



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia
a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2021”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Bayona Panta, Isabel (ORCID: [0000-0001-7360-0996](https://orcid.org/0000-0001-7360-0996))
Berrospi Mori, Carlos Alberto (ORCID: [0000-0002-1407-5308](https://orcid.org/0000-0002-1407-5308))

ASESOR:

Dr. Fernández Díaz, Carlos Mario (ORCID: [0000-0001-6774-8839](https://orcid.org/0000-0001-6774-8839))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

Lima - Perú

2021

DEDICATORIA

Esta investigación está dedicada a nuestras familias, quienes contribuyeron con su apoyo incondicional e incentivo para mejorar profesionalmente. A Dios por permitirnos mantenernos constantes frente a las adversidades para la culminación de nuestra carrera universitaria

AGRADECIMIENTO

Esta investigación agradece a los docentes que formaron parte de nuestra vida universitaria e impartieron sus conocimientos para culminar nuestra carrera exitosamente. A nuestra familia quienes perseverantes nos motivan a cumplir nuestras metas y objetivos.

Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MARCO TEÓRICO.....	12
III. METODOLOGÍA.	24
3.1 Tipo y diseño de investigación	24
3.2 Variables y Operacionalización:	24
3.3 Población, muestra y muestreo	25
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.5 Procedimientos.....	28
3.6 Método de análisis de datos.....	28
3.7 Aspectos éticos	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN.....	54
VI. CONCLUSIONES.....	56
VII. RECOMENDACIONES.	57
REFERENCIAS	58
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Compuestos del cemento Portland	17
Tabla 2. Tipos de cemento según su uso	18
Tabla 3. Operacionalización de variables	25
Tabla 4. Valores de la distribución normal estandarizada.....	26
Tabla 5. Número de muestras y distribución.....	27
Tabla 6. Procedimiento para la recolección de datos.	28
Tabla 7. Caracterización de la cerámica reciclada.....	29
Tabla 8. Análisis de la granulometría del agregado Fino	30
Tabla 9. Análisis de la granulometría del agregado grueso	31
Tabla 10. Peso Específico – Agregado Fino.....	34
Tabla 11. Peso Específico – Agregado Grueso.....	35
Tabla 12. Peso unitario – Agregado Fino.....	36
Tabla 13. Peso unitario – Agregado grueso.....	38
Tabla 14. Ensayo de la resistencia a la abrasión.....	39
Tabla 15. Ensayo de la resistencia a la abrasión.....	40
Tabla 16. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm ² (0%).....	40
Tabla 17. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm ² (3%).....	41
Tabla 18. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm ² (6%).....	41
Tabla 19. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm ² (9%).....	41
Tabla 20. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm ² (12%).....	42
Tabla 21. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm ² (15%).....	42
Tabla 22. Dosificación $f'c$ 210 kg/cm ² (18%).....	42
Tabla 23. Resumen dosificación $f'c$ 210 kg/cm ²	43
Tabla 24. Asentamiento del concreto con el cono de Abrams	43
Tabla 25. Peso unitario del concreto.....	45
Tabla 26. Tabla de resistencia a la compresión a los 7 días	46
Tabla 27. Tabla de resistencia a la compresión a los 14 días.....	48
Tabla 28. Tabla de resistencia a la compresión a los 21 días.....	50
Tabla 29. Tabla de resistencia a la compresión a los 28 días.....	52

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Elementos que componen el concreto.	16
Figura 2. Diversos tipos de cemento	17
Figura 3. Ensayo de consistencia según la NTP 339.035-2009.....	19
Figura 4. Prueba de temperatura según la NTP 339.184-2018.....	20
Figura 5. Prueba de contenido de aire según ASTM C231	20
Figura 6. Prueba de peso unitario del concreto según NTP 339.046-2018.....	21
Figura 7. Prueba de dureza del concreto según NTP 339.034-2015.	22
Figura 8. Cerámica para revestimiento	22
Figura 9. Cerámica residual proveniente del sector construcción	23
Figura 10. Curva Granulométrica-Agregado fino.....	31
Figura 11. Curva Granulométrica-Agregado grueso.....	32
Figura 12. Asentamiento de concreto.....	44
Figura 13. Peso unitario del concreto.....	45
Figura 14. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de fraguado....	47
Figura 15. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de fraguado..	49
Figura 16. Resistencia del concreto 210kg/cm ² a los 21 días.....	51
Figura 17. Resistencia del concreto 210kg/cm ² a los 28 días.....	53

RESUMEN

La presente investigación “Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2021” plantea como objetivo general analizar como influye la incorporación de cerámica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² cuando se sustituye el cemento por cerámica reciclada en porcentajes de 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18%. Es un estudio del tipo aplicada, de nivel explicativo, ya que busca explicar la relación entre la intervención de la cerámica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto. El diseño experimental, ya que las variables son intervenidas y manipuladas, así también es un estudio de enfoque cuantitativo.

La población está representada por testigos de concreto a las cuales se les incorporará cerámica reciclada en reemplazo del cemento en porcentajes de 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18%. La muestra está constituida por 84 probetas de concreto.

De los objetivos específicos planteados se concluye que el porcentaje óptimo que se debe incorporar de cerámica reciclada para incrementar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm² es de 3% de sustitución. Así también se concluye que la incorporación de cerámica reciclada influye en las propiedades físicas de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², ya que al incorporar cerámica reciclada hasta un porcentaje de 18% se observó la tendencia de disminución del asentamiento a 7.62 cm de 9.525 cm y de manera similar ocurrió con la tendencia en el peso unitario. Finalmente se concluye que la incorporación de cerámica reciclada no influye significativamente en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², sin embargo, al 3% de sustitución se permite mantener sus propiedades de resistencia a la compresión y por tanto permite considerar a la cerámica reciclada como una alternativa sostenible que puede sustituir al cemento en la elaboración del concreto.

Palabras clave: Cerámica reciclada, concreto, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The research presentation "Incorporation of recycled ceramic to analyze the compressive strength of concrete f'c 210 kg / cm², Lima 2021" sets as a general objective to analyze how the incorporation of recycled ceramic influences the compressive strength of concrete f'c 210 kg / cm² when cement is replaced by recycled ceramic in percentages of 3%, 6%, 9%, 12%, 15% and 18%.

It is a study of the applied type, of explanatory level, since it seeks to explain the relationship between the intervention of recycled ceramics in the compressive strength of concrete. The experimental design, since the variables are intervened and manipulated, is also a study with a quantitative approach.

The population is represented by concrete cores to which recycled ceramics will be incorporated to replace cement in percentages of 3%, 6%, 9%, 12%, 15% and 18%. The sample is made up of 84 concrete specimens.

From the specific objectives set, it is concluded that the optimal percentage of recycled ceramic to be incorporated to increase the compressive strength of concrete f'c 210 kg / cm² is 3% replacement. Thus, it is also concluded that the incorporation of recycled ceramics influences the physical properties of a concrete f'c 210 kg / cm², since when incorporating recycled ceramics up to a percentage of 18%, the tendency to decrease the settlement to 7.62 cm of 9.525 cm and similarly occurred with the trend in unit weight. Finally, it is concluded that the incorporation of recycled ceramic does not significantly influence the mechanical properties of a concrete f'c 210 kg / cm², however, at 3% substitution it is possible to maintain its properties of resistance to compression and therefore allows to consider to recycled ceramics as a sustainable alternative that can replace cement in the production of concrete.

Keywords: Recycled ceramics, concrete, compressive strength.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico aumenta aceleradamente con el paso de los años y consecuentemente con ello también la necesidad de viviendas adecuadas y la vulnerabilidad de nuestro hábitat frente a las adversidades propias de la naturaleza, esta situación refleja claramente la necesidad de estructuras cada vez más resistentes y sostenibles. El ministerio de vivienda, construcción y saneamiento considera que nuestro país es el tercer país que presenta mayor déficit de viviendas ya sea porque no cuentan con una o porque son de condiciones precarias.

El mundo cada vez requiere más cantidad de concreto, según el investigador Koji Sakai, el concreto es el segundo material mayormente utilizado en el mundo, por debajo del consumo de agua. Por lo que resulta necesario nuevas alternativas de producción que preserven el medio ambiente, pero mantengan o mejoren las propiedades del concreto. En el sector construcción se genera gran cantidad de materiales residuales producto de diferentes procesos constructivos. Uno de estos materiales son los desechos de cerámica, los cuales presentan gran concentración de arcilla que puede ser utilizada como material cementante suplementario que permita aumentar la dureza del concreto. Considerando que contar con infraestructuras seguras y resilientes de manera sostenible a través de la implementación de soluciones innovadoras es un objetivo de desarrollo sostenible de la Organización de las Naciones Unidas, utilizar residuos de cerámica de construcción es una alternativa sostenible de aprovechamiento de recursos e incluirlos en proporciones adecuadas permitiría aumentar la dureza del concreto.

Proponer nuevas tecnologías para optimizar las propiedades del concreto ha sido desde siempre el motivo de numerosos estudios realizados en busca de alternativas que mejoren su desempeño utilizando materiales sustentables para desarrollar infraestructuras seguras, sostenibles y resilientes, teniendo en consideración que la infraestructura básica aun en la actualidad sigue siendo deficiente aun países desarrollados. Los estudios

recopilados para los antecedentes de esta investigación indican que la incorporación de los restos de cerámica en cantidades correctas podría mejorar la dureza del concreto. Pérez (2016) en su investigación destaca que reutilizar los residuos de cerámica para la fabricación de cementos y morteros en proporciones adecuadas es una alternativa atractiva debido a sus propiedades.

Por lo antes mencionado surge la siguiente interrogante de manera general ¿Cómo influye la incorporación de cerámica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021? Así también surge las siguientes interrogantes de manera específica ¿Cuál es el porcentaje óptimo que se debe incorporar de cerámica reciclada para incrementar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021?, ¿Cómo influye la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades físicas de un concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021? y ¿Cómo influye la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021?

Teniendo en cuenta las cuestiones anteriores, se creó este proyecto de investigación, siendo el estudio principal el análisis de la relación combinada de cerámica reciclada en la resistencia a la compresión del hormigón f'c 210 kg / cm², Lima 2021 y específicamente además, se propone determinar el porcentaje óptimo que debe incorporar cerámica reciclada para incrementar la resistencia a compresión del hormigón f'c 210 kg / cm², por lo que también se propone determinar la relación de incorporación de cerámica reciclada en las propiedades físicas del hormigón f'c 210 kg / cm², Lima 2021 y finalmente determinar el impacto de la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades mecánicas del hormigón f'c 210 kg / cm² Lima 2021.

Esta investigación es importante ya que al sustituir parcialmente la cerámica reciclada por el cemento se podría contribuir con una alternativa para aumentar la dureza del hormigón de forma sostenible y económica. Considerando la relevancia que tiene el concreto al momento de edificar una construcción civil, es necesario tener soluciones que permitan mejores

rendimientos y bajo costo, sin afectar su comportamiento. Las puzolanas como la arcilla en polvo pueden ser una solución ideal para crear hormigón con mejores propiedades en términos de resistencia, costo y durabilidad. Así también se le adiciona la relevancia de mantener los recursos de la naturaleza, que requiere de cambios y métodos de reciclaje en este sector de la construcción, como es la reutilización de los desechos de cerámica, que permitirá desarrollar concretos utilizando menos recursos de la naturaleza. Si bien estamos acostumbrados a procesos de construcción tradicionales es necesario buscar soluciones innovadoras y sostenibles que permitan adaptarlas a las necesidades de una infraestructura segura.

El supuesto general de que la incorporación de cerámica reciclada afecta la resistencia a la compresión del hormigón $f'c$ 210 kg / cm², Lima 2021, también propone específicamente que existe un porcentaje óptimo que debe incorporarse con cerámica reciclada. Procesada para aumentar la resistencia a la compresión del hormigón $f'c$ 210 kg / cm², además de que la incorporación de cerámica reciclada afecta las propiedades físicas del hormigón $f'c$ 210 kg / cm², Lima 2021 y la incorporación de cerámica reciclada afecta las propiedades mecánicas del hormigón $f'c$ 210 kg / cm², Lima 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Se recopilaron las siguientes investigaciones relacionadas al uso de cerámica reciclada como material puzolánico en la elaboración de concreto y sus efectos en la resistencia al concreto.

Shanmugam, Chinnasamy y Natrajan (2020), en su investigación titulada *Concreto "Ecoeficiente" que incorpora Residuos Cerámicos y polvo de ladrillo rojo como un sustituto eficaz de Cemento Portland ordinario y agregado fino, en Tamil Nadu, India*, tiene por objetivo estudiar la reacción mecánica y la dureza del hormigón sustituyendo el cemento por desechos de cerámica en polvo en una proporción de 5%, 10% y 15%. Es una investigación aplicada de diseño experimental, la población y muestra de estudio fueron 27 testigos de concreto, 3 por muestra. De los resultados se obtuvo que la resistencia del concreto se incrementa con el periodo de curado. Para un reemplazo de 0%, 5%, 10% y 15% a los 7 días se obtuvo 24.95 MPa, 25.12 MPa, 26.19 MPa y 23.24 MPa respectivamente, a los 14 días se obtuvo 28.27 MPa, 29.15 MPa, 31.21 MPa y 26.42 MPa y finalmente a los 28 días se obtuvo 35.22 MPa, 36.68 MPa, 38.68 MPa y 33.58 MPa respectivamente. Se concluye que el óptimo porcentaje de reemplazo a los 28 días, es del 10%, ya que resultó con mayor dureza a la compresión en relación al concreto tradicional.

Molina y Terán (2019), en su estudio titulado *Análisis del fraguado y de la resistencia a la compresión de pastas de cemento sustituidas parcialmente por polvo cerámico, en Quito, Ecuador*, tiene por la finalidad de estudiar la dureza del hormigón y el tiempo de fraguado del mismo con reemplazo del cemento por cerámica reciclada triturada en porcentajes de 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15%. Es una investigación tipo aplicado experimental, comprendida por una población de 144 probetas de concreto, 6 por muestra. Los resultados indican que la dureza a la compresión al día 28 en las proporciones de 0%, 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15% es de 28.3 MPa, 27.8 MPa, 26.7 MPa, 24.7 MPa, 23.4 MPa y 22.4 MPa respectivamente. Por tanto, el porcentaje óptimo sin afectar las propiedades físico mecánicas es de 5 y

7.5 % encontrándose aún dentro del rango de resistencia máximo (24.62 MPa). El estudio destaca que usar residuos de cerámica triturados es una alternativa de solución para la eliminación de estos desechos.

Chicaiza y Guerra (2017), en su investigación titulada *Estudio del uso de residuos cerámicos como sustituto del cemento para fabricación de morteros en la ciudad de Quito, Ecuador*, tiene por objetivo analizar la dureza a la compresión del concreto tradicional y del concreto con incorporación de desechos de cerámica en sustitución del cemento al 3%, 5%, 7%, 10%, 15%. La investigación es experimental y la técnica es de observación. Las muestras está dada por 72 probetas de concreto, 3 por muestra, evaluadas a 1, 3, 7 y 28 días de fraguado. Se obtuvo que al día 28 la resistencia a la compresión al 0%, 3%, 5%, 7%, 10%, 15% fue 34.33 MPa, 35.16 MPa, 36.07 MPa, 36.01 MPa, 36.55 Mpa y 31.01 Mpa respectivamente. Por tanto, se determina que el mayor incremento es al 10% en relación al concreto convencional y al 15% la resistencia empieza a disminuir. El estudio destaca que utilizar desechos de cerámica permitiría reducir el costo de fabricación del concreto sin afectar su resistencia.

Pérez (2016) en su estudio titulado *Evaluación de cementos de bajo carbono producidos localmente con sustitución del 50% de cemento P-35 por adiciones de polvo de cerámica roja y caliza en Santa Clara, Cuba*, tiene como objetivo analizar el comportamiento mecánico de un nuevo tipo de cemento LC3 producido en base al reemplazo del 50% de cemento P-35 por cerámica residual triturada de dos tipos: con sobrante de reciclaje roja (LC3-50L) y cerámica caliza (LC3-50R). Es una investigación de tipo aplicativa experimental, la población está dada por 27 probetas de concreto, 3 por muestra evaluados a los 3, 7 y 28 días. Se obtiene el desarrollo de la resistencia a la compresión en el tiempo y al día 28 la resistencia a la compresión al 0%, 50% (LC350 L) y 50% (LC350 R) es de 30.3 MPa, 15.2 MPa y 21.5 MPa respectivamente. Si bien, el concreto con cemento LC3 no alcanza la resistencia de la muestra patrón, si cumple con los estándares de la norma NC 97:2011 de mínimo 16 MPa. La investigación concluye que

reutilizar los residuos de cerámica para la fabricación de morteros en proporciones adecuadas es una alternativa atractiva debido a sus propiedades puzolánicas.

Mas, Monzó y Paya (2016) en su estudio titulado *Residuos de baldosas cerámicas como material de reemplazo en cemento Portland en Valencia, España*, tiene por objetivo evaluar la reacción puzolánica de los residuos de cerámica y su idoneidad como sustituto del cemento en el concreto. Se trata de un estudio experimental para evaluar el tiempo de fraguado del hormigón mediante la sustitución del cemento Portland por residuo cerámico en proporción de 0%, 15%, 25%, 35% y 50% para la elaboración de pastas y cementos. Se obtuvo que la dureza a la compresión al día 28 en proporción de 0%, 15%, 25%, 35% fue de 51.02 MPa, 45.30 MPa, 45.07 MPa, 40.15 MPa, 33.82 MPa respectivamente y a los 90 días fue de 55.48 MPa, 53.13 MPa, 50.48 MPa, 49.83 MPa, 40.20 MPa respectivamente. Se observa que, si bien la dureza a la compresión desciende al elevar el porcentaje de sustitución de cerámica residual en los primeros días de curado, estos acercan más al concreto patrón a los 90 días. El estudio demuestra que los residuos de cerámica son de uso potencial como cemento puzolánico.

Rojas (2019), en su investigación *Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto*, Trujillo – 2019, Perú, tiene como objeto estudiar los efectos de la cerámica reciclada en reemplazo del cemento (5%, 10%, 15%, 20% y 25%) sobre la dureza a la compresión del concreto. Es un estudio aplicativo de diseño experimental ensayado en el laboratorio de la UPN. La población está dada por 72 testigos de concreto, 4 por cada muestra, evaluados a los 14, 21 y 28 días. La observación directa es el método para recolectar datos. Los resultados determinan que al día 28, la dureza a la compresión del concreto al 0%, 5%, 10%, 15%, 20% y 25% de cerámica reciclada es 242.13 Kg/cm², 227.04 Kg/cm², 246.78 Kg/cm², 241.17 Kg/cm², 224.61 Kg/cm² y 195.32 Kg/cm² respectivamente. Por tanto, se determina que la resistencia óptima es al 10% de adición con respecto a la muestra patrón. El estudio concluye

que adicionar residuos de cerámica no siempre incrementa la dureza a la compresión del concreto, en consecuencia, es vital determinar las cantidades correctas de incorporación. El estudio concluye que adicionar residuos de cerámica no siempre incrementa la dureza a la compresión del concreto, siendo necesario determinar la cantidad correcta de reemplazo por cemento.

Bhargav y Kansal (2020) en su estudio *Investigación experimental en sustitución de Cemento con Cerámicos en polvo en hormigón*, tiene por objetivo una construcción sostenible utilizando material de desecho de cerámica como sustituto del cemento al 0%, 5%, 10%, 15 y 20%. Es un estudio de diseño experimental. La población está dada por 45 testigos de concreto, 3 por cada muestra, evaluados a los 7, 14 y 28 días. La observación es directa y los resultados determinan que la resistencia a la compresión al día 28 al 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de cerámica reciclada es 29.10 N/mm², 29.90 N/mm², 31.15 N/mm², 32.27 N/mm² y 30.38 N/mm² respectivamente y que la resistencia a la flexión es 7.14 N/mm², 7.44 N/mm², 7.98 N/mm², 8.21 N/mm² y 7.76 N/mm². Se observa que, si bien la resistencia incrementa con el porcentaje de sustitución, esta empieza a disminuir al 15% de sustitución. El estudio concluye que el uso de hormigón con una sustitución fraccionada del cemento por residuos de cerámicas en polvo hasta un 15% puede ser equivalente al hormigón estándar problema de la eliminación y es una alternativa de solución a la eliminación de estos desechos sólidos.

Uniyal y Singh (2020) en su estudio *Reemplazo parcial de cemento en concreto usando residuos cerámicos*, tiene por objetivo analizar la resistencia a la compresión utilizando residuos de cerámica como sustituto del cemento al 0%, 5%, 10%, 15 y 20%. Es un estudio de diseño experimental. La población está dada por 20 testigos de concreto, 2 por cada muestra, evaluados a los 7 y 28 días. La observación es directa y los resultados determinan que la resistencia a la compresión al día 28 al 0%, 5%, 10%, 15% y 20% de cerámica reciclada es 35.55 N/mm², 36.44 N/mm², 36.88

N/mm², 38.67 N/mm² y 32.67 N/mm² respectivamente. Se observa una tendencia de crecimiento de la resistencia a la compresión hasta un 15% de sustitución, a partir de este porcentaje, los valores disminuyen respecto a la muestra patrón. El estudio concluye que utilizar residuos de cerámica como sustituto del cemento es una alternativa sostenible que podría reducir los costos para la elaboración del concreto.

En referencia a las bases teóricas se ha considerado teorías relacionadas a nuestras variables de investigación, la variable independiente que es la cerámica reciclada y la variable dependiente que es la dureza a la dureza del concreto.

El hormigón se forma de pasta y áridos, la primera está integrada por agua, cemento y adicionalmente se le puede incorporar materiales cementantes, los cuales unen los agregados finos y gruesos formando una masa similar a un material rocoso (Steven et al, 2004, p.1), tal como se muestra en la Figura N°01. En su estado fresco es moldeable y plástico y finalmente presenta una consistencia rígida por lo que se considera un material idóneo para la construcción. La proporción de estos componentes está ligado a la resistencia a la que se quiere llegar acorde a la infraestructura que se pretende realizar.



Figura 1. Elementos que componen el concreto.

Fuente: PCA diseño y control de mezcla de concreto 2004.

Es importante conocer la manera conceptual a caracterización de cada componente y su influencia en el concreto. Así tenemos que el cemento es un aglomerante que absorbe fácilmente agua y cuya composición se basa primordialmente de silicatos hidráulicos de calcio (Steven et al, 2004, p.25). Su principal característica es que al hidratarse se endurece resultando con propiedades cohesivas y adherentes, lo que permite unir los componentes del concreto aportándole resistencia y durabilidad. Uno de los más conocidos es el cemento portland que contiene como material principal Clinker pulverizado y está compuesto por silicatos, aluminatos y ferroaluminatos tal como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. *Compuestos del cemento Portland*

Compuesto	Composición del óxido	Símbolo
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_3S
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C_2S
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C_3A
Aluminoferrita tetracálcica	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C_4AF

Fuente: Sanchez (2000)

Según la ASTM C 1157, Especificaciones de rendimiento para cementos hidráulicos, existen diferentes tipos de cementos Portland según su finalidad (Figura 2), que pueden ser Tipo I, II, III, IV y V, descritos en la Tabla 2.



Figura 2. Diversos tipos de cemento

Fuente: Steven 2004.

Tabla 2. *Tipos de cemento según su uso*

Tipo de cemento	Uso
Tipo I	Para uso general, en aquellos casos en los que el uso de otros cementos no sea necesario.
Tipo II	Para casos donde exista riesgo de presencia de sulfatos o considerable calor de hidratación.
Tipo III	Para casos cuando se solicite alta dureza a edades tempranas.
Tipo IV	Para casos de bajo calor generado por la hidratación
Tipo V	Para concretos expuestos severamente al sulfato

Fuente: Elaboración propia.

Otro material necesario en la elaboración del concreto es el agua, para el cual solo basta con verificar si se puede consumir por el hombre para establecer que es adecuada en la elaboración del cemento (Pasquel, 1993, p.84), aun así, es posible utilizar aguas no consideradas potables y esto dependerá básicamente del tipo de cemento que se usará y del grado de impurezas de los demás componentes.

Los agregados son los otros componentes del hormigón y son elementos inertes unidos por las propiedades adhesivas del cemento para formar una estructura duradera. Estas sustancias no participan en las reacciones químicas de la pasta, pero sus propiedades tienen una influencia significativa en el hormigón, determinando la resistencia, conductividad eléctrica y durabilidad del hormigón. (Pasquel, 1993, p.93). Por su naturaleza y tamaño se pueden clasificar en agregados finos y gruesos, siendo el agregado fino, aquel por el tamizado de 3/8" y el que es retenido pasara por tamiz N°200 y el árido grueso es aquel que pasa la malla N°4. En general estos deben pasar por la malla propuesta en la normativa del ASTM-C 33-99, cumpliendo las condiciones para su gradación (Harmsen, 2010, p.13).

En su estado fresco el concreto presenta diversas características entre las que se menciona principalmente la trabajabilidad, que se define como la facilidad con la que se mezcla, coloca, compacta el concreto y el nivel de

dureza a la segregación de los materiales que lo componen (Steven et al, 2004, p.3), lo cual está en función de a la consistencia y la homogeneidad de los materiales con la que es elaborado, influyendo diversos factores como la metodología y el tiempo de transporte; el material cementante; consistencia del tamaño, tamaño de los áridos; contenido del aire; volumen de agua; temperatura y aditivos. (Steven et al, 2004, p.3). Un indicador de trabajabilidad es la consistencia medida por la prueba de asentamiento del hormigón de cemento Portland. (NTP 339.035-2009) a través del Cono de Abrams o de Slump que consiste en medir la consistencia y la humedad del concreto.



Figura 3. Ensayo de consistencia según la NTP 339.035-2009

La temperatura es una característica que afecta en las propiedades del hormigón en su nuevo estado, para lo cual es necesaria su verificación. en el proceso. Un incremento en la temperatura ocasiona que el concreto necesite más cantidad de agua durante el mezclado para un determinado asentamiento ya que se origina una hidratación más rápida pero menos eficiente que ocasiona una estructura menos uniforme y relativamente pobre. (Sánchez, 2000, p. 123). La definición de esta propiedad se realiza en base al ensayo que se encuentra normalizado según NTP 339.184-2018, el presente método utiliza como instrumento un sensor de temperatura que se coloca en el concreto fresco.



Figura 4. Prueba de temperatura según la NTP 339.184-2018

La cantidad de aire atrapado en el concreto fresco durante su preparación, es variable en tamaño, forma y cantidad de burbujas que se introduce durante el mezclado del concreto, el mismo que es liberado durante el proceso de compactación (Sánchez, 2000, p. 120). La cantidad de aire se determina apoyados en la norma ASTM C231 que utiliza el instrumento denominado Olla de Washington.



Figura 5. Prueba de contenido de aire según ASTM C231

Otra propiedad del concreto es el peso específico definida como el peso por unidad de volumen. Su valor es relevante porque que brinda la posibilidad de compararlo con el diseño teórico a través del ensayo de rendimiento. Su determinación según la NTP 339.046-2018 (Torre, 2004, p.12)

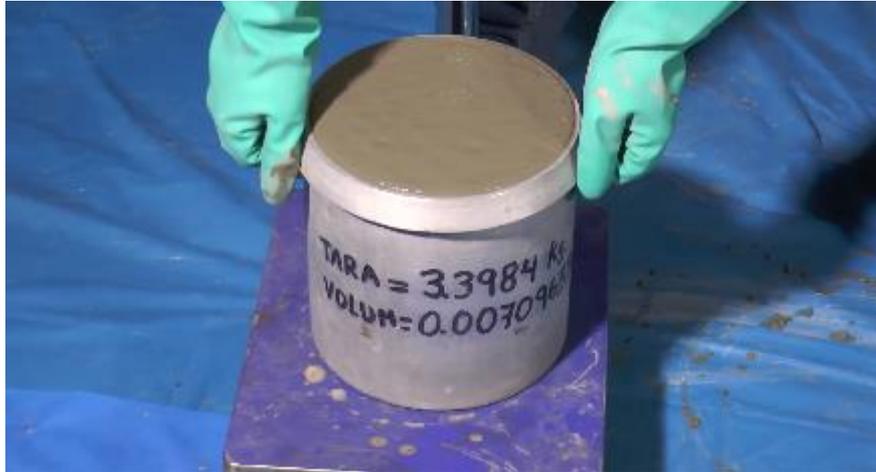


Figura 6. Prueba de peso unitario del concreto según NTP 339.046-2018

En su estado endurecido, el concreto presenta diversas propiedades, pero la más relevante es la resistencia, que la capacidad máxima que determina una unidad de hormigón para soportar cargas y esfuerzos, resaltando el comportamiento de la dureza a la compresión sobre la dureza a la tracción. Esta propiedad está en función de la pasta, la temperatura, el tiempo y el curado (Steven et al, 2004, p.8). Su determinación se basa en la NTP 339.034-2015 El procedimiento a la prueba estandarizado para determinar la resistencia a la compresión del hormigón en probetas cilíndricas. Se deja en una poza de curado bajo el agua el testigo, dependiendo los días en que debe ser probada pudiendo ser desde los 7 hasta los 28 días, luego se encarga en someter la probeta cilíndrica a dureza diametral, aplicando una carga de manera uniforme hasta la rotura de la probeta, y la resistencia $f'c$ será el resultado del promedio mínimo de dos probetas (Harmsen, 2010, p. 31).



Figura 7. Prueba de dureza del concreto según NTP 339.034-2015.

La cerámica de construcción es un material decorativo de poco espesor destinados principalmente para el revestimiento de pisos y paredes (Figura N°7). Tiene como componente principal la arcilla y el agua, pero incorpora otros para mejorar sus propiedades. El proceso constructivo involucra de molienda o amasado, moldeado, secado y finaliza con el proceso de cocido a altas temperaturas según las especificaciones solicitadas a fin de mantener sus propiedades estables en el tiempo (Restrepo, 2011, p.8).



Figura 8. Cerámica para revestimiento

La cerámica reciclada es aquel material de desecho proveniente de los procesos de construcción no apto para su comercialización y que pueden ser considerados como nuevo material de construcción. (Zito, Irassar y

Rahhal, 2016, p.2). Por su alto potencial puzolánico puede ser utilizado como componente en la elaboración del concreto sustituyéndolo parcialmente por el cemento. Figura 8.



Figura 9. Cerámica residual proveniente del sector construcción

Las materias primas de la cerámica son los caolines y las arcillas, los cuales son utilizados en conjunto con otras sustancias denominadas desgrasantes, fundentes, plastificantes, colorantes, entre otros. Los materiales desgrasantes tienen la propiedad de aportar a la cerámica la capacidad de reducir su plasticidad y retracción al momento del secado. Los aditivos usados como quemantes son por lo general aserrín de madera o cenizas que tienen la característica de aumentar la cantidad de la porosidad de la cerámica para revestimiento y mejoran la uniformidad de la mezcla. La retracción de la arcilla es la disminución del volumen de la pasta de arcilla y se expresa en porcentaje en relación con la masa inicial. (Restrepo, 2011, p.14).

El material proveniente de residuos de cerámica actualmente viene siendo utilizado como aditivo en el concreto; para demostrar su utilidad como sustitución de cemento principalmente por sus propiedades puzolánicas, influye en la dureza a la compresión incrementándola cuando se le incorpora porcentajes de polvo cerámico (Viera y Chicaizam, 2018).

El diseño de mezclas hace referencia a la selección de los componentes del concreto bajo diversos parámetros y determinar la cantidad necesaria para producir con los más bajos costos pero que cumplan los estándares requeridos. Para diseñar un hormigón debe de utilizar la ACI-211.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Tipo y diseño de investigación

Se utiliza la investigación aplicada porque permite, a través de la metodología, utilizar el conocimiento para una solución directa del problema planteado. Por tanto, el nivel de estudio también se considera explicativo ya que busca establecer la relación entre la combinación de cerámica reciclada y la resistencia a la compresión del hormigón.

El diseño del estudio es de tipo experimental porque la incorporación de variables independientes en cerámicas recicladas se interviene y manipula en proporciones variables para examinar su efecto sobre la resistencia del hormigón. Por lo tanto, este también es un enfoque cuantitativo, ya que recopila información numérica sobre la resistencia a la compresión del concreto de las fracturas de tubos de ensayo para probar la hipótesis.

3.2 Variables y Operacionalización:

Las variables del proyecto de investigación son:

- Variable independiente: Cerámica reciclada
- Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto.

La operacionalización de variables permite convertir los conceptos de las variables en elementos concretos y medibles, se desarrolla en relación con las variables dependiente e independiente. En la presente investigación se identificó como variable independiente la dureza a la compresión del concreto y como variable dependiente a la incorporación de cerámica reciclada, tal como se muestra en el Anexo N°01.

Tabla 3. Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
Título: Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021					
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala medición
Variable independiente: Cerámica reciclada	Material de desecho procedente de los procesos de construcción, no apto para su comercialización y que pueden ser considerados como nuevo material de construcción (Zito, Irassar y Rahhal, 2016, p.2).	Análisis de la influencia de la dosificación y las propiedades físicas de la cerámica reciclada triturada como sustituto parcial del cemento en el diseño de un concreto de 210 Kg/cm2	Propiedades físicas	Granulometría	Razón
			Dosificación	Proporción en porcentajes de cemento	Razón
Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	Capacidad máxima que presenta una unidad de concreto para soportar cargas y esfuerzos (Steven et al, 2004)	Análisis de la resistencia a la compresión y la consistencia del concreto con incorporación de cerámica reciclada mediante la rotura de probetas y de los parámetros que en el influyen como la relación agua/cemento, peso unitario y contenido de aire.	Propiedades físicas	Relación agua/Cemento	Razón
				Consistencia	Razón
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Razón

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población, muestra y muestreo

La población es un grupo de componentes la cuál llega a representar la misma característica (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 174). Nuestra población estará representada por testigos obtenidos en los ensayos en el laboratorio a las cuales se les incorporará porcentajes de 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% de La cerámica reciclada reemplaza al cemento para hacer hormigón f'c 210 Kg/cm2.

La muestra es una parte del universo de la población que se encuentran delimitado por una característica (Hernández, Fernández y Baptista, p. 175). El presente estudio está constituido por una muestra de 84 probetas de concreto.

El muestreo es del tipo probabilístico aleatorio simple, ya que se considera subgrupos del universo de la población donde al inicio todos los elementos tienen la posibilidad de pertenecer a la muestra (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 175). En este estudio el tamaño de la muestra se considera que la población es infinita o desconocida y que las variables de estudio son cuantitativas, por tanto, se utiliza la siguiente fórmula (Rubio, 2014, p. 175):

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

n_0 = Tamaño de la muestra

Z = Es el valor de la distribución normal normalizada del nivel de confianza determinado por el investigador

S = La variable de referencia del estudio o la desviación estándar.

E = Estimador o valor absoluto (unidad). Creado por investigadores.

Para el estudio se considera un nivel de confianza de 95% por lo que según la Tabla 3 le corresponde un valor de $Z=1.96$. El valor de error de muestreo se estima en $E=0.05$. Así también se considera el estudio titulado Efecto del residuo cerámico como porcentaje de reemplazo de cemento sobre la dureza del hormigón, Trujillo-2019 para la obtención del valor de desviación estándar a los 28 días, siendo $S=10.18$ y la resistencia a la compresión media, siendo $f'c= 242.13 \text{ Kg/cm}^2$.

Tabla 4. Valores de la distribución normal estandarizada

ERROR (Tipo I): Puede ser unilateral o bilateral			
Nivel de confianza (1- α)	Error (α)	Valor Z	
		Bilateral	Unilateral
90%	0.10	1.64	1.28
95%	0.05	1.96	1.64
99%	0.01	2.57	2.32
ERROR (Tipo II): Siempre es unilateral			
Nivel de confianza (1- α)	Error (α)	Valor Z	
0.80	0.20	0.842	
0.90	0.10	1.282	
0.95	0.05	1.645	
0.99	0.01	2.326	

Fuente: Manual de estadística UPN, 2014

Remplazando los valores, se obtiene:

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2} = \frac{1.96^2 \times 10.18^2}{(242.13 \times 0.05)^2} = 2.72 \approx 3 \text{ und.}$$

El tamaño de la muestra es de 3 muestras de hormigón por porcentaje. de 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% (Ver tabla 4).

Tabla 5. Número de muestras y distribución

Edad de la probeta	Porcentaje de Sustitución de cerámica reciclada							Subtotal
	0%	3%	6%	9%	12%	15%	18%	
7	3	3	3	3	3	3	3	21
14	3	3	3	3	3	3	3	21
21	3	3	3	3	3	3	3	21
28	3	3	3	3	3	3	3	21
Total								84

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La búsqueda de datos está asociada a tres funciones, tales como: La selección de estos datos debe ser correcta y confiable; Registre las variables en la observación; y toda la información que debe recopilarse. Las técnicas de recolección no deben separarse y deben complementarse, entre ellas se encuentran: Entrevistas, encuestas y observaciones. (Borja, 2019, p. 33). Una técnica de recolección de datos es un modelo de un proceso de recolección de datos para un propósito particular (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.198). En el análisis, el método de recopilación de datos es la observación directa porque los datos de dureza del hormigón en los tubos de ensayo se recopilan por vista directa. El dispositivo utilizado para recolectar muestras fue la herramienta utilizada por los investigadores para referenciar las variables de búsqueda y registrar los datos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.199). Para nuestro estudio se usará la guía de ya que nos permitirá registrar los resultados asegurando su efectividad y confiabilidad.

3.5 Procedimientos

Tabla 6. *Procedimiento para la recolección de datos.*

Etapa	Descripción
1	Selección de los materiales para la elaboración del concreto.
2	Ensayo de granulometría de los agregados.
3	Peso específico y capacidad de absorción.
4	Peso unitario.
5	Contenido de humedad.
6	Diseño de la mezcla
7	Elaboración de las probetas de concreto según los porcentajes de sustitución de cerámica reciclada.
8	Ensayo de asentamiento
9	Ensayo de la resistencia a la compresión del concreto.
10	Análisis de datos

Fuente: Elaboración propia

3.6 Método de análisis de datos

La guía de observación realiza el análisis estadístico correspondiente basado en información recopilada durante la recolección de datos, tabula los datos en una tabla fácil de entender y luego descarga la información resultante de la prueba. Del resultado. Estos métodos ayudan a los investigadores a aplicar técnicas de adquisición y análisis de datos para comunicar sus resultados (Corona, 2016).

3.7 Aspectos éticos

Propiedad intelectual y resultados presentados en este estudio, conforme a los criterios éticos como producto, de toda investigación experimental. (Acevedo, 2002).

IV. RESULTADOS

Se describe la manera en que se realizaron los ensayos en el laboratorio Corporacion Cons & Proyect Servicios de ingeniería. Las mezclas se realizaron con el método del comité 211 de diseño del ACI, para una resistencia del concreto de 210 Kg/cm², ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días.

4.1 Propiedades físicas de la cerámica reciclada

Para determinar los parámetros físicos, la cerámica reciclada se molió manualmente. Los límites de consistencia, incluidos el límite plástico y el límite líquido, determinan el comportamiento de la muestra y son función de la pegajosidad y el contenido de humedad de la muestra. La Norma NTP 339.129 SUELOS. Los métodos de ensayo para la determinación del límite líquido, límite e índice plásticos de los suelos establecen la metodología a seguir para la determinación de estos parámetros.

Tabla 7. Caracterización de la cerámica reciclada

Parámetro	Valor
Contenido de humedad	0.98%
Límite líquido (LL)	23.16 %
Límite plástico (LP)	19.23%
Índice de plasticidad (IP= LL-LP)	3.93%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7 se muestran los límites de consistencia de la cerámica reciclada. Según el índice de plasticidad y los parámetros establecidos en la NTP 339.129 podemos decir que la muestra es de consistencia débilmente plástico, ya que se encuentra entre el 1% y 7%.

4.2 Propiedades físicas de los agregados

Existen una serie ensayos necesarios para elaborar el diseño de mezcla del concreto, entre ellos tenemos el ensayo de granulometría, peso específico, peso unitario, absorción y contenido de humedad.

4.2.1 Análisis granulométrico

El análisis de la granulometría tiene por finalidad disponer según su tamaño las muestras del árido mediante un proceso de tamizado. La Norma NTP 400.012: Agregados. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global que tiene como antecedente a la norma ASTM C 136-96^a: Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates, establece la metodología para determinar la gradación de una muestra de agregado fino, grueso y global, mientras que los parámetros para determinar su utilidad como agregado en obra son establecidos por la norma NTP 400.037:2014 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, que tiene como fundamento la norma ASTM C33: Especificación Normalizada de Agregados para Concreto.

4.2.1.1 Agregado Fino

Para que la muestra sea aceptada debe cumplir con la norma NTP 400.037 y el módulo de fineza que establece un valor entre 2.3 y 3.1.

Tabla 8. Análisis de la granulometría del agregado Fino

TAMIZ		Peso Retenido (gr)	Peso Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasante Acumulado (%)
Malla	mm				
# 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
# 8	2.36	85.00	12.78	12.78	87.22
# 16	1.18	151.00	22.71	35.49	64.51
# 30	0.58	135.00	20.30	55.79	44.21
# 50	0.30	150.00	22.56	78.35	21.65
# 100	0.15	94.00	14.14	92.48	7.52
FONDO	0.10	50.00	7.52	100.00	0.00
TOTAL		665.00	100.00	-	-

Módulo de fineza: 2.75

Fuente: Elaboración propia

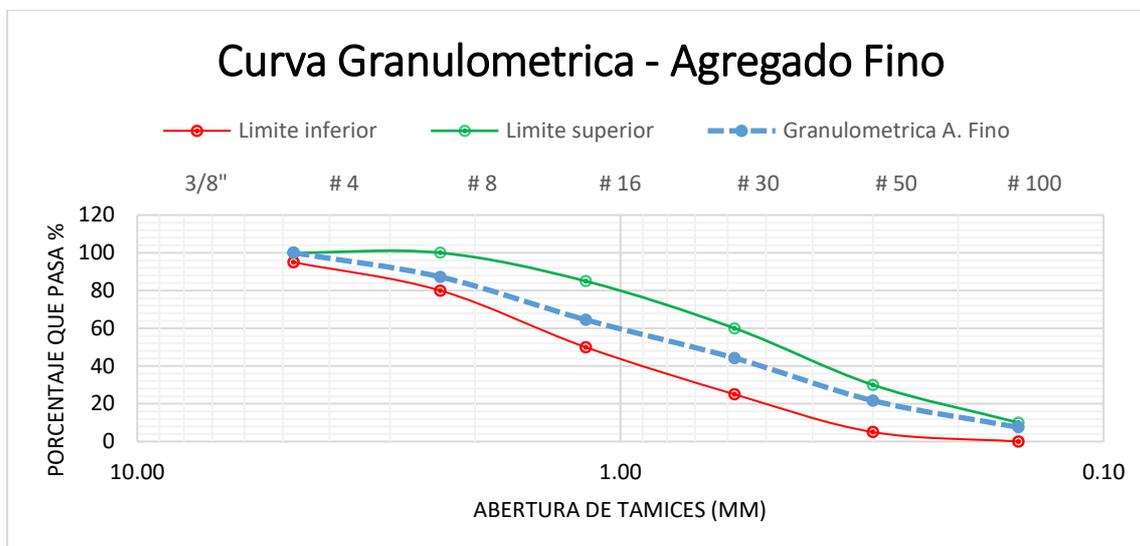


Figura 10. Curva Granulométrica-Agregado fino

De la Figura 10 se puede interpretar que la granulometría del agregado fino es adecuada, ya que se encuentra dentro de los límites establecidos según la norma NTP 400.037. Así también, de la tabla 8 se establece que el módulo de finura con un valor 2.75 es aceptable, considerando que debe estar dentro del rango 2.3 a 3.1.

4.2.1.2 Agregado Grueso

La muestra de agregado grueso debe cumplir con los parámetros granulométricos establecidos en la norma NTP 400.037 según los husos establecidos.

Tabla 9. Análisis de la granulometría del agregado grueso

TAMIZ		Peso	Peso	Retenido	Pasante
Malla	mm	Retenido (gr)	Retenido (%)	Acumulado (%)	Acumulado (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	-
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	-
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	-
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	-
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	-
3/4"	19.05	321.00	6.44	6.44	321.00
1/2"	12.70	1274.00	25.57	32.01	1274.00
3/8"	9.53	1231.00	24.70	56.71	1231.00
# 4	4.75	2157.00	43.29	100.00	2157.00
TOTAL		4983.00	100.00	-	-

Fuente: Elaboración propia

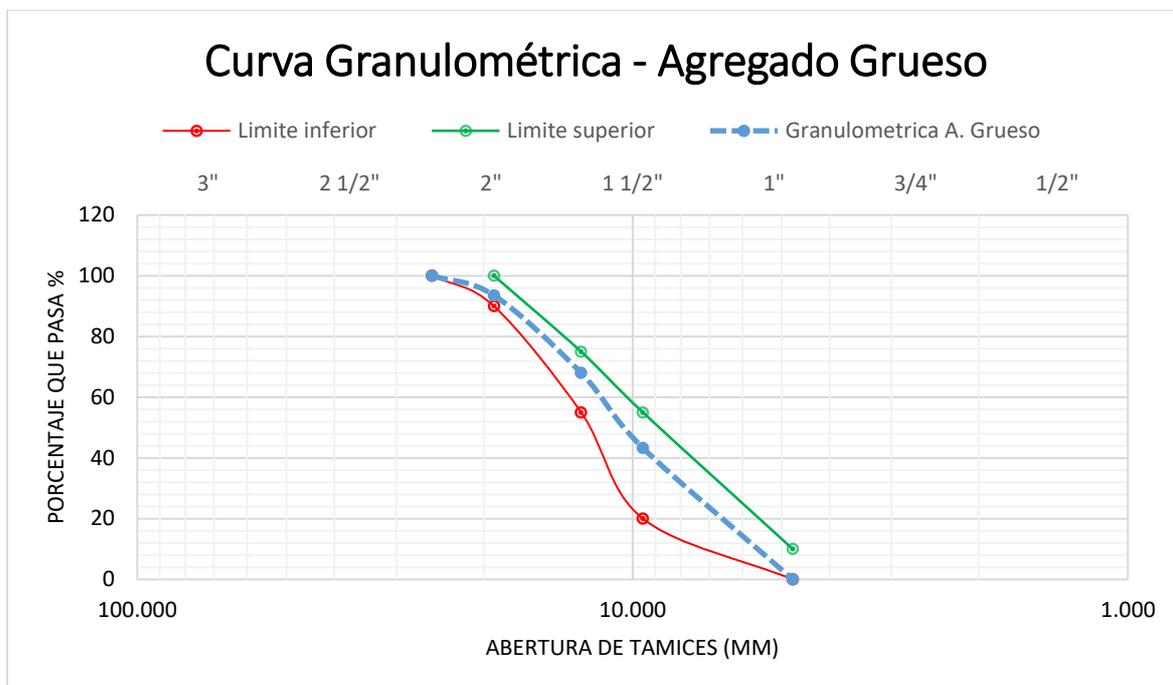


Figura 11. Curva Granulométrica-Agregado grueso

De la Figura 11 se puede interpretar que la granulometría del agregado grueso es adecuada, ya que se encuentra entre los límites preestablecidos según la norma NTP 400.037. Los valores obtenidos en la tabla 9 determinan una muestra con un tamaño nominal (TMN) de $\frac{3}{4}$ ".

4.2.2 Peso específico y porcentaje de absorción

La norma NTP 400.022.2013 AGREGADOS. Métodos de prueba estándar para densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorbancia de agregados finos y estándares NTP 400.021.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso establecen el procedimiento para determinar el peso específico del agregado fino y grueso respectivamente.

4.2.2.1 Agregado Fino

Este ensayo se realiza en base a la norma NTP 400.022.2013 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

El ensayo consiste en sumergir la muestra de agregado por un lapso de 24 horas, a fin de colmatar los poros. Seguidamente la muestra se retira del agua y es secada para luego determinar su masa. Posteriormente el volumen estará dado por el desplazamiento producido de introducir la muestra en un depósito graduado. Se determina nuevamente la masa de la muestra luego de ser secada al horno. Con la data obtenida y siguiendo el procedimiento de la norma La NTP 400.022 se calcula el peso específico, peso específico aparente y la absorción, tal como se muestra en la Tabla 9.

$$Pe_{SSS} = \frac{W_1}{W_1 + W_2 - W_3}$$

$$Pe = \frac{W}{W_1 + W_2 - W_3}$$

$$Pe_a = \frac{W}{W + W_2 - W_3}$$

$$\%A = \frac{W_1 - W}{W} \times 100$$

Donde:

W : Peso seco del agregado fino (gr)

W1: Muestra saturada con superficie seca del agregado fino (gr)

W2: Picnómetro + agua (gr)

W3: Picnómetro + agua + muestra (gr)

Pe SSS: Peso específico de masa saturada superficialmente seca (gr/cm³)

Pe : Peso específico de masa seca (gr/cm³)

Pea : Peso específico aparente (gr/cm³)

%A : Absorción

Tabla 10. Peso Específico – Agregado Fino.

Descripción	Símbolo	Unidad	Valor
Peso seco del agregado fino	W	(gr)	495.1
Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	W1	(gr)	500
Picnómetro + agua	W2	(gr)	662.2
Picnómetro + agua + muestra	W3	(gr)	971.7
Peso específico de masa saturada superficialmente seca	Pe SSS	(gr/cm ³)	2.62
Peso específico de masa seca	Pe	(gr/cm ³)	2.60
Peso específico aparente	Pea	(gr/cm ³)	2.67
Absorción	A	%	0.99

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 10 muestra los valores obtenidos en las pruebas, sustituidos en la fórmula para obtener la densidad y porcentaje de absorción de la muestra de agregado fino.

4.2.2.2 Agregado Grueso

Esta prueba se realiza sobre la base de la norma NTP 400.021.2013 AGREGADOS. Método de prueba estándar para la densidad y absorbancia de agregados gruesos.

Este ensayo consiste en introducir en agua la muestra durante 24 horas, a fin de colmatar los poros completamente. A continuación, es retirado del agua, es secada en el horno y se pesa. Se realiza otro pesado mientras la muestra es introducida en un depósito con agua. Para finalizar el proceso, Toda la muestra se secó en un horno y se volvió a pesar. Con los datos obtenidos y el procedimiento de la norma NTP 400.021.2013 se determinan el peso específico, peso específico aparente y la absorción.

$$Pe\ SSS = \frac{Ws}{Ws + Wa}$$

$$Pe = \frac{Wseco}{Ws - Wa}$$

$$Pea = \frac{Wseco}{Wseco - Wa}$$

$$\% A = \frac{W_s - W_{seco}}{W_{seco}} \times 100$$

Donde:

Wseco: Peso seco del agregado grueso (gr)

Ws : Muestra saturada con superficie seca del agregado fino (gr)

Wa : Peso de la muestra en el agua (gr)

Pe SSS: Peso específico de masa saturada superficialmente seca (gr/cm³)

Pe : Peso específico de masa seca (gr/cm³)

Pea : Peso específico aparente (gr/cm³)

%A : Absorción

Tabla 11. *Peso Específico – Agregado Grueso.*

Descripción	Símbolo	Unidad	Valor
Peso seco del agregado grueso	Wseco	(gr)	4981
Muestra saturada con superficie seca del agregado fino	Ws	(gr)	5000
Peso de la muestra en el agua	Wa	(gr)	3128
Peso específico de masa saturada superficialmente seca	Pe SSS	(gr/cm ³)	2.67
Peso específico de masa seca	Pe	(gr/cm ³)	2.66
Peso específico aparente	Pea	(gr/cm ³)	2.69
Absorción	A	%	0.38

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11 se muestran los valores resultantes de los ensayos, los cuales son remplazados en las fórmulas para la obtención del peso específico y el porcentaje de absorción de la muestra de agregado grueso.

4.2.3 Determinación del Peso unitario

La norma NTP 400.017.2011 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados establece el proceso de cálculo del peso unitario de aquel agregado que no exceda los 125mm de TMN.

4.2.3.1 Agregado Fino

Los resultados que han sido obtenidos del ensayo basado en la norma NTP 400.017.2011 serán remplazados en las fórmulas mostradas a continuación a fin de determinar el peso unitario de la muestra de agregado fino.

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r} \qquad \gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

$$\% \text{ Vacíos} = \frac{P_e \times D_a - \gamma}{P_e \times D_a}$$

Donde:

M_s : Peso del material suelto (Kg o gr)

M_c : Peso del material compacto (Kg o gr)

V_r : Volumen del recipiente (cm³ o m³)

P_e : Peso específico de masa seca (gr/cm³)

D_a : Densidad del agua (Kg/m³ o g/cm³)

γ : Peso volumétrico (gr/cm³ o Kg/m³)

γ_s : Peso volumétrico suelto (gr/cm³ o Kg/m³)

γ_c : Peso volumétrico compacto (gr/cm³ o Kg/m³)

%Vacíos: Porcentaje de vacíos (%)

Tabla 12. *Peso unitario – Agregado Fino.*

Descripción	Símbolo	Unidad	Valor
Peso del material suelto	M_s	gr	4320
Peso del material compacto	M_c	gr	4480
Volumen del recipiente	V_r	cm ³	2700
Peso específico de masa seca	P_e	gr/cm ³	2.60
Densidad del agua	D_a	gr/cm ³	0.998
Peso volumétrico suelto	γ_s	gr/cm ³	1.60
Peso volumétrico compacto	γ_c	gr/cm ³	1.66
%Vacíos de Peso volumétrico suelto	%Vacíos γ_s	%	38.34
%Vacíos γ_c de Peso volumétrico compacto	%Vacíos γ_c	%	36.02

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12 se muestran los valores que se obtuvieron de los ensayos, los cuales son remplazados en las fórmulas para calcular el peso unitario y el % de vacíos del agregado fino.

4.2.3.2 Agregado Grueso

Con los valores obtenidos del procedimiento de la norma NTP 400.017.2011 para la determinación del peso unitario de la muestra del agregado grueso, se realizan los cálculos según las fórmulas detalladas a continuación.

$$\gamma_s = \frac{M_s}{V_r}$$

$$\gamma_c = \frac{M_c}{V_r}$$

$$\% \text{ Vacios} = \frac{P_e \times D_a - \gamma}{P_e \times D_a}$$

Donde:

M_s : Peso del material suelto (Kg o gr)

M_c : Peso del material compacto (Kg o gr)

V_r : Volumen del recipiente (cm^3 o m^3)

P_e : Peso específico de masa seca (gr/cm^3)

D_a : Densidad del agua (Kg/m^3 o g/cm^3)

γ : Peso volumétrico (gr/cm^3 o Kg/m^3)

γ_s : Peso volumétrico suelto (gr/cm^3 o Kg/m^3)

γ_c : Peso volumétrico compacto (gr/cm^3 o Kg/m^3)

%Vacíos: Porcentaje de vacíos (%)

Tabla 13. Peso unitario – Agregado grueso.

Descripción	Símbolo	Unidad	Valor
Peso del material suelto	Ms	gr	4310
Peso del material compacto	Mc	gr	4520
Volumen del recipiente	Vr	cm ³	2700
Peso específico de masa seca	Pe	gr/cm ³	2.66
Densidad del agua	Da	gr/cm ³	0.998
Peso volumétrico suelto	γs	gr/cm ³	1.60
Peso volumétrico compacto	γc	gr/cm ³	1.67
%Vacíos de Peso volumétrico suelto	%Vacíos γs	%	39.72
%Vacíos γc de Peso volumétrico compacto	%Vacíos γc	%	37.09

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se muestran los valores que se obtuvieron de los ensayos, los cuales son remplazados en las fórmulas para calcular el peso unitario y % porcentaje de vacíos del agregado grueso.

4.2.4 Abrasión

La norma NTP 400.019:2002 AGREGADOS. El método de prueba estándar para determinar la resistencia a la degradación de agregados gruesos de tamaños más pequeños debido a la abrasión y el impacto en una máquina en Los Ángeles establece un procedimiento para calcular la resistencia a la descomposición de muestras de agregados gruesos con partículas menores a 37,5 mm en un dispositivo denominado Los Ángeles. Con los valores obtenidos del procedimiento de la norma NTP 400.019:2002, los cálculos se realizan según las fórmulas siguientes.

$$De = \frac{Wi - Wf}{Wi} \times 100$$

Donde:

Wi: Peso inicial de la muestra (gr)

Wf: Peso final de la muestra (gr)

De: Porcentaje de desgaste (%)

Tabla 14. *Ensayo de la resistencia a la abrasión*

Malla	Peso inicial Wi (gr)	Peso inicial total (gr)	Peso retenido Malla N.º 12 (gr)	Porcentaje de desgaste (%)
1 1/2" – 1"	1250			
1" – 3/4"	1250	5000	4325	13.5
3/4" – 1/2"	1250			
1/2" – 3/8"	1250			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 14 se muestran los resultados obtenidos en el laboratorio y el valor del porcentaje de desgaste obtenido tras aplicar estos resultados en la fórmula mostrada.

4.2 Diseño de mezcla de concreto f'c 210 kg/cm²

El diseño de la mezcla de hormigón f'c 210 Kg / cm² se realizó con el fin de establecer la cantidad de material requerido para la preparación de acuerdo con los estándares requeridos utilizando el método ACI.

Tabla 15. Ensayo de la resistencia a la abrasión

Diseño	Especificaciones
DM210-0RC	Concreto f'c 210 Kg/cm ² , sin sustitución de cemento por cerámica reciclada
DM210-3RC	Concreto f'c 210 Kg/cm ² , con sustitución de cemento por 3% de cerámica reciclada
DM210-6RC	Concreto f'c 210 Kg/cm ² , con sustitución de cemento por 6% de cerámica reciclada
DM210-9RC	Concreto f'c 210 Kg/cm ² , con sustitución de cemento por 9% de cerámica reciclada
DM210-12RC	Concreto f'c 210 Kg/cm ² , con sustitución de cemento por 12% de cerámica reciclada
DM210-15RC	Concreto f'c 210 Kg/cm ² , con sustitución de cemento por 15% de cerámica reciclada
DM210-18RC	Concreto f'c 210 Kg/cm ² , con sustitución de cemento por 18% de cerámica reciclada

En la Tabla 15 se muestran las especificaciones y el diseño de mezcla elaborado.

Tabla 16. Dosificación f'c 210 kg/cm² (0%)

Característica	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
Dosificación por peso	352.900	0.000	836.380	880.910	226.980
Dosificación por volumen aparente	0.235	0.000	0.483	0.509	0.509
Relación de volumen aparente	1.000	0.000	2.050	2.160	226.839

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 podemos observar que se toma como referencia la relación utilizada para un metro cúbico de hormigón, la cual indicará la matriz de dimensionamiento obtenida con los grados desarrollados en las líneas anteriores. (especificar)

Tabla 17. *Dosificación f'c 210 kg/cm2 (3%)*

Característica	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
Dosificación por peso	342.31	10.59	836.38	880.91	226.98

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 17 se muestra que la tasa utilizada para un metro cúbico de concreto que incluye cemento en lugar de cerámica reciclada es del 3% de su peso.

Tabla 18. *Dosificación f'c 210 kg/cm2 (6%)*

Característica	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
Dosificación por peso	331.73	21.17	836.38	880.91	226.98

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 18 la tasa utilizada para un metro cúbico de hormigón que incluye cemento en lugar de cerámica reciclada se especifica como el 6% de su peso.

Tabla 19. *Dosificación f'c 210 kg/cm2 (9%)*

Característica	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
Dosificación por peso	331.14	31.76	836.38	880.91	226.98

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 19 la tasa utilizada para un metro cúbico de hormigón con una alternativa específica a base de cemento a la cerámica reciclada es del 9% de su peso.

Tabla 20. *Dosificación f'c 210 kg/cm2 (12%)*

Característica	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
Dosificación por peso	310.55	42.35	836.38	880.91	226.98

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 la tasa utilizada para un metro cúbico de concreto que incluye el cemento de reemplazo cerámico reciclado especificado es el 12% de su peso.

Tabla 21. *Dosificación f'c 210 kg/cm2 (15%)*

Característica	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
Dosificación por peso	299.97	52.94	836.38	880.91	226.98

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 21 podemos observar la tasa utilizada por metro cúbico de hormigón al considerar que la combinación de cerámica reciclada para reemplazar el cemento es el 15% de su peso.

Tabla 22. *Dosificación f'c 210 kg/cm2 (18%)*

Característica	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
Dosificación por peso	289.38	63.52	836.38	880.91	226.98

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 22 podemos observar la tasa utilizada para un metro cúbico de hormigón teniendo en cuenta la incorporación de cerámica reciclada en sustitución del cemento como el 18% de su peso.

4.2.1 Resumen del diseño de mezcla de concreto $f'c$ 210 kg/cm²

Tabla 23. Resumen dosificación $f'c$ 210 kg/cm²

$f'c$ (Kg/cm ²)	Descripción	Cemento (Kg)	Cerámica Reciclada (Kg)	Agregado Fino (Kg)	Agregado Grueso (Kg)	Agua (L)
210	Muestra patrón	352.90	0.00	836.38	880.91	226.98
	Sustitución al 3%	342.31	10.59	836.38	880.91	226.98
	Sustitución al 6%	331.73	21.17	836.38	880.91	226.98
	Sustitución al 9%	331.14	31.76	836.38	880.91	226.98
	Sustitución al 12%	310.55	42.35	836.38	880.91	226.98
	Sustitución al 15%	299.97	52.94	836.38	880.91	226.98
	Sustitución al 18%	289.38	63.52	836.38	880.91	226.98

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23 se puede ver el resumen completo con la reposición asociada al cemento cerámico reciclado en función del peso proporcional al porcentaje de sustitución.

4.3 Ensayos del concreto en estado fresco

4.3.1 Asentamiento del concreto con el cono de Abrams

El control de medición de asentamientos se encuentra en la NTP 339.035 "Hormigón. Método de prueba para medir el asentamiento del hormigón con cono de Abrams"; con el apoyo en la norma ASTM C143: "Método de prueba estándar para el asentamiento de hormigón de cemento hidráulico". Los resultados obtenidos muestran:

Tabla 24. Asentamiento del concreto con el cono de Abrams

Muestra	Asentamiento del concreto (Pulg)						
	0%	3%	6%	9%	12%	15%	18%
M1	3.50	2.20	1.50	1.00	0.75	0.75	0.75
M2	3.25	2.10	1.70	1.30	0.60	0.60	0.60
M3	3.20	2.45	1.50	1.45	0.45	0.45	0.45
Promedio	3.32	2.25	1.57	1.25	0.60	0.60	0.60

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 Se presentan los resultados obtenidos de las pruebas de asentamiento del hormigón a diferentes porcentajes de sustitutos cerámicos reciclados del cemento.

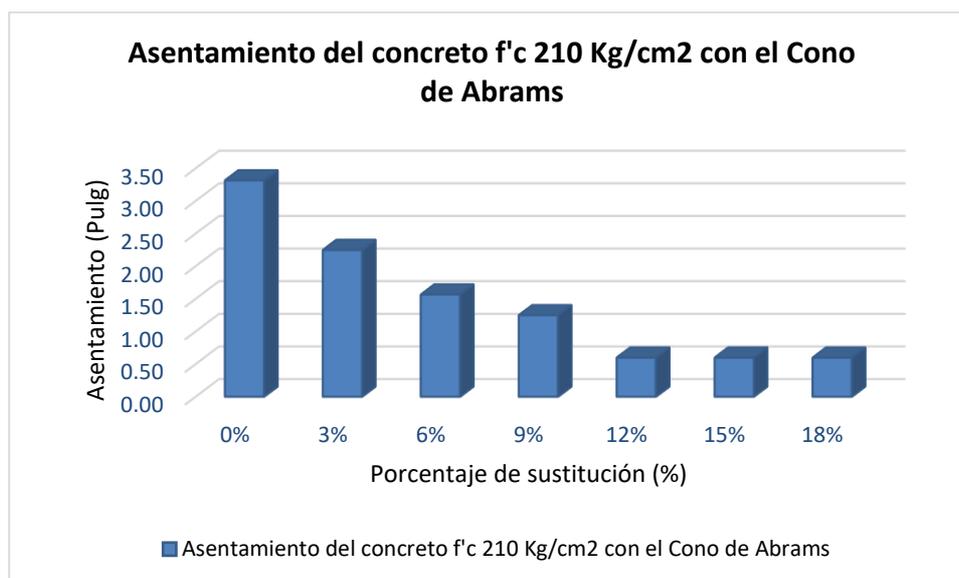


Figura 12. Asentamiento de concreto

Fuente: Elaboración propia

La figura 12 nos detalla una proporción directa en la que podemos apreciar que, a mayor sustitución de la cerámica reciclado por el cemento, el grado de asentamiento del concreto es mayor con referencia al concreto patrón; podemos deducir que, a mayor incorporación de cerámica reciclada, mayor Slump.

4.3.2 Peso unitario

El proceso para el ensayo está definido por la NTP 339.046. “Concreto. Método de ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire”, con base en la norma ASTM C138: “Método de prueba estándar para densidad rendimiento y contenido de aire de hormigón”. Los resultados alcanzados se muestran a continuación.

Tabla 25. Peso unitario del concreto

Porcentaje de Cerámica reciclada	0%	3%	6%	9%	12%	15%	18%
Peso del concreto + recipiente(Kg)	18.06	18.11	18.16	18.24	18.29	18.32	18.38
Peso del recipiente (Kg)	2.304	2.304	2.304	2.304	2.304	2.304	2.304
Peso del concreto (Kg)	15.756	15.856	15.856	15.856	15.986	16.016	16.076
Volumen del recipiente (m3)	0.006754	0.006754	0.006754	0.006754	0.006754	0.006754	0.006754
Peso unitario del concreto (Kg/m3)	2332.840	2340.240	2347.650	2359.490	2366.890	2371.340	2380.220
Contenido de aire	2.43	2.38	2.32	2.27	2.21	2.18	2.13

Fuente: Elaboración propia

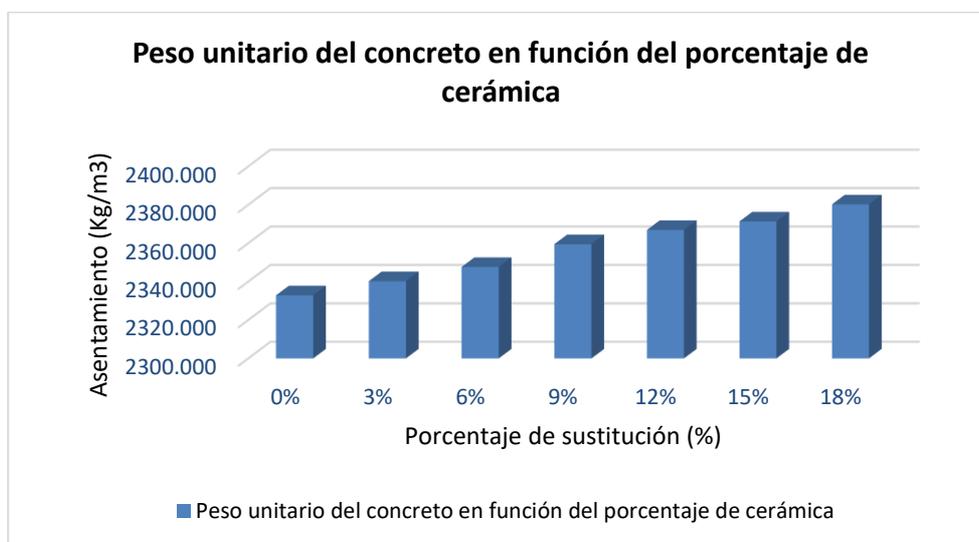


Figura 13. Peso unitario del concreto

Fuente: Elaboración propia

4.4 Ensayos del concreto en estado endurecido

4.4.1 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto

Luego de haber transcurrido los 28 días de realizado las 03 muestras, se realiza el retiro de las probetas de las piscinas donde se encontraban sumergidas para el respectivo curado, para proceder con el ensayo del elemento en la prensa hidráulica, para evaluar el grado de resistencia del testigo, los cuales mostraran los resultados de la incorporación de la cerámica reciclado en porcentajes de sustitución de 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18%.

Tabla 26. *Tabla de resistencia a la compresión a los 7 días*

Diseño de la muestra de concreto	Porcentaje de sustitución (%)	Edad (días)	Dimensiones		Carga aplicada (Kg)	Resistencia a la compresión		RC f'c/ f'c 210 Kg/cm ² (%)
			Diámetro (cm)	Área (cm ²)		f'c (Kg/cm ²)	f'c Promedio (Kg/cm ²)	
DM210-0RC	0%	7	15.1	179.1	28250	157.73		75
		7	15.1	179.1	28200	157.45	157.507	75
		7	15.1	179.1	28180	157.34		75
DM210-3RC	3%	7	15.1	179.1	27300	152.43		73
		7	15.1	179.1	27380	152.88	152.617	73
		7	15.1	179.1	27320	152.54		73
DM210-6RC	6%	7	15.1	179.1	26300	146.85		70
		7	15.1	179.1	26350	147.12	147.123	70
		7	15.1	179.1	26400	147.4		70
DM210-9RC	9%	7	15.1	179.1	24500	136.8		65
		7	15.1	179.1	24440	138.46	137.167	66
		7	15.1	179.1	24400	136.24		65
DM210-12RC	12%	7	15.1	179.1	22000	122.84		58
		7	15.1	179.1	21900	122.28	122.613	58
		7	15.1	179.1	21980	122.72		58
DM210-15RC	15%	7	15.1	179.1	19020	106.2		51
		7	15.1	179.1	19100	106.64	106.457	51
		7	15.1	179.1	19080	106.53		51
DM210-18RC	18%	7	15.1	179.1	15120	84.42		40
		7	15.1	179.1	15100	84.31	84.290	40
		7	15.1	179.1	15070	84.14		40

Fuente: Elaboración propia

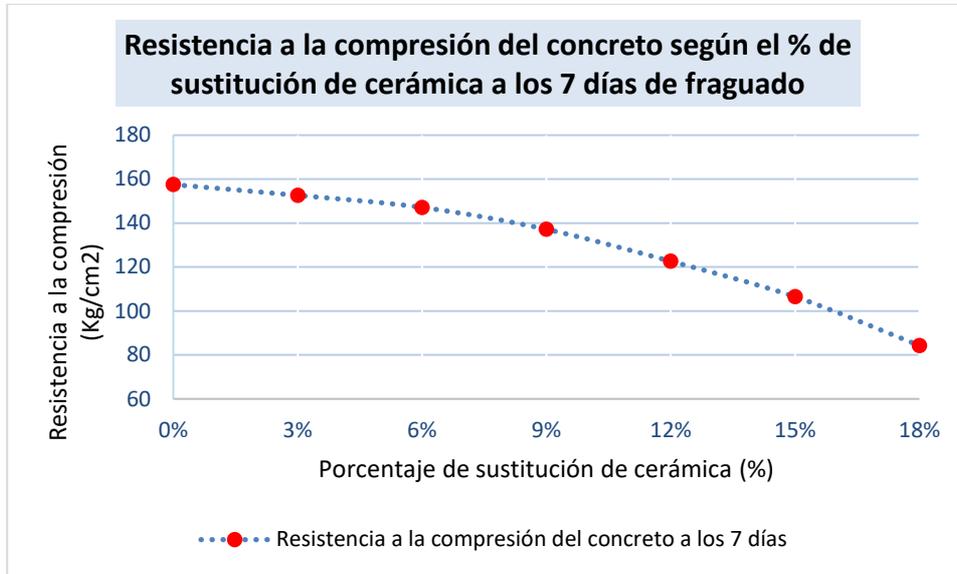


Figura 14. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de fraguado.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 26 que se muestra a continuación podemos deducir que la muestra Hormigón 210 kg/cm² supera a todas las sustituciones de cerámica reciclada en 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% a los 7 días los cuales alcanzan un porcentaje de resistencia a la compresión entre 40% y 73% sin embargo, la muestra patrón llega a un 75%, al recopilar los datos se genera la curva de la figura 14.

Tabla 27. Tabla de resistencia a la compresión a los 14 días

Diseño de la muestra de concreto	Porcentaje de sustitución (%)	Edad (días)	Dimensiones		Carga aplicada (Kg)	Resistencia a la compresión		RC f'c/ f'c 210 Kg/cm ² (%)
			Diámetro (cm)	Área (cm ²)		f'c (Kg/cm ²)	f'c Promedio (Kg/cm ²)	
DM210-0RC	0%	14	15.1	179.1	36210	202.18		96
		14	15.1	179.1	36310	202.74	202.497	97
		14	15.1	179.1	36280	202.57		96
DM210-3RC	3%	14	15.1	179.1	35110	196.04		93
		14	15.1	179.1	35180	196.43	196.243	94
		14	15.1	179.1	35150	196.26		93
DM210-6RC	6%	14	15.1	179.1	30381	188.78		90
		14	15.1	179.1	33870	189.11	189.057	90
		14	15.1	179.1	33900	189.28		90
DM210-9RC	9%	14	15.1	179.1	31420	175.43		84
		14	15.1	179.1	31390	175.27	175.453	83
		14	15.1	179.1	31460	175.66		84
DM210-12RC	12%	14	15.1	179.1	28230	157.62		75
		14	15.1	179.1	28280	157.9	157.640	75
		14	15.1	179.1	281.9	157.4		75
DM210-15RC	15%	14	15.1	179.1	24450	136.52		65
		14	15.1	179.1	24500	136.8	136.853	65
		14	15.1	179.1	24580	137.24		65
DM210-18RC	18%	14	15.1	179.1	19410	108.38		52
		14	15.1	179.1	19320	107.87	108.133	51
		14	15.1	179.1	19370	108.15		52

Fuente: Elaboración propia

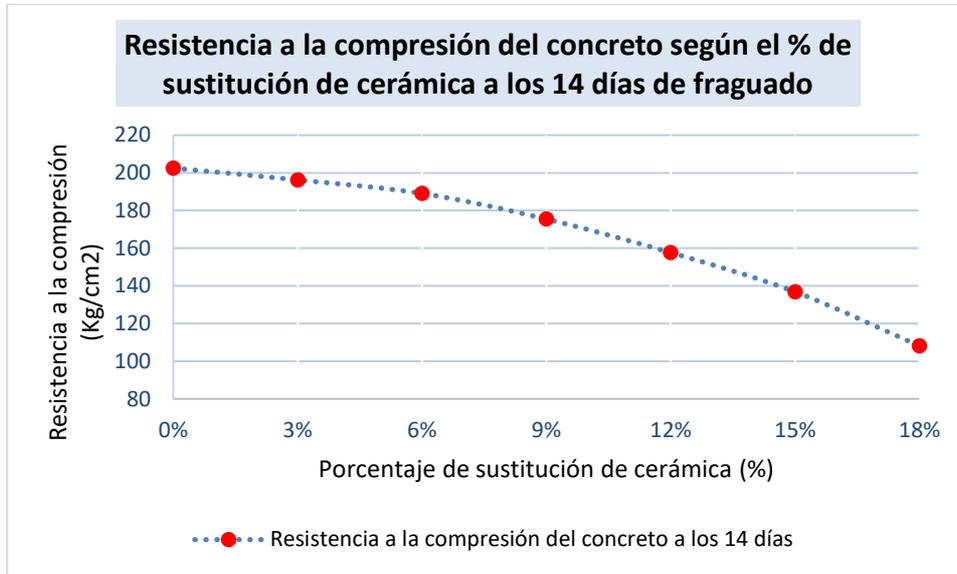


Figura 15. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de fraguado

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 que se muestra a continuación podemos deducir que la muestra patrón de concreto 210 kg/cm² supera a todas las sustituciones de cerámica reciclada en 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% a los 14 días los cuales alcanzan un porcentaje de resistencia a la compresión entre 51% y 93% sin embargo, la muestra patrón llega a un 96%, al recopilar los datos se genera la curva de la figura 15.

Tabla 28. Tabla de resistencia a la compresión a los 21 días

Diseño de la muestra de concreto	Porcentaje de sustitución (%)	Edad (días)	Dimensiones		Carga aplicada (Kg)	Resistencia a la compresión		RC f'c/ f'c 210 Kg/cm ² (%)
			Diámetro (cm)	Área (cm ²)		f'c (Kg/cm ²)	f'c Promedio (Kg/cm ²)	
DM210-0RC	0%	21	15.1	179.1	38220	213.4		102
		21	15.1	179.1	38330	214.01	213.717	102
		21	15.1	179.1	38280	213.74		102
DM210-3RC	3%	21	15.1	179.1	37020	206.7		98
		21	15.1	179.1	37150	207.43	207.093	99
		21	15.1	179.1	37100	207.15		99
DM210-6RC	6%	21	15.1	179.1	35730	199.5		95
		21	15.1	179.1	35680	199.22	199.480	95
		21	15.1	179.1	35770	199.72		95
DM210-9RC	9%	21	15.1	179.1	33180	185.26		88
		21	15.1	179.1	33290	185.87	185.167	89
		21	15.1	179.1	33020	184.37		88
DM210-12RC	12%	21	15.1	179.1	29850	166.67		79
		21	15.1	179.1	29770	166.22	166.257	79
		21	15.1	179.1	29710	165.88		79
DM210-15RC	15%	21	15.1	179.1	25880	144.5		69
		21	15.1	179.1	25810	144.11	144.443	69
		21	15.1	179.1	25920	144.72		69
DM210-18RC	18%	21	15.1	179.1	20500	114.46		55
		21	15.1	179.1	20380	113.79	114.050	54
		21	15.1	179.1	20400	113.9		54

Fuente: Elaboración propia

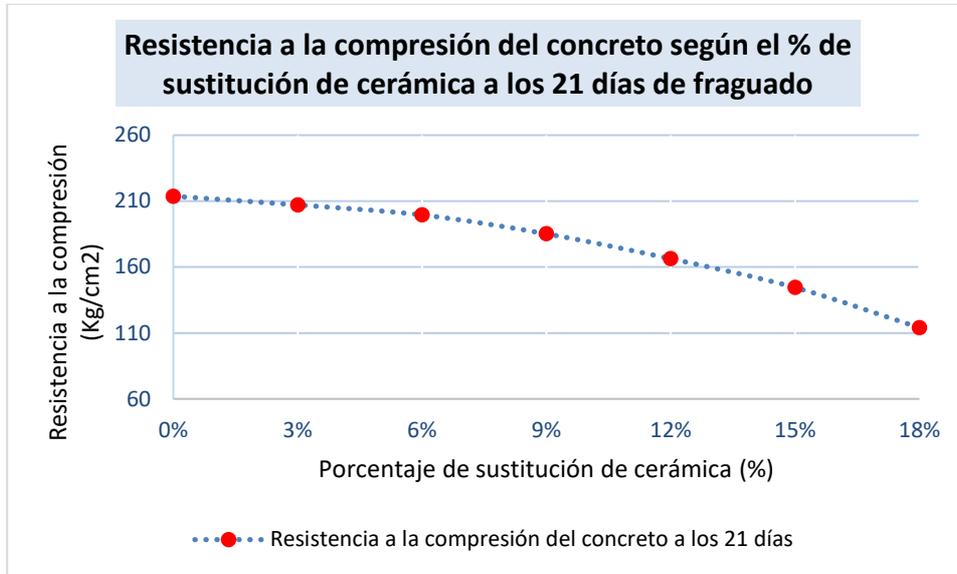


Figura 16. Resistencia del concreto 210kg/cm² a los 21 días.

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 28 que se muestra a continuación podemos deducir que la muestra patrón de concreto 210 kg/cm² supera a todas las sustituciones de cerámica reciclada en 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% a los 14 días los cuales alcanzan un porcentaje de resistencia a la compresión entre 54% y 98% sin embargo, la muestra patrón llega a un 102%, al recopilar los datos se genera la curva de la figura 16.

Tabla 29. Tabla de resistencia a la compresión a los 28 días

Diseño de la muestra de concreto	Porcentaje de sustitución (%)	Edad (días)	Dimensiones		Carga aplicada (Kg)	Resistencia a la compresión		RC f'c/ f'c 210 Kg/cm ² (%)
			Diámetro (cm)	Área (cm ²)		f'c (Kg/cm ²)	f'c Promedio (Kg/cm ²)	
DM210-0RC	0%	28	15.1	179.1	39850	222.50		106
		28	15.1	179.1	39920	222.89	222.687	106
		28	15.1	179.1	39880	222.67		106
DM210-3RC	3%	28	15.1	179.1	38650	215.80		103
		28	15.1	179.1	38720	216.19	215.987	103
		28	15.1	179.1	38680	215.97		103
DM210-6RC	6%	28	15.1	179.1	37300	208.26		99
		28	15.1	179.1	37180	207.59	207.943	99
		28	15.1	179.1	37250	207.98		99
DM210-9RC	9%	28	15.1	179.1	34610	193.24		92
		28	15.1	179.1	34520	192.74	193.020	92
		28	15.1	179.1	34580	193.08		92
DM210-12RC	12%	28	15.1	179.1	31000	173.09		82
		28	15.1	179.1	31050	173.37	173.147	83
		28	15.1	179.1	30980	172.98		82
DM210-15RC	15%	28	15.1	179.1	37000	150.75		72
		28	15.1	179.1	36890	150.14	150.437	71
		28	15.1	179.1	26840	150.42		72
DM210-18RC	18%	28	15.1	179.1	21220	118.48		56
		28	15.1	179.1	21300	118.93	118.483	57
		28	15.1	179.1	21320	118.04		56

Fuente: Elaboración propia

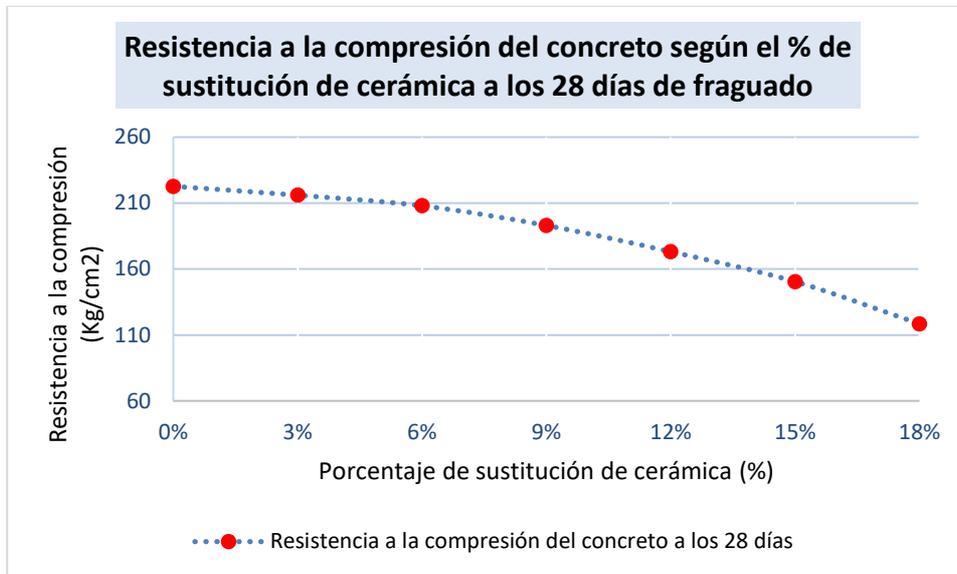


Figura 17. Resistencia del concreto 210kg/cm² a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 29 que se muestra a continuación podemos deducir que la muestra patrón de concreto 210 kg/cm² supera a todas las sustituciones de cerámica reciclada en 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% a los 14 días los cuales alcanzan un porcentaje de resistencia a la compresión entre 56% y 103% sin embargo, la muestra patrón llega a un 106%. Con el procesamiento de estos resultados se genera la curva de la figura 17.

V. DISCUSIÓN

Como primer objetivo específico se propone determinar el porcentaje óptimo que se debe incorporar de cerámica reciclada para incrementar la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm². Según Sánchez y Frías la cerámica presenta propiedades puzolánicas por lo que es importante evaluar su incorporación en la mezcla de concreto para evaluar sus propiedades mecánicas. (2008). En la presente investigación se encontró que no se incrementó significativamente la resistencia a la compresión del concreto, pero sus valores se encontraban dentro de los estándares preestablecidos, registrando un porcentaje óptimo de sustitución al 3% de incorporación de cerámica con una resistencia de 216.19 kg/cm² respecto a la muestra convencional de 210 kg/cm². En el estudio realizado por Shanmugam, Chinnasamy y Natrajan (2020), presenta resultados diferentes a esta investigación, siendo así que los autores determinaron que el mayor incremento se obtuvo al 10% de sustitución, obteniendo un valor de 38.68 Mpa respecto a la muestra patrón con 35.22 Mpa. Por su parte Molina y Terán (2019) tienen resultados similares, encontrando un porcentaje óptimo de 5% de sustitución para una resistencia de 27.8 con respecto a la muestra patrón al 0% de sustitución con 28.3%.

Como segundo objetivo específico se propone determinar cómo influye la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades físicas de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², Lima 2021. Según Sánchez y Frías sus estudios indican que la cerámica reciclada presenta propiedades similares a las puzolanas y por tanto podrían mejorar propiedades físicas como la trabajabilidad, por tanto, son idóneas para ser utilizadas en la elaboración de concreto (2018). En la presente investigación se encontró que la incorporación gradual de cerámica reciclada en porcentajes de 0%, 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% influyó el asentamiento del concreto resultando valores de 9.53 cm, 9.14 cm, 8.89 cm, 8.51 cm, 8.26 cm, 7.87 cm y 7.62 cm respectivamente, se puede observar una tendencia de disminución de la trabajabilidad a medida que incrementa la sustitución del cemento por cerámica reciclada. En el estudio de Rojas (2019) se obtiene una tendencia similar considerando que para el 25% de incorporación de cerámica reciclada se obtuvo un asentamiento de 6.78 cm en relación a su muestra patrón sin incorporación de

cerámica reciclada en la que se presentó un valor de 9.53 cm. Los resultados obtenidos de ambas investigaciones cumplen con el diseño de mezcla realizado, ya que se estableció un asentamiento de 3" a 4" a fin de cumplir con los estándares establecidos para la elaboración del concreto.

Como tercer objetivo se propone determinar la influencia de la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto $f'c$ 210 kg/cm². Según Portugal, la resistencia a la compresión del concreto se considera una propiedad fundamental de este material y su importancia radica en las funciones estructurales de esta (2007). En la presente investigación se encontró que al incorporar cerámica reciclada como sustituto del cemento en la mezcla del concreto se incrementaba ligeramente la resistencia a la compresión, siendo así que su mayor valor fue de 216.19 Kg/cm² respecto a la muestra patrón de 210 Kg/cm². En el estudio realizado por Shanmugam, Chinnasamy y Natrajan (2020), se encontró diferencias con estos resultados ya que los autores determinaron que el mayor incremento obtenido fue de 38.68 Mpa a diferencia de la muestra patrón que obtuvo 35.22 Mpa. Por su parte Molina y Terán (2019) tienen resultados similares a los obtenidos en esta investigación, registrando que no existe un incremento en la resistencia a la compresión del concreto al incorporar cerámica reciclada en sustitución al cemento, obteniendo como resultado un valor de 27.8 Mpa en referencia a la muestra patrón sin incorporación de cerámica, en la que se obtuvo 28.3 Mpa. Dado estos resultados, puede considerarse que la incorporación de cerámica como sustituto del cemento en el concreto no tiene influye significativamente en la resistencia del concreto, pero logra mantener sus propiedades mecánicas dentro de los estándares establecidos.

VI. CONCLUSIONES

1. Concluimos que incorporar cerámica reciclada en la elaboración de concreto no incrementa significativamente la resistencia del concreto pero que existe un porcentaje óptimo en el cual se puede incorporar de cerámica reciclada y mantener la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 kg/cm², siendo este valor optimo del 3% ya que se obtuvo una resistencia a la compresión de 215.987 kg/cm² acorde con el diseño de $f'c$ 210 Kg/cm². A partir del 3% al 18% de sustitución la resistencia a la compresión disminuye notablemente
2. Concluimos que el uso de cerámica reciclada influye en las propiedades físicas del concreto en su estado fresco, ya que al incorporar cerámica reciclada hasta un porcentaje de 18% se observó la tendencia de disminución del asentamiento a 7.62 cm de 9.525 cm que corresponde a la muestra patrón sin incorporación de cerámica reciclada, sin embargo, estos valores obtenidos aún se encuentran dentro del asentamiento de diseño de 3" a 4". Este efecto es producido debido a la alta concentración de sílices y aluminas que favorecen su capacidad para retener agua, lo cual incide en la trabajabilidad del concreto. Así también se tuvo la misma tendencia para el peso unitario, obteniendo que para el 18% de sustitución de cemento por cerámica reciclada un valor de 2380.2 Kg/cm³, menor en relación al concreto patrón sin incorporación de cerámica en el que se obtuvo 2382.84 Kg/cm³.
3. Se concluye que el uso de la cerámica si bien no influye en el incremento de las propiedades mecánicas de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², si permite mantener sus propiedades de resistencia a la compresión, lo cual lo hace un material idóneo por sus propiedades puzolánicas que puede ser empleado como una alternativa sostenible para la elaboración de concreto. Siendo así que esta investigación para un diseño de concreto de $f'c$ 210 Kg/cm² con un porcentaje de sustitución de cerámica por cemento de 3 % se obtiene una $f'c$ 215.987 kg/cm², posteriormente para mayores sustituciones de 6%, 9%, 12%, 15% y 18% se obtuvo 150.437kg/cm², 173.147 kg/cm², 193.020 kg/cm², 207.943 kg/cm² y 215.987 kg/cm², concluyendo que la resistencia a la compresión se reduce notablemente para estos porcentajes no llegando a alcanzar la resistencia de diseño.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Se recomienda ampliar los estudios a las distintas proporciones empleadas a la mezcla, pero con la variable de agregado fino por cerámica, en proporciones similares a la empleada a la presente investigación 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18%.
2. Se recomienda ampliar los estudios realizados a la cerámica reciclada ya que este material ha demostrado que sustituyendo al cemento en una proporción adecuada alcanza el mismo valor de resistencia que la muestra nativa.
3. Se recomienda implementar estrategias de recolección de cerámica en las diferentes obras de construcción, con la finalidad de trasladarlos a un acopio adecuado, para su posterior reutilización, ayudando al medio ambiente y contribuyendo con los análisis realizados al concreto en sus variables.

REFERENCIAS

1. ACEVEDO, Irene. Aspectos éticos en la investigación científica. Serie de conferencias IOP: Ciencia y enfermería, 8(1): 15-18, junio 2002.
ISSN: 179553
2. BENAMAR, Balegh, HAMID, Sellaf y ADDA, Hadjmostefa. Efecto de cerámico desperdicio sobre las propiedades mecánicas y geotécnicas de la toba tratada con cemento. Estudios de caso en materiales de construcción, 13 (e00368): [s/n], diciembre 2020.

ISSN: 22145095
3. BORJA, Manuel. Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros. Chiclayo 2016, 38pp.
4. CHICAIZA, Carla y GUERRA, Gabriela. Estudio del uso de residuos cerámicos como sustituto de un porcentaje del cemento para la fabricación de morteros. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Central Del Ecuador, 2017. 160pp.
5. CHICA, Lina y BELTRAN, Juan. Caracterización de residuos de demolición y construcción para identificación de su potencial de reúso. DYNA, 85 (206): 338-347, jul. 2018.
ISSN: 00127353
6. CALAMA, Gonzales y CAÑAS, Palop. Evaluación comparativa del ciclo de vida de cuatro soluciones constructivas para la rehabilitación de pisos de viguetas con valor patrimonial. Informes de la Construcción, 71 (556): 1-11, 2019.
ISSN: 00200883
7. CONCRETO ecoeficiente que incorpora polvo de desecho de cerámica y polvo de ladrillo rojo como un reemplazo eficaz del cemento Portland ordinario y el agregado fino por Shanmugam Durgadevi [et al]. Serie de

- conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales, 955(012041): [s/n],
septiembre 2020.
ISSN: 17578981
8. CORONA, José. Apuntes sobre métodos de investigación. Medisur, 14(1):
81-83, julio 2016.
ISSN: 1727-897x
 9. Evaluación del potencial reactivo de adiciones de residuos de bloques cerámicos
rojos y hormigón triturado de RCD en matriz cementosa por Brekailo F. [et
al]. Cerámica, 65 (375): 351-358, mayo 2021.
ISSN: 16784553.
 10. GIRALDO, Augusto. Resistencia a la compresión de un concreto $f'c =$
210kg/cm² con cemento sustituido en 5% y 10% por caolín activado
mecánicamente de Tarica – Huaraz. Tesis (Ingeniero Civil). Perú:
Universidad San Pedro, 2017. 100 pp.
 11. HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ Carlos y BAPTISTA, Pilar.
Metodología de la investigación. Colombia: Interamericana Editores SA,
2014. 634pp.
 12. HARMSEN Teodoro, Diseño de Estructuras de concreto Armado, Lima Perú,
Fondo editorial de la Universidad Católica, 967 pp.
 13. MAS, María, MONZÓ, José y PAYA, Jordi. Ceramic tiles waste as
replacement material in Portland cement. Advances in Cement Research,
28(4), 221–232, 2016.
ISSN: 0951-7197
 14. MOLINA, Bryan y TERAN, Jackeline. Análisis del fraguado y de la resistencia
a la compresión de pastas de cemento sustituidas parcialmente por polvo
cerámico. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Politécnica
Salesiana-Sede Quito, 2019. 220pp.

15. ORŇÁKOVÁ, Marie y LEHNER, Petr. Relaciones entre microestructura y propiedades de transporte en morteros que contienen polvo cerámico reciclado. Revista de producción más limpia, 2631 (3): [s/n], 2020.
ISSN: 09596526
16. PASSOS, L, MORENO JR, y SOUZA, AAA. Hormigón ligero con árido grueso procedente de residuos cerámicos a altas temperaturas. Rev. IBRACON Estrut. Mater, 13 (2): 433-454, mayo 2021.
ISSN: 19834195
17. PASQUEL, Enrique. Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. Perú: Colegio de ingenieros del Perú, 1993. 399pp.
18. PEREZ, Lizabeth. Evaluación de cementos de bajo carbono producidos localmente con sustitución del 50% de cemento P-35 por adiciones de polvo de cerámica roja y caliza. Tesis (Ingeniero Civil). Cuba: Universidad Central Marta Abreu de las Villas, 2016. 88pp.
19. PORTUGAL, Pablo. Tecnología del concreto de alto desempeño. Paris: Imprimerie Lafayette, 2007. Rue du Verdun. 346pp.
20. RESIDUOS de baldosas cerámicas como material de reemplazo en cemento Portland por Mas, María [et al]. Institution of civil engineers: Advances in Cement Research, 28(4): 221-232, noviembre 2015.
ISSN: 17578981
21. RESTREPO, Oscar. Baldosas cerámicas y gres porcelánico: Un mundo en permanente evolución. Medellín, Colombia: Centro Editorial Facultad de Minas, 2011. 99pp.
22. RUBIO, Luis. Manual de estadística. Perú: Lima: Sistema de Gestión de la investigación, 2014. 41pp.
23. ROJAS, Armando. Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2019. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Privada del Norte,

2019. 203 pp.
24. SABADOR, Isabel. Cementos ecoeficientes basados en puzolanas alternativas procedentes de la industria cerámica de baldosas cerámicas como material de reemplazo en cemento. Tesis (Dr. Tecnología Química y Energética) España: Universidad Rey Juan Carlos, 2013.
 25. SANCHEZ, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. Colombia: Bhandar editores, 2000. 334pp.
 26. SANCHEZ, María y FRIAS, Moisés. Aprovechamiento del cascote cerámico como material puzolánico. Cemento y Hormigón. 915(2008): 32- 41, 2008. ISSN: 0008-8919
 27. STEVEN, H. Diseño y control de mezclas de concreto. EEUU: Portland Cement Association, 2004. 459pp.
 28. TORRE, Ana. Curso básico de tecnología del concreto. Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2004. Laboratorio de ensayo de materiales. 331pp.
 29. USO de residuos de cerámica como sustitutos del cemento para la fabricación del morteros por Quinteiro Eduardo [et al]. Ciencia, Cámara de comercio, industria y navegación castellon, 27(254): [s/n], 2016. ISSN: 17884959
 30. VIERA, Paulina y CHICAIZAM Carla. Uso de residuos de cerámica como sustitutos del cemento para la fabricación de morteros. Ciencia, 20(1): [s/n], 2018. ISSN: 13901117
 31. ZITO, Silvina, IRASSAR, Edgardo y RAHHAL, Viviana. Estudios sobre pastas y morteros de cemento portland con reemplazo por loza sanitaria. Avances en ciencias e ingeniería, 7(2): 57-66, abril 2016. ISSN: 0718-8706

ANEXOS

ANEXO 1. Cronograma de ejecución

ACTIVIDADES	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16
	10/4/21	11/4/21	12/4/21	13/4/21	14/4/21	15/4/21	16/4/21	17/4/21	18/4/21	19/4/21	20/4/21	21/4/21	22/4/21	23/4/21	24/4/21	25/4/21
1. Reunión de coordinador																
2. Presentación del esquema de proyecto de investigación.																
3. Asignación de los temas de investigación.																
4. Pautas para la búsqueda de información.																
5. Planteamiento del problema y fundamentación teórica.																
6. Justificación, hipótesis y objetivos de la investigación.																
7. Diseño, tipo y nivel de investigación.																
8. Variables, Operacionalización.																
9. Presenta el diseño metodológico.																
10. JORNADA DE INVESTIGACIÓN N°01. Presentación del primer avance.																
11. Población y muestra.																
12. Técnicas e instrumentos de obtención de datos, métodos de análisis y aspectos administrativos. Designación del jurado: un metodólogo y dos especialistas.																
13. Presenta el proyecto.																
14. Presenta el proyecto de investigación para su revisión y aprobación																
15. JORNADA DE INVESTIGACIÓN N.º 2: Sustentación del Proyecto de investigación																

ANEXO 2. Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensión	Indicador	Instrumentos
Problema general	Objetivo General	Hipótesis general				
¿Cómo influye la incorporación de cerámica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021, Lima 2021?	Analizar la influencia de la incorporación de cerámica reciclada en la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021	La incorporación de cerámica reciclada influye en la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021	Variable independiente: Cerámica reciclada	Dosificación	Proporción de 3%, 6%, 9%, 12%, 15% y 18% en porcentajes de cemento	Diseño de mezcla del concreto método ACI Análisis Granulométrico NTP 400.012
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable	Dimensión	Indicador	Instrumentos
¿Cuál es el porcentaje óptimo que se debe incorporar de cerámica reciclada para incrementar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021?	Determinar porcentaje óptimo que se debe incorporar de cerámica reciclada para incrementar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm ²	Existe un porcentaje óptimo que se debe incorporar de cerámica reciclada para incrementar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm ²	Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto	Propiedades físicas	Relación agua/Cemento	Relación de mezcla del concreto Método ACI
					Consistencia	Ensayo Cono de Abrams NTP 339.035
¿Cómo influye la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades físicas de un concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021?	Determinar la influencia de la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades físicas de un concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021	La incorporación de cerámica reciclada influye en las propiedades físicas de un concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021			Contenido de aire	ASTM C231ASTM C231
¿Cómo influye la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021?	Determinar la influencia de la incorporación de cerámica reciclada en las propiedades mecánicas de un concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021	La incorporación de cerámica reciclada influye en las propiedades mecánicas de un concreto f_c 210 kg/cm ² , Lima 2021			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión



Certificate of Recognition



Awarded to

**CORPORACION CONS & PROYECT SERVICIOS DE
INGENIERIA E.I.R.L. - CORCOPROSERIN E.I.R.L.**

CAL.FRANCISCO TUPAC AMARU NRO. 156 URB. TUNGASUCA
2DA ET LIMA - LIMA CARABAYLLO

By

SIS Certifications Pvt. Ltd.

in recognition of

SYNDIGATE OF INTERNATIONAL SYSTEM CERTIFICATIONS

ISO 9001:2015

On 16th August, 2021



Managing Director



This recognition letter is valid only if produced along with the valid ISO 9001:2015. Certificate bearing the Certificate number:- SIS030821Q187. The Validity of the ISO Certificate can be verified by visiting <http://www.siscertifications.co.in/verify/>. The Certificate can be verified by using the above mentioned Certificate Number.

SIS Certifications Pvt. Ltd., Unit No. 514, 5th Floor, Vipul Business Park, Sohna Road, Sector-48, Gurgaon-122018, Haryana, India.

[Http://www.siscertifications.co.in](http://www.siscertifications.co.in)

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**MT - LF - 060 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	210188	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).
2. Solicitante	CORPORACION CONS & PROYECT SERVICIOS DE INGENIERIA E.I.R.L.	
3. Dirección	Cal. Francisco Tupac Amaru N° 158 Urb. Tungasuca 2da. Et., Carabayllo - Lima -LIMA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS 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.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	100000 kgf	
Marca	TÉCNICAS	
Modelo	TCP341	
Número de Serie	753	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X8	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	10 kgf	
5. Fecha de Calibración	2021-03-28	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-04-05



Firmado digitalmente por
Eleazar Cesar Chavez Raraz
Fecha: 2021.04.06 08:50:12
-05'00'

**Metrología & Técnicas S.A.C.**

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Telf: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 060 - 2021**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

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

7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	25,6 °C	25,1 °C
Humedad Relativa	64 % HR	65 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-187747 / 2020-195857	Celda de carga calibrado a 1500 kN con incertidumbre del orden de 0,6 %	LEDI-PUCP INF-LE-024-21A

10. Observaciones

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

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 060 - 2021

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kgf)	F_1 (kgf)	F_2 (kgf)	F_3 (kgf)	$F_{Promedio}$ (kgf)
10	10000	9952	9962	9952	9956
20	20000	19925	19925	19915	19921
30	30000	29883	29893	29893	29890
40	40000	39852	39842	39842	39846
50	50000	49888	49878	49888	49885
60	60000	59939	59929	59929	59932
70	70000	69888	69878	69878	69881
80	80000	79888	79868	79858	79865
90	90000	89824	89804	89804	89811
100	100000	99783	99773	99783	99773
Retorno a Cero		0	0	0	

Indicación del Equipo F (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U (k=2) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
10000	0,44	0,10	---	0,10	0,52
20000	0,40	0,05	---	0,05	0,52
30000	0,37	0,03	---	0,03	0,52
40000	0,39	0,03	---	0,03	0,52
50000	0,23	0,02	---	0,02	0,52
60000	0,11	0,02	---	0,02	0,52
70000	0,17	0,01	---	0,01	0,52
80000	0,17	0,01	---	0,01	0,52
90000	0,21	0,02	---	0,01	0,52
100000	0,23	0,02	---	0,01	0,52

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

ANEXO 4. Ensayos de laboratorio
Análisis Granulométrico Agregados Fino y grueso



SOLICITANTE: Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACION: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021"
ENSAYO: Granulometría Agregado fino
MUESTRA: CANTERA DE AGREGADOS
FECHA: Carabayllo, Octubre 2021

CANTERA USADA PARA ESTE ENSAYO

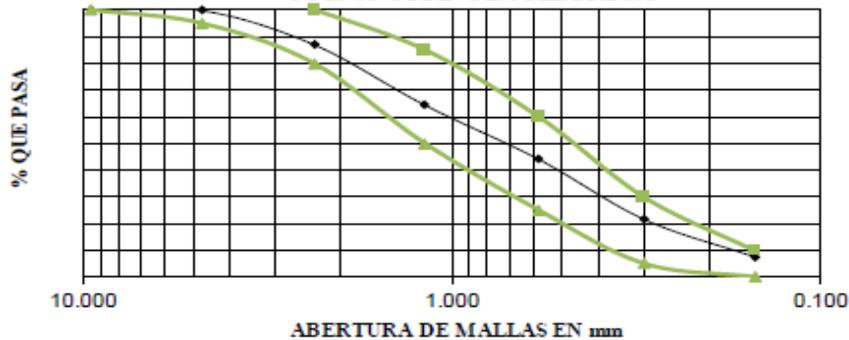
MUESTRA: * Agregado fino (Material pasa tamiz 4.75 mm)
* Agregado grueso (Material retenido tamiz 4.75 mm)

ANALISIS GRANULOMETRICO-NTP 400.012

AGREGADO FINO

MALLA	Abertura de malla en mm.	Peso retenido en gr.	% retenido	% retenido Acumulado	% que pasa	Huso Granulométrico - rango máximo	Huso Granulométrico - rango mínimo
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-	100
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	-	95
N° 8	2.360	85.00	12.78	12.78	87.22	100	80
N° 16	1.180	151.00	22.71	35.49	64.51	85	50
N° 30	0.580	135.00	20.30	55.79	44.21	60	25
N° 50	0.300	150.00	22.56	78.35	21.65	30	5
N° 100	0.150	94.00	14.14	92.48	7.52	10	0
FONDO	0.100	50.00	7.52	100.00	0.00	-	-

CURVA GRANULOMETRICA



Modulo de Finura: 2.75



Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

CORCOPROSERIN
INGENIERIA DE CONSULTORIA
INTEGRADA S.A.S.
CIP 201120



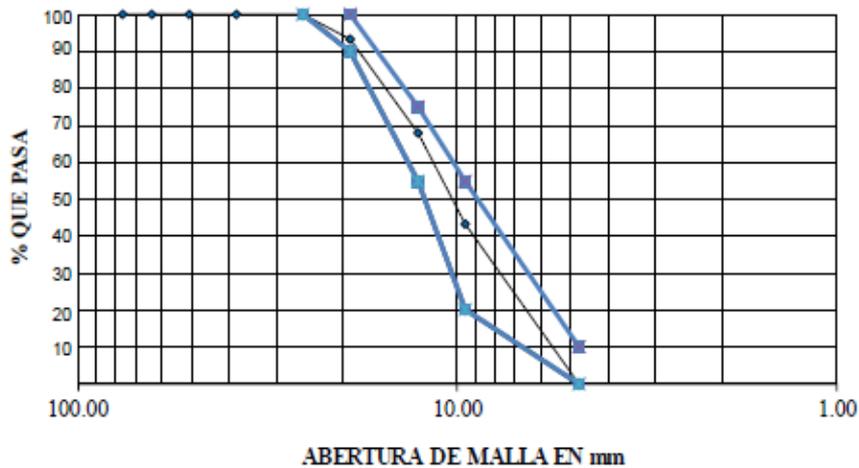
SOLICITANTE: Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACION: *Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021*

ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
MUESTRA: CANTERA DE AGREGADOS
FECHA: Carabayllo, Octubre 2021

AGREGADO GRUESO :

MALLA	Peso retenido en gr.	% retenido	% retenido Acumulado	% que pasa	HUSO GRANULOM ETRICO 67- RANGO MAXIMO	HUSO GRANULOM ETRICO 67- RANGO MINIMO
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	-	-
2½"	63.50	0.00	0.00	100.00	-	-
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	-	-
1½"	38.10	0.00	0.00	100.00	-	-
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	-	100
¾"	19.05	321.00	6.44	93.56	100	90
½"	12.70	1274.00	25.57	67.99	75	55
3/8"	9.53	1231.00	24.70	43.29	55	20
N° 4	4.75	2157.00	43.29	100.00	10	0

CURVA GRANULOMETRICA



Clasificación SUCS= GP



P. Mori
 CORCOPROSERIN
 Ingeniero Civil
 INGENIERIA CIVIL
 Nº 20115

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021



SOLICITANTE: Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACION: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021"

ENSAYO: Granulometría Agregado fino
MUESTRA: CANTERA DE AGREGADOS
FECHA: Carabaylo, Octubre 2021

CANTERA USADA PARA ESTE ENSAYO

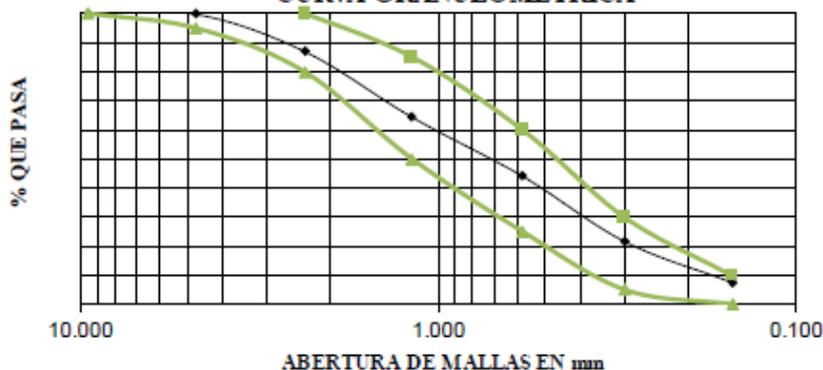
MUESTRA: * Agregado fino (Material pasa tamiz 4.75 mm)
 * Agregado grueso (Material retenido tamiz 4.75 mm)

ANALISIS GRANULOMETRICO-NTP 400.012

AGREGADO FINO

MALLA	Abertura de malla en mm.	Peso retenido en gr.	% retenido	% retenido Acumulado	% que pasa	Huso Granulometrico - rango maximo	Huso Granulometrico - rango minimo
3/8	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	-	100
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00	-	95
N° 8	2.360	85.00	12.78	12.78	87.22	100	80
N° 16	1.180	151.00	22.71	35.49	64.51	85	50
N° 30	0.580	135.00	20.30	55.79	44.21	60	25
N° 50	0.300	150.00	22.56	78.35	21.65	30	5
N° 100	0.150	94.00	14.14	92.48	7.52	10	0
FONDO	0.100	50.00	7.52	100.00	0.00	-	-

CURVA GRANULOMETRICA



Modulo de Finura: 2.75



P. Mori Mori
CORCOPROSERIN
 Ingeniería de Proyectos
 INGENIERIA REGISTRADA
 N° 14066
 O.T. 2011/03



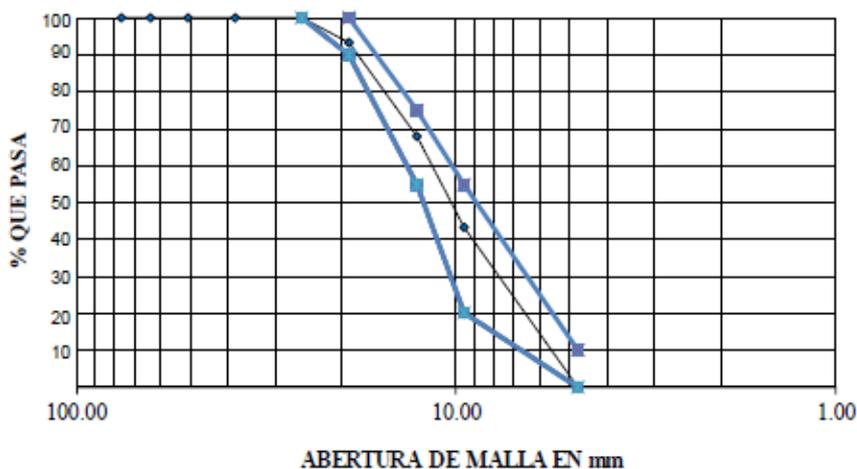
SOLICITANTE: Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACION: *Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021*

ENSAYO: ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO
MUESTRA: CANTERA DE AGREGADOS
FECHA: Carabayllo, Octubre 2021

AGREGADO GRUESO :

MALLA	Peso retenido en gr.	% retenido	% retenido Acumulado	% que pasa	HUSO GRANULOMETRICO 67-RANGO MAXIMO	HUSO GRANULOMETRICO 67-RANGO MINIMO
3"	76.20	0.00	0.00	100.00	-	-
2½"	63.50	0.00	0.00	100.00	-	-
2"	50.80	0.00	0.00	100.00	-	-
1½"	38.10	0.00	0.00	100.00	-	-
1"	25.40	0.00	0.00	100.00	-	100
¾"	19.05	321.00	6.44	93.56	100	90
½"	12.70	1274.00	25.57	67.99	75	55
3/8"	9.53	1231.00	24.70	43.29	55	20
N° 4	4.75	2157.00	43.29	100.00	10	0

CURVA GRANULOMETRICA



Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Clasificación SUCS= GP



CORCOPROSERIN
 INGENIERIA DE
 LABORATORIO
 DE CONTROL DE CALIDAD



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberio

Peso total seco : 1363.50

PROYECTO DE INVESTIGACION : *Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto fc 210 kg/cm2, Lima 2021*

Humedad

Peso Humedo gr : 34.11

Lugar : LIMA

Nomenclatura: M-1

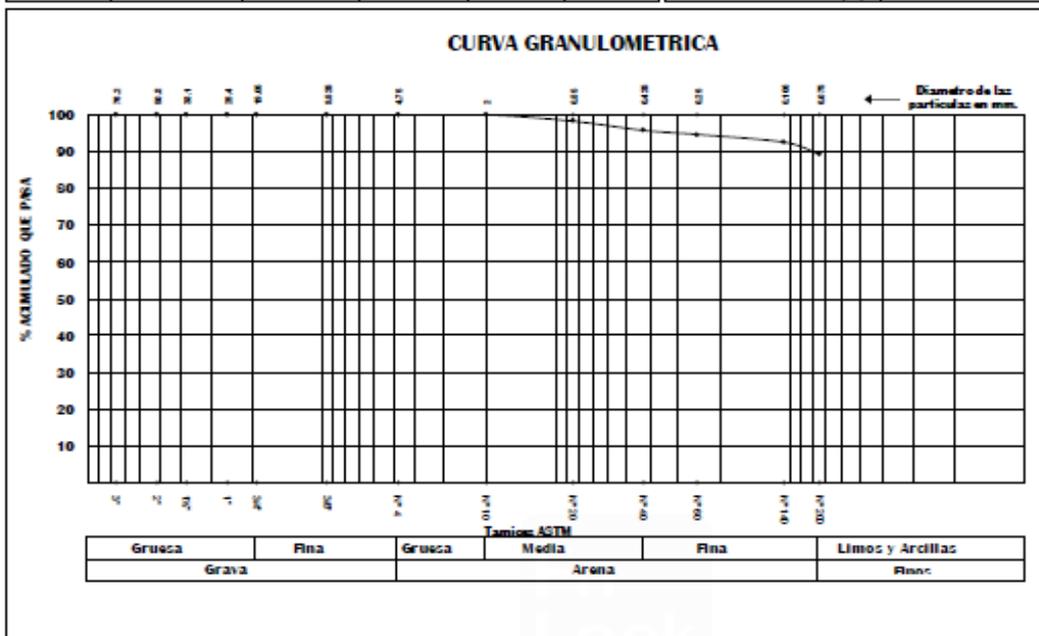
Peso seco gr : 33.78

FECHA : Caybaylo, octubre 2021

Material: Cerámica reciclado

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO						LIMITES DE CONSISTENCIA	
NTP 339.128 / ASTM - D 422						ASTM - D 427 / D 4318	
MALLA	ABERTURA mm.	Peso Retenido gr	% Retenido	%Retenido Acumulado	% Que Pasa		
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100	Límite líquido (%)	23.16
2"	50.50	0.00	0.00	0.00	100	Límite plástico (%)	19.23
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100	Índice plástico (%)	3.93
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100	Límite de contracción (%)	-
3/4"	19.05	0.00	0.00	0.00	100	Resultado: ASTM - D 2487 / D 3282	
3/5"	9.525	0.00	0.00	0.00	100	Coeficiente de:	
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100	-Uniformidad	
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100	-Curvatura	
N° 20	0.850	24.10	1.77	1.77	95	Material:	
N° 40	0.425	34.10	2.50	4.27	96	-Grava %	0.00
N° 60	0.250	15.20	1.11	5.38	95	-Arena %	10.50
N° 140	0.100	29.20	2.14	7.52	92	-Finos %	59.20
N° 200	0.075	44.00	3.27	10.50	89	Clasificación:	
						-AASHTO	A-4 (8)
						-SUCS	ML
						CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM - D 2216	
						Humedad natural (%)	0.98

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021



CORCOPROSERIN
 Ingesta de Permisos
 INGENIERIA CIVIL
 DIF 27133



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

Registrado en Inspección bajo Resolución N° 027256-2021

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40

(NORMA: NTP 339.129)

SOLICITANTE: Bemspi Mori, Carlos Alberto

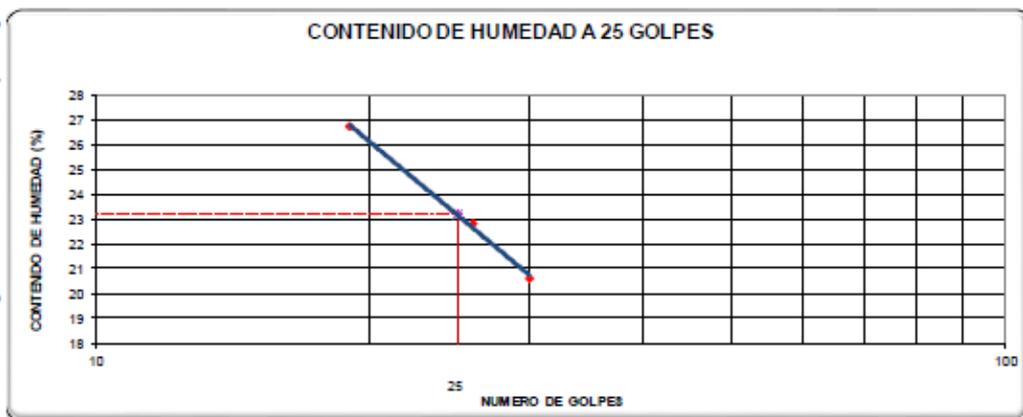
PROYECTO DE INVESTIGACION: Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto fc 210 kg/cm², Lima 2021*

Lugar: LIMA Nomenclatura: M-1

FECHA: Carabayillo, octubre 2021

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO	1	2	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	27.81	26.58	26.21	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	24.15	23.49	23.62	
PESO DE AGUA (g)	3.66	3.09	2.59	
PESO DEL TARRO (g)	10.47	9.94	11.06	
PESO DEL SUELO SECO (g)	13.68	13.55	12.56	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	26.754	22.804	20.621	
NUMERO DE GOLPES	19	26	30	

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO	1	2		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	27.12	27.22		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	24.88	25.05		
PESO DE AGUA (g)	2.24	2.17		
PESO DEL TARRO (g)	13.4	13.6		
PESO DEL SUELO SECO (g)	11.48	11.45		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD (%)	19.512	18.952		



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	23.16
LIMITE PLASTICO (%)	19.23
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	3.93

CORCOPROSERIN
 Ronald Anís Paredes
 INGENIERO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 CP 221303

Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días



CORPORACION CONS & PROYECT SERVICIOS DE INGENIERIA

www.corcoproserin.com / rap14066@gmail.com

Teléfono: 487-4399/cel. 989831244

GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 04 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
0%-1	25/09/2021	02/10/2021	7	15.1	179.1	28250	157.73
0%-2	25/09/2021	02/10/2021	7	15.1	179.1	28200	157.45
0%-3	25/09/2021	02/10/2021	7	15.1	179.1	28180	157.34

0%-1 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 1 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

0%-2 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 2 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

0%-3 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 3 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

CODIGO:RC150-21


CORCOPROSERIN
E.I.R.L.
Reservé todos los derechos
INDUSTRIAL RESPONSABLE
LABORATORIO
QP 221103

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabayllo - Lima

GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c
INVESTIGACIÓN: 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 05 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
3%-1	27/09/2021	04/10/2021	7	15.1	179.1	27300	152.43
3%-2	27/09/2021	04/10/2021	7	15.1	179.1	27380	152.88
3%-3	27/09/2021	04/10/2021	7	15.1	179.1	27320	152.54

3%-1 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 1 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
3%-2 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 2 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
3%-3 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 3 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC151-21

GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Morí, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 06 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
6%-1	28/09/2021	05/10/2021	7	15.1	179.1	26300	146.85
6%-2	28/09/2021	05/10/2021	7	15.1	179.1	26350	147.12
6%-3	28/09/2021	05/10/2021	7	15.1	179.1	26400	147.40

6%-1 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 1 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

6%-2 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 2 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

6%-3 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 3 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

CODIGO:RC152-21

GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 07 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
9%-1	29/09/2021	06/10/2021	7	15.1	179.1	24500	136.80
9%-2	29/09/2021	06/10/2021	7	15.1	179.1	24440	136.46
9%-3	29/09/2021	06/10/2021	7	15.1	179.1	24400	136.24

9%-1 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 1 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

9%-2 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 2 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

9%-3 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 3 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

CODIGO:RC153-21

GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 08 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
12%-1	30/09/2021	07/10/2021	7	15.1	179.1	22000	122.84
12%-2	30/09/2021	07/10/2021	7	15.1	179.1	21900	122.28
12%-3	30/09/2021	07/10/2021	7	15.1	179.1	21980	122.72

12%-1 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 1 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

12%-2 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 2 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

12%-3 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 3 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

CODIGO:RC154-21

GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 10 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
15%-1	02/10/2021	09/10/2021	7	15.1	179.1	19020	106.20
15%-2	02/10/2021	09/10/2021	7	15.1	179.1	19100	106.64
15%-3	02/10/2021	09/10/2021	7	15.1	179.1	19080	106.53

15%-1 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 1 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)
 15%-2 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 2 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)
 15%-3 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 3 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

CODIGO:RC155-21



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c
 INVESTIGACIÓN: 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 12 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
18%-1	04/10/2021	11/10/2021	7	15.1	179.1	15120	84.42
18%-2	04/10/2021	11/10/2021	7	15.1	179.1	15100	84.31
18%-3	04/10/2021	11/10/2021	7	15.1	179.1	15070	84.14

18%-1 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 1 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 18%-2 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 2 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 18%-3 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 3 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC156-21

CORCOPROSERIN S.R.L.
 Ramon Avila Parada
 INGENIERO ESPECIALIZADO
 LABORATORIO
 GP 221103

Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días



CORPORACION CONS & PROYECT SERVICIOS DE INGENIERIA

www.corcoproserin.com / rap14066@gmail.com

Teléfono: 487-4399/cel. 989831244



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 11 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
0%-4	25/09/2021	09/10/2021	14	15.1	179.1	36210	202.18
0%-5	25/09/2021	09/10/2021	14	15.1	179.1	36310	202.74
0%-6	25/09/2021	09/10/2021	14	15.1	179.1	36280	202.57

0%-4 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 4 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 0%-5 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 5 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 0%-6 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 6 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC157-21

Registrado en Inteccepi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Mori
CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Renato Arco Paraja
 INGENIERO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 GP-221493



GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabayllo - Lima


GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 12 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
3%-4	27/09/2021	11/10/2021	14	15.1	179.1	35110	196.04
3%-5	27/09/2021	11/10/2021	14	15.1	179.1	35180	196.43
3%-6	27/09/2021	11/10/2021	14	15.1	179.1	35150	196.26

3%-4 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 4 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

3%-5 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 5 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

3%-6 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 6 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

CODIGO:RC158-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 13 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
6%-4	28/09/2021	12/10/2021	14	15.1	179.1	33810	188.78
6%-5	28/09/2021	12/10/2021	14	15.1	179.1	33870	189.11
6%-6	28/09/2021	12/10/2021	14	15.1	179.1	33900	189.28

6%-4 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 4 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

6%-5 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 5 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

6%-6 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 6 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

CODIGO:RC159-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021


CORCOPROSERIN
E.I.R.L.
Ramon Arce Parra
INGENIERO EN GEOTECNIA
LABORATORIO
01281103



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 14 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
9%-4	29/09/2021	13/10/2021	14	15.1	179.1	31420	175.43
9%-5	29/09/2021	13/10/2021	14	15.1	179.1	31390	175.27
9%-6	29/09/2021	13/10/2021	14	15.1	179.1	31460	175.66

9%-4 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 4 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 9%-5 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 5 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 9%-6 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 6 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC160-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Mori
 CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 ROLANDO TORO PARRA
 INGENIERO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 CP 221103

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca Zda Et. Carabayllo - Lima



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto fc 210 kg/cm2, Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 15 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
12%-4	30/09/2021	14/10/2021	14	15.1	179.1	28230	157.62
12%-5	30/09/2021	14/10/2021	14	15.1	179.1	28280	157.90
12%-6	30/09/2021	14/10/2021	14	15.1	179.1	28190	157.40

12%-4 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 4 (CONCRETO fc= 210 kg/cm2)
 12%-5 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 5 (CONCRETO fc= 210 kg/cm2)
 12%-6 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 6 (CONCRETO fc= 210 kg/cm2)

CODIGO:RC161-21

Registrado en Intelecpi bajo Resolución N° 027256-2021


CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Avenida Avila Pareda
 INGENIERIA MECANICA DE SUELOS Y
 LABORATORIO
 DP 221103

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabayllo - Lima



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 18 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
15%-4	02/10/2021	16/10/2021	14	15.1	179.1	24450	136.52
15%-5	02/10/2021	16/10/2021	14	15.1	179.1	24500	136.80
15%-6	02/10/2021	16/10/2021	14	15.1	179.1	24580	137.24

15%-4 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 4 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)
 15%-5 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 5 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)
 15%-6 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 6 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

CODIGO:RC162-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 19 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
18%-4	04/10/2021	18/10/2021	14	15.1	179.1	19410	108.38
18%-5	04/10/2021	18/10/2021	14	15.1	179.1	19320	107.87
18%-6	04/10/2021	18/10/2021	14	15.1	179.1	19370	108.15

18%-4 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N ° 4 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)
 18%-5 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N ° 5 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)
 18%-6 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N ° 6 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

CODIGO:RC163-21

Registrado en Intelecto bajo Resolución N° 027256-2021

Ensayo de resistencia a la compresión a los 21 días



CORPORACION CONS & PROYECT SERVICIOS DE INGENIERIA

www.corcoproserin.com / rap14056@gmail.com

Teléfono: 487-4399/cel. 989831244



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 18 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
0%-7	25/09/2021	16/10/2021	21	15.1	179.1	38220	213.40
0%-8	25/09/2021	16/10/2021	21	15.1	179.1	38330	214.01
0%-9	25/09/2021	16/10/2021	21	15.1	179.1	38280	213.74

0%-7 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N ° 7 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

0%-8 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N ° 8 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

0%-9 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N ° 9 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

CODIGO:RC164-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

CORCOPROSERIN
E.I.R.L.
Ramon Forde Parada
INGENIERO RESPONSABLE
LABORATORIO
QP 20140

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabaylo - Lima



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 19 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
3%-7	27/09/2021	18/10/2021	21	15.1	179.1	37020	206.70
3%-8	27/09/2021	18/10/2021	21	15.1	179.1	37150	207.43
3%-9	27/09/2021	18/10/2021	21	15.1	179.1	37100	207.15

3%-7 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 7 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

3%-8 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 8 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

3%-9 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N° 9 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC165-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 20 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
6%-7	28/09/2021	19/10/2021	21	15.1	179.1	35730	199.50
6%-8	28/09/2021	19/10/2021	21	15.1	179.1	35680	199.22
6%-9	28/09/2021	19/10/2021	21	15.1	179.1	35770	199.72

6%-7 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 7 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm²)

6%-8 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 8 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm²)

6%-9 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N° 9 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC166-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Mori
CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Ronald Arco Paraja
 RESPONSABLE
 LABORATORIO
 CP 20100

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabaylla - Lima



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 21 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
9%-7	29/09/2021	20/10/2021	21	15.1	179.1	33180	185.26
9%-8	29/09/2021	20/10/2021	21	15.1	179.1	33290	185.87
9%-9	29/09/2021	20/10/2021	21	15.1	179.1	33020	184.37

9%-7 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 7 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 9%-8 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 8 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 9%-9 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 9 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC167-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Paula P.
CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Ronald Arico Paraje
 INGENIERO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 0123143



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 22 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
12%-7	30/09/2021	21/10/2021	21	15.1	179.1	29850	166.67
12%-8	30/09/2021	21/10/2021	21	15.1	179.1	29770	166.22
12%-9	30/09/2021	21/10/2021	21	15.1	179.1	29710	165.88

12%-7 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 7 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 12%-8 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 8 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 12%-9 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 9 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC168-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Handwritten Signature
 CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Ramon Pedro Parada
 INGENIERO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 CP 201 003



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 25 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
15%-7	02/10/2021	23/10/2021	21	15.1	179.1	25880	144.50
15%-8	02/10/2021	23/10/2021	21	15.1	179.1	25810	144.11
15%-9	02/10/2021	23/10/2021	21	15.1	179.1	25920	144.72

15%-7 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 7 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

15%-8 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 8 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

15%-9 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 9 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

CODIGO:RC169-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Mori
 CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Responsable Técnico
 LABORATORIO
 DP 201103

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabaylla - Lima



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 26 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
18%-7	04/10/2021	25/10/2021	21	15.1	179.1	20500	114.46
18%-8	04/10/2021	25/10/2021	21	15.1	179.1	20380	113.79
18%-9	04/10/2021	25/10/2021	21	15.1	179.1	20400	113.90

18%-7 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 7 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm²)

18%-8 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 8 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm²)

18%-9 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 9 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC170-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Guillermo P.
 CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 RUC: 20101001001
 HONORARIO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 OF 22100

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabaylla - Lima

Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días



CORPORACION CONS & PROYECT SERVICIOS DE INGENIERIA

www.corcoproserin.com / rap14066@gmail.com

Teléfono: 487-4399/cel. 989831244



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 25 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
0%-10	25/09/2021	23/10/2021	28	15.1	179.1	39850	222.50
0%-11	25/09/2021	23/10/2021	28	15.1	179.1	39920	222.89
0%-12	25/09/2021	23/10/2021	28	15.1	179.1	39880	222.67

0%-10 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 10 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

0%-11 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 11 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

0%-12 CONCRETO CON 0% DE CERAMICA RECICLADO N° 12 (CONCRETO f_c = 210 kg/cm²)

CODIGO:RC171-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Mori
CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Ronald Arco Paraja
 INGENIERO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 GP 25110

GEOTECNIA, LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

Calle Francisco Túpac Amaru Nro. 156 Urb. Tungasuca 2da Et. Carabaylla - Lima



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 kg/cm2, Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 26 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
3%-10	27/09/2021	25/10/2021	28	15.1	179.1	38650	215.80
3%-11	27/09/2021	25/10/2021	28	15.1	179.1	38720	216.19
3%-12	27/09/2021	25/10/2021	28	15.1	179.1	38680	215.97

3%-10 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N ° 10 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

3%-11 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N ° 11 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

3%-12 CONCRETO CON 3% DE CERAMICA RECICLADO N ° 12 (CONCRETO f'c= 210 kg/cm2)

CODIGO:RC172-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Mori
 CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 RUC: 20110101010
 PERSONA RESPONSABLE
 LABORATORIO
 0121103



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Morí, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 27 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
6%-10	28/09/2021	26/10/2021	28	15.1	179.1	37300	208.26
6%-11	28/09/2021	26/10/2021	28	15.1	179.1	37180	207.59
6%-12	28/09/2021	26/10/2021	28	15.1	179.1	37250	207.98

6%-10 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N ° 10 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

6%-11 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N ° 11 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

6%-12 CONCRETO CON 6% DE CERAMICA RECICLADO N ° 12 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC173-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Morí, Carlos Alberto
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
UBICACIÓN : LIMA
ENSAYO : ASTM - C39
Fecha : CARABAYLLO, 28 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
9%-10	29/09/2021	27/10/2021	28	15.1	179.1	34610	193.24
9%-11	29/09/2021	27/10/2021	28	15.1	179.1	34520	192.74
9%-12	29/09/2021	27/10/2021	28	15.1	179.1	34580	193.08

9%-10 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 10 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 9%-11 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 11 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 9%-12 CONCRETO CON 9% DE CERAMICA RECICLADO N° 12 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC174-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Morí P.
 CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 ROLANDO TORO PERAZA
 INGENIERO RESPONSABLE
 LABORATORIO
 OF 201103



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: *Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021*
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 29 OCTUBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
12%-10	30/09/2021	28/10/2021	28	15.1	179.1	31000	173.09
12%-11	30/09/2021	28/10/2021	28	15.1	179.1	31050	173.37
12%-12	30/09/2021	28/10/2021	28	15.1	179.1	30980	172.98

12%-10 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 10 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 12%-11 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 11 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)
 12%-12 CONCRETO CON 12% DE CERAMICA RECICLADO N° 12 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC175-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 01 NOVIEMBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
15%-10	02/10/2021	30/10/2021	28	15.1	179.1	27000	150.75
15%-11	02/10/2021	30/10/2021	28	15.1	179.1	26890	150.14
15%-12	02/10/2021	30/10/2021	28	15.1	179.1	26940	150.42

15%-10 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 10 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

15%-11 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 11 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

15%-12 CONCRETO CON 15% DE CERAMICA RECICLADO N° 12 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC176-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

Carlos Mori
CORCOPROSERIN
 E.I.R.L.
 Avenida Arica Parícuti
 PUEBLO NEGRO - LIMA
 LABORATORIO
 GP 201103



GEOTECNIA, LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO, CONTROL DE CALIDAD

SOLICITANTE : Berrospi Mori, Carlos Alberto
 PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: "Incorporación de cerámica reciclada para analizar la resistencia a la compresión del concreto f_c 210 kg/cm², Lima 2021"
 UBICACIÓN : LIMA
 ENSAYO : ASTM - C39
 Fecha : CARABAYLLO, 02 NOVIEMBRE 2021

RESULTADO DE LAS ROTURAS

MUESTRA	FECHA	FECHA	EDAD	DIAMETRO	AREA	CARGA	RESISTENCIA
	MOLDEO	ENSAYO	DIAS	cm.	cm ²	kg	kg/cm ²
18%-10	04/10/2021	01/11/2021	28	15.1	179.1	21220	118.48
18%-11	04/10/2021	01/11/2021	28	15.1	179.1	21300	118.93
18%-12	04/10/2021	01/11/2021	28	15.1	179.1	21320	119.04

18%-10 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 10 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

18%-11 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 11 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

18%-12 CONCRETO CON 18% DE CERAMICA RECICLADO N° 12 (CONCRETO f_c= 210 kg/cm²)

CODIGO:RC177-21

Registrado en Indecopi bajo Resolución N° 027256-2021

ANEXO 5. Registro fotográfico

