEJANDRA MATEO CAMARGO					
	PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
GENERAL	¿De qué manera el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición influirá en la elaboración de un concreto f'c=210 kg/cm2 para la contribución con la sostenibilidad?	Analizar el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición en un concreto de f'c=210kg/cm2 para la contribución a la sostenibilidad.	El uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición si influyen en la contribución a la sostenibilidad.	Variable Independiente: Materiales reciclados con Residuos de Construcción y Demolición (RCD)	Generación de residuos	Zonas donde se genere mayor cantidad de residuos	Método de investigación Método Científico
					Tipos de residuos de construcción y demolición	Residuos peligrosos	
					Selección de materiales reciclados con RCD	Residuos no peligrosos	
ESPECÍFICOS	¿De qué manera el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición cumplirán con los requisitos de un concreto f'c=210 kg/cm2?	Establecer el porcentaje de los materiales reciclados con residuos de construcción-demolición para el cumplimiento del diseño de un concreto f'c=210kg/cm2.	El uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición si cumplen con el diseño para la elaboración del concreto de f'c=210kg/cm2.	Variable Dependiente 1: Elaboración de un concreto f'c=210kg/cm2	Diseño de mezcla	Con porcentaje de agregado reciclado sustituyente (25%)	
						Con porcentaje de agregado reciclado sustituyente (50%)	
						Con porcentaje de agregado reciclado sustituyente (75%)	Enfoque de investigación Enfoque Cuantitativo
						Propiedades fundamentales del concreto	
¿Cómo contribuirá el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición a la reducción del impacto negativo del concreto?	Determinar si el uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición contribuye a la reducción del impacto negativo del concreto.	El uso de materiales reciclados con residuos de construcción-demolición contribuye a la reducción del impacto negativo del concreto.			Resistencia a la Compresión	Tipo de investigación Tipo Aplicada	
¿De qué modo el concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción-demolición aportará a la sostenibilidad?	Verificar que el concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción-demolición aporte a la sostenibilidad.	El concreto elaborado de material reciclado con residuos de construcción-demolición aporta a la sostenibilidad.	Variable Dependiente 2: Contribución a la sostenibilidad	Medio Ambiente	Impacto Ambiental del concreto convencional		
					Impacto Ambiental del concreto reciclado	Nivel de investigación Tipo Descriptivo	
				Economía	Beneficio Económico del concreto con agregado reciclado		
				Sociedad	Beneficio Social del concreto con agregado reciclado		

Fuente: Propia

ANEXO 4. Resultados de ensayos del laboratorio INGEOCONTROL S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-87
	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566-19	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

PROYECTO	: Analisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad	REGISTRO N°: IGC21-LEM-063-01
SOLICITANTE	: Brittany Alejandra Mateo Camargo	MUESTREADO POR : Solicitante
CLIENTE	: Universidad Cesar Vallejo	ENSAYADO POR : R. Leyva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	FECHA DE ENSAYO : 26/1/2021
		TURNO : Diurno

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO



ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	692.0	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	7637.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	7629.0	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.1	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	149.5	Trapiche
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	635.0	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	625.1	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.1	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO RECICLADO

ITEM	DESCRIPCION	UND.	DATOS	CANTERA
1	Masa del Recipiente	g	231.6	---
2	Masa del Recipiente + muestra húmeda	g	1952.5	
3	Masa del Recipiente + muestra seca	g	1914.5	
4	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.3	

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

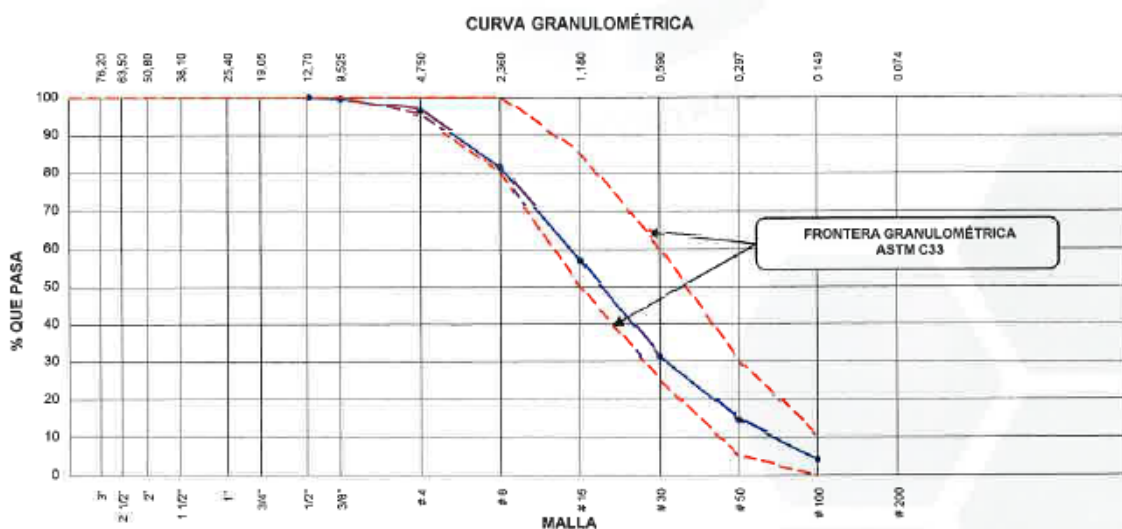
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136**

Código	AE-FO-63
Versión	01
Fecha	07-05-2018
Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de RCD en la elaboración de concreto f'c = 210 kg/cm ² para la contribución a la sostenibilidad	Registro N°:	IGC21-LEM-063-02
Solicitante	: Brittany Alejandra Mateo Camargo	Muestreado por :	Solicitante
Cliente	: Universidad Cesar Vallejo	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Ensayo:	26/1/2021
Material	: Agregado fino	Turno:	Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO FINO ASTM C33/C33M - 18 - ARENA GRUESA							
Malla		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que pasa	ASTM "LIM INF"	ASTM "LIM SUP"
4"	100.00 mm					100.00	100.00
3 1/2"	90.00 mm					100.00	100.00
3"	75.00 mm					100.00	100.00
2 1/2"	63.00 mm					100.00	100.00
2"	50.00 mm					100.00	100.00
1 1/2"	37.50 mm					100.00	100.00
1"	25.00 mm					100.00	100.00
3/4"	19.00 mm					100.00	100.00
1/2"	12.50 mm				100.00	100.00	100.00
3/8"	9.50 mm	2.3	0.55	0.55	99.45	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	12.9	3.10	3.65	96.35	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	63.1	15.15	18.80	81.20	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	101.3	24.32	43.12	56.88	50.00	85.00
# 30	600 µm	106.6	25.59	68.72	31.28	25.00	60.00
# 50	300 µm	89.6	16.71	85.43	14.57	5.00	30.00
# 100	150 µm	43.5	10.44	95.87	4.13	0.00	10.00
Fondo	-	17.2	4.13	100.00	0.00	-	-
						MF	3.16
						TMN	---



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Voemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS
ASTM C136

Código	AE-FO-63
Versión	01
Fecha	07-05-2018
Página	1 de 1

Proyecto : Analisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad
 Solicitante : Brittany Alejandra Mateo Camargo
 Atención : Universidad Cesar Vallejo
 Ubicación de Proyecto : ---
 Material : Agregado Grueso

Registro N°: IGC21-LEM-063-03

Muestreado por : Solicitante
 Ensayado por : R. Leyva
 Fecha de Ensayo: 26/1/2021
 Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : ---
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 5

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm	472.2	6.81	6.81	93.19	90.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	5029.6	72.53	79.34	20.66	20.00	55.00
1/2 in	12.50 mm	1363.2	19.66	98.99	1.01	0.00	10.00
3/8 in	9.50 mm	52.9	0.76	99.76	0.24	0.00	5.00
No. 4	4.75 mm	16.9	0.24	100.00		0.00	0.00
No. 8	2.36 mm					0.00	0.00
No. 16	1.18 mm					0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm					0.00	0.00
< No. 200	< No. 200					-	-
						MF	7.00
						TMN	1 in



INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

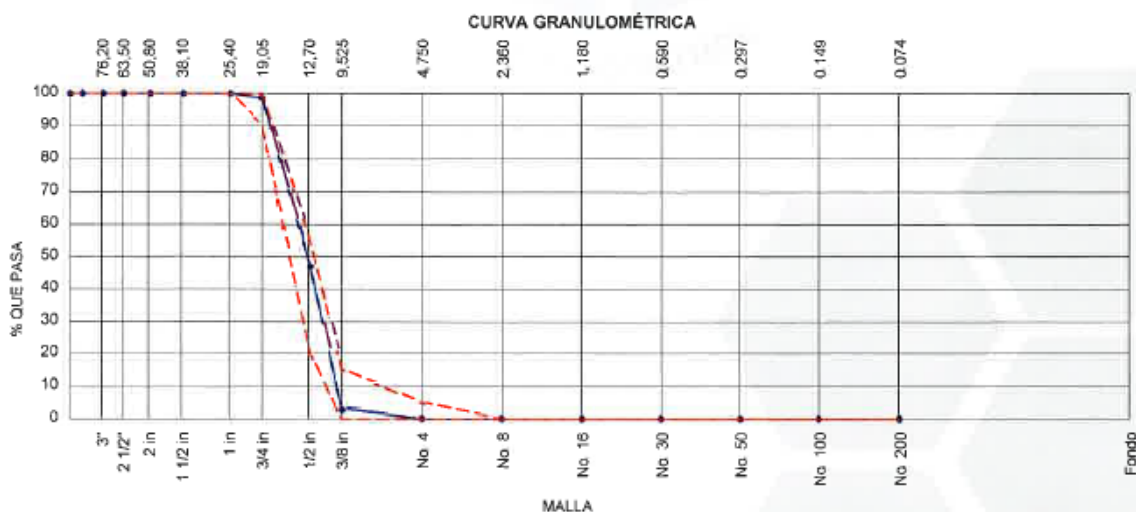



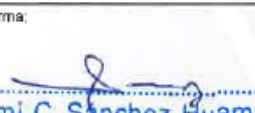

INFORME	Código	AE-FO-63
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS ASTM C136	Versión	01
	Fecha	07-05-2018
	Página	1 de 1


Proyecto	: Analisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad	Registro N°:	IGC21-LEM-063-04
Solicitante	: Brittany Alejandra Mateo Camargo	Muestreado por :	Solicitante
Atención	: Universidad Cesar Vallejo	Ensayado por :	R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Ensayo:	27/11/2021
Material	: Agregado Reciclado	Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---		
Procedencia	: ---		
N° de Muestra	: ---		
Progresiva	: ---		

AGREGADO GRUESO ASTM C33/C33M - 18 - HUSO # 6

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	ESPECIFICACIÓN	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	100.00	100.00
3 in	75.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	100.00	100.00
2 in	50.00 mm				100.00	100.00	100.00
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	100.00	100.00
1 in	25.00 mm				100.00	100.00	100.00
3/4 in	19.00 mm	23.3	1.39	1.39	98.61	90.00	100.00
1/2 in	12.50 mm	869.3	51.80	53.18	46.82	20.00	55.00
3/8 in	9.50 mm	737.5	43.94	97.13	2.67	0.00	15.00
No. 4	4.75 mm	48.2	2.87	100.00		0.00	5.00
No. 8	2.36 mm					0.00	0.00
No. 16	1.18 mm					0.00	0.00
No. 30	600 µm					0.00	0.00
No. 50	300 µm					0.00	0.00
No. 100	150 µm					0.00	0.00
No. 200	75 µm					0.00	0.00
< No. 200	< No. 200					-	-
						MF	6.97
						TMN	1/2"



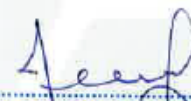


INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-67
	DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto	: Analisis de RCD en la elaboración de concreto f'c = 210 kg/cm2 para la contribución a la sostenibilidad	Registro N°: IGC21-LEM-063-05
Solicitante	: Brittany Alejandra Mateo Camargo	Muestreado por : Solicitante
Cliente	: Universidad Cesar Vallejo	Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto	: ---	Fecha de Ensayo: 28/1/2021
Material	: Agregado Fino	Turno: Diurno
Código de Muestra	: ---	
Procedencia	: ---	
N° de Muestra	: ---	
Progresiva	: ---	

	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Masa Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	500.0	500.0	
B	Masa Frasco + agua	660.1	660.9	
C	Masa Frasco + agua + muestra SSS	973.8	975.1	
D	Masa del Mat. Seco	491.3	490.7	
Gravedad específica OD = D/(B+A-C)		2.64	2.64	2.639
Gravedad específica SSS = A/(B+A-C)		2.68	2.69	2.667
Densidad relativa (Gravedad específica aparente) = D/(B+D-C)		2.77	2.78	2.773
% Absorción = 100*((A-D)/D)		1.8	1.9	1.8

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME		Código	AE-FO-78
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15		Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Analisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad Registro N°: IGC21-LEM-063-06

Solicitante : Brittany Alejandra Mateo Camargo Muestreado por : Solicitante

Atención : Universidad Cesar Vallejo Ensayado por : J. Gutierrez

Ubicación de Proyecto : --- Fecha de Ensayo: 27/1/2021




Material : Agregado grueso Turno: Diurno

Tipo de muestra : ---
Procedencia : ---
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---

DATOS		A	B
1	Masa de la muestra sss	2220.0	2125.0
2	Masa de la muestra sss sumergida	1436.4	1374.0
3	Masa de la muestra secada al horno	2208.4	2109.7

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Gravedad específica OD	2.818	2.809	2.814
Gravedad específica SSS	2.833	2.830	2.831
Densidad relativa (Gravedad específica aparente)	2.861	2.868	2.864
Absorción (%)	0.5	0.7	0.6

INGECONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jory C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA)
Y LA ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS
ASTM C127-15

Código

AE-FO-78

Versión

01

Fecha

30-04-2018

Página

1 de 1

Proyecto : Análisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210$ kg/cm² para la contribución a la sostenibilidad

Registro N°: IGC21-LEM-063-07

Solicitante : Brittany Alejandra Mateo Camargo

Muestreado por : Solicitante

Atención : Universidad Cesar Vallejo

Ensayado por : J. Gutierrez

Ubicación de Proyecto : ---

Fecha de Ensayo: 27/1/2021

Material : Agregado grueso reciclado

Turno: Diurno

Tipo de muestra : ---

Procedencia : ---




N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

DATOS		A	B
1	Masa de la muestra sss	1922.6	2016.4
2	Masa de la muestra sss sumergida	1149.4	1205.0
3	Masa de la muestra secada al horno	1809.9	1901.0

RESULTADOS	1	2	PROMEDIO
Gravedad específica OD	2.341	2.343	2.342
Gravedad específica SSS	2.487	2.485	2.486
Densidad relativa (Gravedad específica aparente)	2.740	2.731	2.736
Absorción (%)	6.2	6.1	6.1

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME		Código	AE-FO-101
DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a		Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Analisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210$ kg/cm² para la contribución a la sostenibilidad Registro N°: IGC21-LEM-063-08

Solicitante : Brittany Alejandra Mateo Camargo Muestreado por : Solicitante

Atención : Universidad Cesar Vallejo Ensayado por : B. Melgar

Ubicación de Proyecto : --- Fecha de Ensayo: 26/1/2021

Material : Agregado Fino Turno: Diurno

Código de Muestra : ---

Procedencia : Cantera Trapiche

N° de Muestra : ---

Progresiva : ---

PESO UNITARIO SUELTO


IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.627	1.627	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.184	6.188	
Peso de muestra suelta (kg)	4.557	4.561	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1622	1624	

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	1.627	1.627	
Volumen de molde (m3)	0.002809	0.002809	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	6.661	6.684	
Peso de muestra suelta (kg)	5.034	5.057	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1792	1800	

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad Registro N°: **IGC21-LEM-063-09**
Solicitante : Brittany Alejandra Mateo Camargo Muestreado por : Solicitante
Atención : Universidad Cesar Vallejo Ensayado por : R. Leyva
Ubicación de Proyecto : --- Fecha de Ensayo: 26/11/2021
Material : Agregado Grueso Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
Procedencia : Cantera Trapiche
N° de Muestra : ---
Progresiva : ---



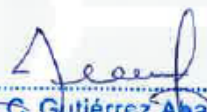
PESO UNITARIO SUELTO


IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m3)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	13.758	13.758	
Peso de muestra suelta (kg)	10.305	10.305	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1455	1455	1455

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m3)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	14.560	14.602	
Peso de muestra suelta (kg)	11.107	11.149	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1566	1574	1571

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-101
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29M - 17a	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

Proyecto : Analisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad Registro N°: IGC21-LEM-063-10
 Solicitante : Brittany Alejandra Mateo Camargo Muestreado por : Solicitante
 Atención : Universidad Cesar Vallejo Ensayado por : R. Leyva
 Ubicación de Proyecto : --- Fecha de Ensayo: 26/1/2021
 Material : Agregado Grueso Reciclado Turno: Diurno

Código de Muestra : ---
 Procedencia : Cantera Trapiche
 N° de Muestra : ---
 Progresiva : ---




PESO UNITARIO SUELTO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m3)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	12.152	12.211	
Peso de muestra suelta (kg)	8.699	8.758	
PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1228	1236	1232

PESO UNITARIO COMPACTADO

IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
Peso de molde (kg)	3.453	3.453	
Volumen de molde (m3)	0.007084	0.007084	
Peso de molde + muestra suelta (kg)	12.884	12.844	
Peso de muestra suelta (kg)	9.431	9.391	
PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1331	1326	1328

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME	Código	AE-FO-93
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01
	Fecha	30-09-2019
	Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución
 Solicitante : Britany Alejandra Mateo Camargo
 Atención : Universidad Cesar Vallejo
 Ubicación de Proyecto : ---

REGISTRO N°: IGC21-LEM-083-11
 REALIZADO POR : K. Flores
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ELABORACIÓN : 1/2/2021

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino Fc de diseño: 210 kg/cm²
 Procedencia : --- Asentamiento: 3" - 4"
 Cemento : Cemento Andino Código de mezcla: ---

- | | |
|---|--|
| <p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA
 $F'_{cr} = 294$</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO
 $R_{a/c} = 0.57$</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
 Agua = 210 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
 Aire = 1.5%</p> | <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
 Cemento = 368 kg = 8.7 Bolsas x m³</p> <p>6. ADITIVO
 No aplica</p> <p>7. ADICIONES
 No aplica</p> |
|---|--|

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN	
Cemento Andino	3150 kg/m ³	0.1170 m ³							
Agua	1000 kg/m ³	0.2100 m ³							
Aire atrapado = 1.5%	---	0.0150 m ³							
Agregado grueso	2831 kg/m ³	0.3518 m ³	0.1%	0.6%	7.00	1455	1571	1"	
Agregado fino	2687 kg/m ³	0.3062 m ³	2.1%	1.8%	3.16	1623	1766	---	
Agregado reciclado	2486 kg/m ³	0.0000 m ³	2.3%	6.1%	6.97	1232	1328	1/2"	
Volumen de pasta		0.3420 m ³							
Volumen de agregados		0.6580 m ³							

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS
- | | | | |
|--------------------|-------|-------------------------|----------|
| Agregado grueso | 53.5% | = 0.3518 m ³ | = 996 kg |
| Agregado fino | 46.5% | = 0.3062 m ³ | = 823 kg |
| Agregado reciclado | 0.0% | = 0.0000 m ³ | = 0 kg |

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HUMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	213 L
Agregado reciclado	0 kg	0 kg
Agregado grueso	996 kg	997 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
PUT		2418 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD
- | | |
|--------------------|--------|
| Agregado grueso | 997 kg |
| Agregado fino | 840 kg |
| Agregado reciclado | 0 kg |

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD
- | | |
|------|-------|
| Agua | 213 L |
|------|-------|

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
- CEM A.F. A.G. AGUA
 1 : 2.1 : 2.8 : 24.5 L

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.036 m³

COMPONENTE	PESO HUMEDO
Cemento Andino	13,263 kg
Agua	7,65L
Agregado reciclado	0kg
Agregado grueso	35,692 kg
Agregado fino	30,243 kg
Slump obtenido	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: 	JEFE LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	CGC - LEM Nombre y firma: Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME	Código	AE-FO-93
DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01
	Fecha	30-09-2019
	Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución
 Solicitante : Britany Alejandra Mateo Camargo
 Atención : Universidad Cesar Vallejo
 Ubicación de Proyecto : ---

REGISTRO N°: IGC21-LEM-063-12
 REALIZADO POR : K. Flores
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ELABORACIÓN : 1/2/2021

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
 Procedencia : ---
 Cemento : Cemento Andino

f_c de diseño: 210 kg/cm²
 Asentamiento: 3" - 4"
 Código de mezcla: ---

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f'_{cr} = 294$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.57$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 210 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 368 kg = 6.7 Bolsas x m³

6. ADITIVO

No aplica

7. ADICIONES

No aplica

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO						
Cemento Andino	3150 kg/m ³	0.1170 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2100 m ³						
Aire atrapado = 1.5%	---	0.0150 m ³						
Agregado grueso	2831 kg/m ³	0.2639 m ³	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	TMN
Agregado fino	2687 kg/m ³	0.3062 m ³	0.1%	0.6%	7.00	1455	1571	1"
Agregado reciclado	2486 kg/m ³	0.0880 m ³	2.1%	1.0%	3.16	1623	1796	---
			2.3%	6.1%	6.97	1232	1328	1/2"
Volumen de pasta		0.3420 m ³						
Volumen de agregados		0.6580 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 40.1% = 0.2639 m³ = 747 kg
 Agregado fino 46.5% = 0.3062 m³ = 823 kg
 Agregado reciclado 13.4% = 0.0880 m³ = 219 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	220 L
Agregado reciclado	219 kg	224 kg
Agregado grueso	747 kg	748 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
	PUT	2400 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 748 kg
 Agregado fino 840 kg
 Agregado reciclado 224 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 220 L

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.038 m³

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	14 kg
Agua	8.344L
Agregado reciclado	8.5kg
Agregado grueso	28.415 kg
Agregado fino	31.823 kg
Slump obtenido	


13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. A.REG. AGUA
 1 : 2.1 : 2.1 : 0.7 : 25.3 L

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Tony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01
		Fecha	30-09-2019
		Página	1 de 1

Proyecto	: Análisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución	REGISTRO N°:	IGC21-LEM-063-13
Solicitante	: Brittany Alejandra Mateo Camargo	REALIZADO POR :	K. Flores
Atención	: Universidad Cesar Vallejo	REVISADO POR :	J. Gutiérrez
Ubicación de Proyecto	: ---	FECHA DE ELABORACIÓN :	1/2/2021
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	Fc de diseño:	210 kg/cm ²
Procedencia	: ---	Asentamiento:	3" - 4"
Cemento	: Cemento Andino	Código de mezcla:	---

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{cr} = 294$

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.57$

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 210 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 368 kg = 6.7 Bolsas x m³

6. ADITIVO

No aplica

7. ADICIONES

No aplica

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P. U. SUELTO	P. U. COMPACTADO	TMN
Cemento Andino	3150 kg/m ³	0.1170 m ³						
Agua	1000 kg/m ³	0.2100 m ³						
Aire atrapado = 1.5%	---	0.0150 m ³						
Agregado grueso	2831 kg/m ³	0.1759 m ³	0.1%	0.6%	7.00	1455	1571	1"
Agregado fino	2687 kg/m ³	0.3062 m ³	2.1%	1.8%	3.16	1623	1798	---
Agregado reciclado	2486 kg/m ³	0.1759 m ³	2.3%	6.1%	6.97	1232	1326	1/2"
Volumen de pasta		0.3420 m ³						
Volumen de agregados		0.6580 m ³						

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 26,7% = 0.1759 m³ = 498 kg
 Agregado fino 46,5% = 0.3062 m³ = 823 kg
 Agregado reciclado 26,7% = 0.1759 m³ = 437 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	227 L
Agregado reciclado	437 kg	447 kg
Agregado grueso	498 kg	499 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
PUT		2381 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 499 kg
 Agregado fino 840 kg
 Agregado reciclado 447 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 227 L

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. A.REC. AGUA
 1 : 2,1 : 1,4 : 1,5 : 26,1 L




15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA

0.038 m³

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	14 kg
Agua	8.612 L
Agregado reciclado	17 kg
Agregado grueso	18.943 kg
Agregado fino	31.923 kg
Slump obtenido	

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	GGC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma:  Jory C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

	INFORME	Código	AE-FO-93
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO - DISEÑO COMPROBADO REFERENCIA ACI 211.1	Versión	01
		Fecha	30-09-2019
		Página	1 de 1

Proyecto : Análisis de RCD en la elaboración de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución
 Solicitante : Britany Alejandra Maleo Camargo
 Atención : Universidad Cesar Vallejo
 Ubicación de Proyecto : ---

REGISTRO N°: IGC21-LEM-063-14
 REALIZADO POR : K. Flores
 REVISADO POR : J. Gutiérrez
 FECHA DE ELABORACIÓN : 1/2/2021

Agregado : Ag. Grueso / Ag. Fino
 Procedencia : ---
 Cemento : Cemento Andino

Fc de diseño: 210 kg/cm^2
 Asentamiento: $3'' - 4''$
 Código de mezcla: ---

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f'_{cr} = 294$

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 368 kg = 8.7 Bolsas x m^3

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{a/c} = 0.57$

6. ADITIVO

No aplica

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 210 L

7. ADICIONES

No aplica

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento Andino	3150 kg/m ³	0.1170 m ³
Agua	1000 kg/m ³	0.2100 m ³
Aire atrapado = 1.5%	---	0.0150 m ³
Agregado grueso	2831 kg/m ³	0.0880 m ³
Agregado fino	2667 kg/m ³	0.3062 m ³
Agregado reciclado	2486 kg/m ³	0.2639 m ³
Volumen de pasta		0.3420 m ³
Volumen de agregados		0.6580 m ³

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P. U. SUELTO	P. U. COMPACTADO	TMN
Agregado grueso	0.1%	0.6%	7.00	1455	1571	1"
Agregado fino	2.1%	1.8%	3.16	1623	1796	---
Agregado reciclado	2.3%	6.1%	6.97	1232	1328	1/2"

10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso 13.4% = 0.0880 m³ = 249 kg
 Agregado fino 46.5% = 0.3062 m³ = 823 kg
 Agregado reciclado 40.1% = 0.2639 m³ = 656 kg

14. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO

COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	368 kg	368 kg
Agua	210 L	234 L
Agregado reciclado	656 kg	671 kg
Agregado grueso	249 kg	249 kg
Agregado fino	823 kg	840 kg
	PUT	2363 kg

11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 249 kg
 Agregado fino 840 kg
 Agregado reciclado 671 kg

12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 234 L

15. TANDA DE PRUEBA MÍNIMA 0.038 m³

COMPONENTE	PESO HÚMEDO
Cemento Andino	14 kg
Agua	9.881L
Agregado reciclado	25.5kg
Agregado grueso	9.472 kg
Agregado fino	31.923 kg
Slump obtenido	

13. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM A.F. A.G. A.REC. AGUA
 1 : 2.1 : 0.7 : 2.2 : 27.0 L

OBSERVACIONES:

- * Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL
- * Los valores presentados en el presente diseño pueden variar ligeramente en obra por cambios en la granulometría del agregado, correcciones por humedad y absorción, la limpieza de los agregados, el cambio de tipo de cemento y/o proporción de aditivo.

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	QCQ - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



INFORME
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

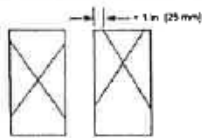
Código	AE-FO-101
Versión	01
Fecha	19-04-2020
Página	1 de 1

PROYECTO : Análisis de materiales reciclados con RCD en la elaboración de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad REGISTRO N°: IGC21-LEM-063-16
 SOLICITANTE : Britlany Alejandra Mateo Camargo REALIZADO POR : L. Melgar
 CÓDIGO DE PROYECTO : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Lima FECHA DE ENSAYO : Indicada
 FECHA DE EMISIÓN : 08/03/2021 TURNO : Diurno

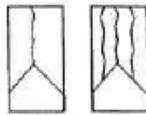
Tipo de muestra : Concreto
 Presentación : Probetas cilíndricas de 6" x 12"
 Fc de diseño : 210 kg/cm²

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-20**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (mm ²)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO kg/cm ²
Patrón	1/2/2021	8/2/2021	7	15.01	30.0	37961.0	5	2.00	37961.0	214.5
Patrón	1/2/2021	8/2/2021	7	14.98	30.0	35886.0	5	2.00	35886.0	203.6
Patrón	1/2/2021	8/2/2021	7	15.00	30.0	39352.0	5	2.00	39352.0	222.7
RCD 25%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	45784.0	2	2.00	45784.0	259.1
RCD 25%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.01	30.0	45511.0	2	2.00	45511.0	257.2
RCD 25%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	45685.0	2	2.00	45685.0	258.5
RCD 50%	2/2/2021	9/2/2021	7	14.98	30.0	41255.0	2	2.00	41255.0	234.1
RCD 50%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.01	30.0	41490.0	2	2.00	41490.0	234.5
RCD 50%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	41372.0	2	2.00	41372.0	234.1
RCD 75%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	43303.0	2	2.00	43303.0	245.0
RCD 75%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	42961.0	5	2.00	42961.0	243.1
RCD 75%	2/2/2021	9/2/2021	7	15.00	30.0	42879.0	2	2.00	42879.0	242.6



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



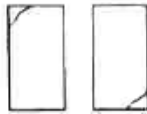
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definidos en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales en columnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos, golpeado suavemente con un martillo para distinguir del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 5 pero el extremo del cilindro es pontagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths 2 cylinders 3 cylinders	
6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions	2.4 %	6.0 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.6 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %	8.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 1 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGEOCONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	QCC - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Nombre y firma: Tony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

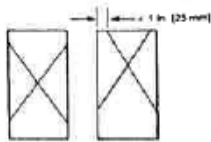


INFORME		Código	AE-FO-101
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN		Versión	01
		Fecha	19-04-2020
		Página	1 de 1

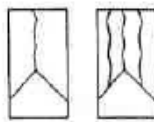
PROYECTO	: Análisis de materiales reciclados con RCD en la elaboración de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad	REGISTRO N°:	IGC21-LEM-063-16
SOLICITANTE	: Britany Alejandra Moteo Camargo	REALIZADO POR	: L. Meigar
CÓDIGO DE PROYECTO	: ----	REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO	: Indicada
FECHA DE EMISIÓN	: 08/03/2021	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto		
Presentación	: Probetas cilíndricas de 6" x 12"		
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²		

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-20**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (mm ²)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO kg/cm ²
Patrón	1/2/2021	15/2/2021	14	15,01	30,0	44887,0	2	2,00	44887,0	253,7
Patrón	1/2/2021	15/2/2021	14	14,98	30,0	46658,0	2	2,00	46658,0	276,1
Patrón	1/2/2021	15/2/2021	14	15,00	30,0	46709,0	2	2,00	46709,0	275,6
RCD 25%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,00	30,0	47013,0	5	2,00	47013,0	266,0
RCD 25%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,01	30,0	50906,0	5	2,00	50906,0	287,7
RCD 25%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,00	30,0	48574,0	5	2,00	48574,0	274,9
RCD 50%	2/2/2021	16/2/2021	14	14,98	30,0	49144,0	2	2,00	49144,0	278,8
RCD 50%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,01	30,0	42858,0	5	2,00	42858,0	242,2
RCD 50%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,00	30,0	45785,0	5	2,00	45785,0	259,1
RCD 75%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,00	30,0	48115,0	2	2,00	48115,0	272,3
RCD 75%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,00	30,0	51311,0	2	2,00	51311,0	290,4
RCD 75%	2/2/2021	16/2/2021	14	15,00	30,0	49974,0	2	2,00	49974,0	282,8



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



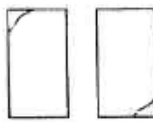
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, cono no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales escorolladas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpe suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior e inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 3 pero el extremo del cilindro es puntagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.99	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation ^a	Acceptable Range ^a of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
	2.9 %	7.8 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.8 %

Fuente: ASTM C39


FIG. 3 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGEOCONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

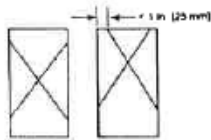
INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	QCQ - LEM
Nombre y firma: 	Nombre y firma: 	Nombre y firma:

	INFORME	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	19-04-2020
		Página	1 de 1

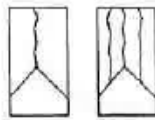
PROYECTO	: Análisis de materiales reciclados con RCD en la elaboración de un concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para la contribución a la sostenibilidad	REGISTRO N°:	IGC21-LEM-063-17
SOLICITANTE	: Brittany Alejandra Mateo Camargo	REALIZADO POR	: L. Melgar
CÓDIGO DE PROYECTO	: --	REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Lima	FECHA DE ENSAYO	: Indicada
FECHA DE EMISIÓN	: 08/03/2021	TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto		
Presentación	: Probetas cilíndricas de 6" x 12"		
Fc de diseño	: 210 kg/cm ²		

**Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C39/C39M-20**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	ÁREA (mm ²)	TIPO DE FALLA	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	FUERZA MÁXIMA (Kg)	ESFUERZO kg/cm ²
Patrón	1/2/2021	1/3/2021	28	15.00	30.0	53418.0	5	2.00	53418.0	302.3
Patrón	1/2/2021	1/3/2021	28	15.00	30.0	51728.0	5	2.00	51728.0	292.7
Patrón	1/2/2021	1/3/2021	28	15.00	30.0	51304.0	5	2.00	51304.0	290.3
RCD 25%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	54287.0	2	2.00	54287.0	307.2
RCD 25%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	49447.0	5	2.00	49447.0	279.8
RCD 25%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52167.0	5	2.00	52167.0	295.2
RCD 50%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52653.0	5	2.00	52653.0	298.0
RCD 50%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52483.0	2	2.00	52483.0	297.0
RCD 50%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52596.0	2	2.00	52596.0	297.6
RCD 75%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	51657.0	5	2.00	51657.0	292.3
RCD 75%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	52900.0	5	2.00	52900.0	299.4
RCD 75%	2/2/2021	2/3/2021	28	15.00	30.0	53978.0	5	2.00	53978.0	305.5



Tipo 1
Conos razonablemente bien formados en ambos extremos, fisuras a través de los cabezales de menos de 1 in (25 mm)



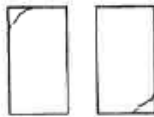
Tipo 2
Conos bien formados en un extremo, fisuras verticales a través de los cabezales, como no bien definido en el otro extremo



Tipo 3
Fisuras verticales encolumnadas a través de ambos extremos, conos no bien formados



Tipo 4
Fractura diagonal sin fisuras a través de los extremos; golpee suavemente con un martillo para distinguirla del Tipo 1



Tipo 5
Fracturas en los lados en las partes superior o inferior (ocurre comúnmente con cabezales no adheridos)



Tipo 6
Similar a Tipo 3 pero el extremo del cilindro es pontagudo

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation^a

Acceptable Range^a of Individual Cylinder Strengths

	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]		
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]		
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %

Fuente: ASTM C39

FIG. 1 Esquema de los Modelos de Fractura Típicos

Fuente: ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal de INGEOCONTROL
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C	 C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

ANEXO 5. Certificados de Calibración (INGEOCONTROL S.A.C.)

AM3

AM3 Ingeniería & Negocios SAC

RUC : 20513903261
Dirección : AV. Nicolás Ayllón 8510 Edif. 9 Of. 804,
Lima - Lima - Ate
Código Postal : Lima 03
Teléfono : 511-679 8002
Email : soportetecnico@am3.com.pe

Nº de certificado:	22072020-05
Fecha de emisión:	22/07/2020

DATOS DEL CLIENTE

Razón Social : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
RUC : 20602979190
Dirección : MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA -
SAN MARTIN DE PORRES

Equipo : Máquina de Compresión Accu-Tek Touch Control PRO 250
Marca : ELE International
Modelo Marco de Carga : 36-0690/06
Nº de Serie Marco de Carga : 180300131
Capacidad : 1112 KN
División de Escala : 0.1 KN
Nº de Serie Panel de Lectura : 1839-1-10045
Procedencia : USA
Patrón de Trabajo : Celda ELE International Tipo: CCDHA-2000 KN-004-000, N° de Serie: 56638, Capacidad: 2000 KN, trazable al HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, Certificado de Calibración INF-LE 013-20

Método de Verificación : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines" Método C

Temp. Inicial (°C) : 18 H.R. Inicial (%) : 74
Temp. Final (°C) : 18 H.R. Final (%) : 69
Fecha de Verificación : 21/07/2020
Lugar de Verificación : Mza. A Lote. 24 Int. 1 Urb. Mayorazgo Naranjal 2da Etapa Lima - Lima - San Martín de Porres
N° de Páginas : 2



HECHO POR
Emilio Malca



ALDO MARCO
MUCHA MALLAUPOMA
Ingeniero Civil
CIP Nº 234122
REVISADO POR

RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Lectura de Celda (patrón)	Lectura del Equipo				Error	Incertidumbre
	LP	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3		
(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(%)	U (%)
100	100.20	100.10	100.30	100.20	0.20	0.1
200	200.20	200.20	200.90	200.43	0.22	0.1
300	300.60	300.60	301.30	300.83	0.28	0.1
400	400.70	400.50	401.70	400.97	0.24	0.1
500	499.20	500.70	501.80	500.57	0.11	0.1
600	600.90	600.10	601.70	600.90	0.15	0.1
700	700.30	700.90	702.00	701.07	0.15	0.1
800	800.80	800.60	802.50	801.30	0.16	0.1
900	901.00	900.80	902.50	901.43	0.16	0.1
1000	1001.00	1001.00	1004.00	1002.00	0.20	0.1

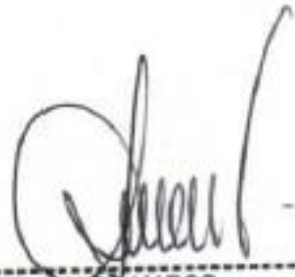
Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de Medición, para un factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición".

Observaciones / Indicaciones

El usuario debe calibrar el equipo en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que esté expuesto

El equipo se encuentra calibrado y no necesita corrección alguna, ya que el error no supera el $\pm 1\%$ en todo el rango verificado.



ALDO MARCO
MUCHA MALLAUPOMA
Ingeniero Civil
CIP N° 234122



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Página 1 de 5

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

1. Expediente	0386-2020
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección	MZA. A LOTE: 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	300 °C
Marca	PERUTEST
Modelo	PT-H76
Número de Serie	0135
Procedencia	PERÚ
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

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

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.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMOMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2020-06-17

Fecha de Emisión

2020-06-17

Jefe del Laboratorio de Metrología

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES

Sello



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 7 de 8

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018, 2da edición, Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. A.LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
SAT - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-014	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL DE 10 CANALES TERMOPARES TIPO T - DIGISENSE	LT-1268-2019
METROIL - LABORATORIO ACREDITADO REGISTRO: LC-001	THERMOHIGROMETRO DIGITAL BOECO MODELO: HTC-B	T-1695-2019

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.





PERUTEST S.A.C.

CALIBRACION, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C
Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas
El controlador se sefo en 110

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	T max-T min (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	10.9
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.2	110.1	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.6	110.1	11.2
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	112.6	109.7	110.0	11.3
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	112.4	109.7	110.1	11.1
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.4
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	112.6	109.7	110.0	11.2
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.3	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	10.9
18	110.0	107.3	107.1	110.7	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	113.0	109.7	110.1	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.1	11.2
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.6	110.0	11.1
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.7	110.1	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.6	104.0	108.6	112.4	112.4	109.7	109.9	11.4
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	113.0	109.6	110.2	11.1
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.6	104.0	109.0	112.4	112.4	109.7	110.0	11.4
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.2	11.3
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	112.6	109.6	110.0	11.3
36	110.0	107.4	107.2	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	112.6	109.7	110.2	11.5
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	113.0	109.7	110.1	11.3
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	108.6	113.6	112.6	109.6	110.1	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	112.4	109.7	109.9	11.2
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	113.0	109.7	110.1	11.3
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	112.6	109.6	109.9	10.9
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	109.0	112.6	112.6	109.7	110.2	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	112.4	109.7	110.0	11.2
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	113.0	109.6	110.1	11.3
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.1	11.1
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	112.6	109.7	109.9	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	113.0	109.7	110.2	11.2
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	112.6	109.6	110.0	11.3
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	112.7	109.7	110.1	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	113.0	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	112.4	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.4	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.7	13.5
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.3	13.7
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	11.7	13.7

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.05 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

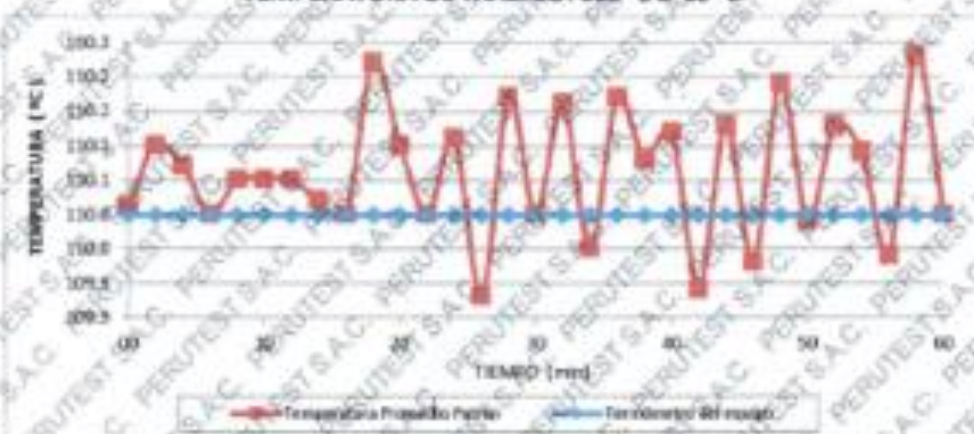
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$



DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles;

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM-250-2021

Página 1 de 3

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-26
FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-29
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021

1. SOLICITANTE : INGEOCONTROL S. A. C.

DIRECCIÓN : Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa -
San Marín de Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : ELECTRONIC BALANCE

ALCANCE DE INDICACIÓN : 8000 g

MODELO : WT60001GF

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0,1 g

NÚMERO DE SERIE : 150921077

PROCEDENCIA : NO INDICA

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0,1 g

IDENTIFICACIÓN : LS-08 (*)

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS

3. FUNDAMENTO DEL MÉTODO Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó según el método de comparación de las indicaciones de la balanza contra cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC-011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición Abril 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN



LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S. A. C.
Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Marín de Porres

5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

METROLAB 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METROLAB S.A.C.
Héctor Méndez Perón
GERENTE GENERAL
Jorge Pacheco Cristóbal
Gerente Técnico

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM-250-2021

Página 2 de 3

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	Minima	Máxima
Temperatura	19,3 °C	19,3 °C
Humedad Relativa	77 %	77 %

7. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia del INACAL - DM	pesas (exactitud E2)	E2-001A	LM-C-006-2021
		E2-001B	LM-C-005-2021

8. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO".

9. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

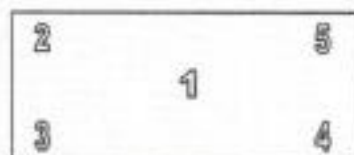

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inici	Final
Temp. (°C)	19,3	19,3
HR. (%)	77	77

Medición N°	Carga L1= 3 000,0 g			Carga L2= 5 000,0 g		
	lgj	Δ L(g)	E(g)	lgj	Δ L(g)	E(g)
1	3 000,0	0,10	-0,05	5 000,0	0,09	-0,14
2	3 000,0	0,10	-0,05	5 000,0	0,10	-0,15
3	2 999,9	0,10	-0,15	5 000,0	0,10	-0,15
4	3 000,0	0,10	-0,05	5 000,0	0,10	-0,15
5	2 999,9	0,10	-0,15	5 000,0	0,10	-0,15
6	3 000,0	0,10	-0,05	5 000,0	0,10	-0,15
7	3 000,0	0,10	-0,05	5 000,0	0,09	-0,24
8	3 000,0	0,10	-0,05	5 000,0	0,09	-0,24
9	2 999,9	0,10	-0,15	5 000,0	0,10	-0,25
10	3 000,0	0,10	-0,05	5 000,0	0,10	-0,15
Diferencia Máxima			0,10	0,11		
Error máximo permitido ±			0,3 g	0,3 g		

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM-250-2021

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,3	19,3
HR (%)	77	77

Posición de la Carga	Determinación de E _p				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L(g)	E _o (g)	Carga L (g)	l(g)	Δ L(g)	E _l (g)	E _c (g)
1	1,0	0,9	0,10	-0,15	2 000,0	2 000,1	0,10	0,05	0,20
2		1,0	0,10	-0,05		2 000,1	0,10	0,05	0,10
3		1,0	0,10	-0,05		2 000,2	0,10	0,15	0,20
4		0,9	0,10	-0,15		2 000,1	0,10	0,05	0,20
5		1,0	0,10	-0,05		1 999,9	0,10	-0,15	-0,10

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	19,3	19,3
HR (%)	77	77

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L(g)	E _l (g)	E _c (g)	l(g)	Δ L(g)	E _l (g)	E _c (g)	
1,0	1,0	0,10	-0,05						0,1
5,0	5,0	0,10	-0,05	0,00	4,6	0,10	-0,45	-0,40	0,1
100,0	100,0	0,10	-0,05	0,00	99,6	0,10	-0,45	-0,40	0,1
500,0	500,0	0,10	-0,05	0,00	499,7	0,10	-0,35	-0,30	0,1
1 000,0	1 000,1	0,10	0,05	0,10	999,7	0,10	-0,35	-0,30	0,2
1 500,0	1 500,1	0,10	0,05	0,10	1 499,7	0,10	-0,35	-0,30	0,2
2 000,0	1 999,9	0,10	-0,15	-0,10	1 999,6	0,10	-0,45	-0,40	0,2
3 000,0	2 999,9	0,10	-0,15	-0,10	2 999,5	0,10	-0,55	-0,50	0,3
4 000,0	3 999,8	0,10	-0,25	-0,20	3 999,5	0,10	-0,55	-0,50	0,3
5 000,0	4 999,8	0,10	-0,25	-0,20	4 999,6	0,10	-0,45	-0,40	0,3
6 000,0	5 999,6	0,10	-0,45	-0,40	5 999,6	0,10	-0,45	-0,40	0,3

(**) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$$\text{Lectura Corregida} = R + 0,0000339 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times (0,0173 \text{ g}^2 + 0,0000000247 \times R^2)^{1/2}$$

R: Indicación de la balanza en g

Capacidad mínima : 5,0 g

Cálculo de Lectura Corregida para la Capacidad Máxima

$$R_{\text{corregida}} = (5 999,8 \pm 0,7) \text{ g}$$

----- FIN DEL DOCUMENTO -----



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 251 - 2021

Página 1 de 3

- FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-04-28 FECHA DE EMISIÓN : 2021-04-29
ORDEN DE TRABAJO : OTC-055-2021
1. SOLICITANTE : INGEOCONTROL S. A. C.
DIRECCIÓN : Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA
MARCA : OHAUS ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g
MODELO : R21PE30ZH DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g
NÚMERO DE SERIE : B847537448 DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g
PROCEDENCIA : CHINA TIPO : ELECTRÓNICA
IDENTIFICACIÓN : LS-04 (*)
UBICACIÓN : LABORATORIO DE SUELOS
3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN
Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del INACAL Primera Edición - Mayo 2019.
4. LUGAR DE CALIBRACIÓN
LABORATORIO DE SUELOS de INGEOCONTROL S. A. C.
Mza. A Lote 24, Urb. Mayorazgo 2da Etapa - San Martín de Porres
5. DECLARACIÓN DE LA INCERTIDUMBRE

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 de las regulaciones vigentes.

METROLAB 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. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

METROLAB S.A.C.Háctor Méndez Peroné
GERENTE GENERALJorge Pacheco Cristóbal
Gerente Técnico

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	19,2 °C	19,2 °C
Humedad Relativa	77 %	79 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia de INACAL - DM	Pesas (exactitud E2 y F1)	E2-001A	LM-C-006-2021
		E2-001B	LM-C-005-2021
		E2-003	LM-C-008-2021
		E2-004	LM-C-007-2021

7. OBSERVACIONES

(*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OCULACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	19,2	19,2

Medición Nº	Carga L1= 15 000 g	15 000 g		Carga L2= 30 000 g	30 000 g	
		g(g)	E(g)		g(g)	E(g)
1	15 000	0,2	0,3	20 999	0,2	-0,7
2	15 001	0,7	0,8	20 998	0,3	-0,8
3	15 001	0,8	0,7	20 999	0,4	-0,9
4	15 001	0,7	0,8	20 998	0,2	-1,7
5	15 000	0,2	0,3	20 998	0,2	-1,7
6	15 001	0,7	0,8	20 999	0,4	-0,9
7	15 001	0,8	0,7	20 998	0,3	-0,8
8	15 001	0,7	0,8	20 999	0,4	-0,9
9	15 000	0,2	0,3	20 999	0,3	-0,8
10	15 001	0,8	0,7	20 998	0,2	-1,7
Diferencia Máxima		0,5			1,0	
Error máximo permitido	±	20 g		±	30 g	



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MLM - 251 - 2021

Página 3 de 3


ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(g)	E ₀ (g)	Carga (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)
1	10	10	1,0	-0,5	10 000	10 000	0,5	0,0	0,5
2		10	0,8	-0,3		10 001	0,4	1,1	1,4
3		10	1,0	-0,5		10 000	0,2	0,3	0,8
4		10	0,7	-0,2		10 001	0,7	0,8	1,0
5		10	0,9	-0,4		10 001	0,6	0,9	1,3

Temp. (°C) Inicial Final
 19,2 19,2

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	l(g)	ΔL(g)	E(g)	E _c (g)	
10	10	0,9	-0,4						10
20	20	1,0	-0,5	-0,1	20	0,8	-0,3	0,1	10
500	499	0,4	-0,9	-0,5	500	0,5	0,0	0,4	10
1 000	999	0,4	-0,9	-0,5	1 000	0,5	0,0	0,4	10
2 000	1 999	0,2	-0,7	-0,3	2 001	1,0	0,5	0,9	10
5 000	5 000	0,9	-0,4	0,0	5 001	0,4	1,1	1,5	10
10 000	10 001	0,8	0,7	1,1	10 002	0,5	2,0	2,4	20
15 000	15 001	0,8	0,7	1,1	15 002	0,5	2,0	2,4	20
20 000	20 001	0,5	1,0	1,4	20 003	1,0	2,5	2,9	20
25 000	25 001	0,5	1,0	1,4	25 002	0,8	1,7	2,1	30
30 000	30 000	0,5	0,0	0,4	30 000	0,5	0,0	0,4	30

Temp. (°C) Inicial Final
 19,2 19,2

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$\text{Lectura Corregida} = R - 0,0000616 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,535 \text{ g}^2 + 0,000000380 \times R^2}$$

R: Indicación de la balanza en g

Capacidad mínima : 20 g

Cálculo de Lectura Corregida para la Capacidad Máxima

$$R_{\text{corregida}} = (29\,998 \pm 12) \text{ g}$$

----- FIN DEL DOCUMENTO -----

