



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia del polvo residual de cerámica en las propiedades físicas y mecánica en un concreto de alta resistencia”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

TUCO ZEGARRA, MIA ANDREA DANIELA (ORCID:0000-0003-1229-2736)

ASESORA:

Mg. ANDIA ARIAS, JANET YESSICA (ORCID:0000-0002-6084-0672)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural.

LIMA — PERÚ

2022

DEDICATORIA

Por su guía, esfuerzo, apoyo y confianza puesta en mí durante todos estos años de estudio universitario, dedico esta tesis de investigación a mis padres Daniel y Martha, son el ángel y la luz de mi camino, en cada paso mi corazón está siempre con ustedes, los amo.

Y a todas las personas que participan conmigo en este viaje de búsqueda, aprendizaje, evolución, equilibrio y vibración divina. Gracias por coincidir y fluir.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que hicieron posible el desarrollo de mi carrera profesional, a la Universidad César Vallejo, a la escuela profesional de Ingeniería Civil, a los catedráticos e ingenieros por mi formación académica y en especial a mi asesora Jannet Andia por su guía, consejos y enseñanza a lo largo de la realización de la tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	I
Dedicatoria	II
Agradecimiento	III
Índice de contenidos	IV
Índice de tablas	V
Índice de gráficos y figuras.....	VIII
Resumen.....	10
Abstract	11
I INTRODUCCIÓN.....	12
II MARCO TEÓRICO	15
III METODOLOGÍA.....	30
3.1 Tipo y diseño de investigación	30
3.2 Variables y operacionalización	30
3.3 Población muestra, muestreo, unidad de análisis	31
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5 Procedimientos	34
3.6 Método de análisis de datos.....	50
3.7 Aspectos éticos	50
IV RESULTADOS	51
V DISCUSIÓN.....	63
VI CONCLUSIONES.....	79
VII RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	82
ANEXOS	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Concreto 550 kg/cm ² y Concreto 550 kg/cm ² con adición de polvo residual de cerámica.....	32
Tabla 2. Tabla de los ensayos e instrumentos.....	33
Tabla 3. Tabla de Masa mínima de la muestra	35
Tabla 4. Tabla porcentaje pasante.....	36
Tabla 5. Tabla de Cantidad de la muestra de ensayo mínimo en kilogramos.....	37
Tabla 6. Tabla de Tolerancias para rotura de cilindros a compresión.....	49
Tabla 7. Tabla de Velocidad de aplicación de carga.....	49
Tabla 8. Ensayos del agregado fino.....	51
Tabla 9. Ensayos del agregado grueso	51
Tabla 10. Caracterización de los agregados.....	51
Tabla 11. Resumen de los materiales del diseño de mezcla por m ³	52
Tabla 12. Corrección de los agregados por %w y %a del concreto patrón.....	52
Dosificación final x m ³ del concreto patrón	53
Tabla 13. Dosificación final x m ³ (5% de polvo residual de cerámica)	53
Tabla 14. Corrección de los agregados por %w y %a (5% de polvo residual de cerámica)	53
Tabla 15. Dosificación final x m ³ (10% de polvo residual de cerámica)	53
Tabla 16. Corrección de los agregados por %w y %a (10% de polvo residual de cerámica)	54
Tabla 17. Dosificación final x m ³ (15% de polvo residual de cerámica)	54
Tabla 18. Corrección de los agregados por %a (15% de polvo residual de cerámica)	54
Tabla 19. Asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de polvo residual de cerámica.....	55

Tabla 20. Peso unitario del concreto 550 kg/cm ² con diferentes porcentajes de polvo residual de cerámica.....	56
Tabla 21. Valores de peso unitario, temperatura y asentamiento del concreto elaborado con cemento Portland tipo IP	57
Tabla 22. Valores del contenido de aire de concreto	58
Tabla 23. Resistencia a la compresión a los 7 días de edad	60
Tabla 24. Resistencia a la compresión a los 14 días de edad	61
Tabla 25. Resistencia a la compresión a los 28 días de edad	62
Tabla 26. Módulo de elasticidad, valores de esfuerzo y deformación.....	65
Tabla 27. Prueba de normalidad para el asentamiento	66
Tabla 28. ANOVA de un factor para el asentamiento	66
Tabla 29. Test de homogeneidad de varianzas	67
Tabla 30. Comparaciones múltiples.....	67
Tabla 31. Subconjuntos homogéneos.....	67
Tabla 32. Prueba de normalidad para el peso unitario	68
Tabla 33. ANOVA de un factor para el peso unitario	68
Tabla 34. Test de homogeneidad de varianzas	69
Tabla 35. Comparaciones múltiples.....	69
Tabla 36. Subconjuntos homogéneos.....	69
Tabla 37. Prueba de normalidad para la temperatura.....	70
Tabla 38. ANOVA de un factor para la temperatura	70
Tabla 39. Test de homogeneidad de varianzas	71
Tabla 40. Comparaciones múltiples.....	71
Tabla 41. Subconjuntos homogéneos.....	71
Tabla 42. Prueba de normalidad para el contenido de aire	72
Tabla 43. ANOVA de un factor para el contenido de aire	72

Tabla 44. Test de homogeneidad de varianzas	73
Tabla 45. Comparaciones múltiples	73
Tabla 46. Subconjuntos homogéneos.....	73
Tabla 47. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.....	74
Tabla 48. ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión	74
Tabla 49. Test de homogeneidad de varianzas	75
Tabla 50. Comparaciones múltiples.....	75
Tabla 51. Subconjuntos homogéneos.....	75
Tabla 52. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk.....	76
Tabla 53. ANOVA de un factor para el contenido de aire	76
Tabla 54. Test de homogeneidad de varianzas	77
Tabla 55. Comparaciones múltiples.....	77
Tabla 56. Subconjuntos homogéneos.....	77

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Residuo de cerámica.	21
<i>Figura 2.</i> Cemento Yura Tipo IP.....	24
<i>Figura 3.</i> Ensayo de peso unitario suelto de agregado fino.	39
<i>Figura 4.</i> Ensayo de peso unitario suelto de agregado grueso.	40
<i>Figura 5.</i> Ensayo de peso unitario compactado de agregado fino.	41
<i>Figura 6.</i> Ensayo de peso unitario compactado de agregado grueso.	41
<i>Figura 7.</i> Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.	42
<i>Figura 8.</i> Elaboración de la mezcla.	43
<i>Figura 9.</i> Preparación de las probetas de concreto.....	44
<i>Figura 10.</i> Ensayo de peso unitario del concreto.....	45
<i>Figura 11.</i> Ensayo de asentamiento del concreto.....	46
<i>Figura 12.</i> Ensayo de contenido de aire del concreto.....	48
<i>Figura 13.</i> Ensayo de temperatura del concreto.....	49
<i>Figura 14.</i> Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.....	50
<i>Figura 15.</i> Asentamiento del concreto patrón y las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.	56
<i>Figura 16.</i> Peso unitario del concreto patrón y las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.	57
<i>Figura 17.</i> Temperatura del concreto patrón y las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.	58
<i>Figura 18.</i> Contenido del aire del concreto patrón y las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.....	59
<i>Figura 19.</i> Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos a los 7 días de edad.....	63
<i>Figura 20.</i> Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos a los 14 días de edad.....	64

<i>Figura 21.</i> Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos a los 28 días de edad.....	64
<i>Figura 22.</i> Evolución de la resistencia a la compresión promedio de los concretos a través de las diferentes edades.....	65
<i>Figura 23.</i> Esfuerzo vs Deformación del concreto patrón y concreto con adición del 5%,10% y 15% de polvo residual de cerámica	65

RESUMEN

El objetivo del estudio elaborado fue determinar de qué manera influye la adición de polvo residual de cerámica en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de alta resistencia. El tipo de la presente investigación es aplicada, diseño experimental, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, donde se extrajeron 36 probetas de concreto. Los especímenes mencionados se utilizaron como muestra patrón 9 probetas cilíndricas y 27 probetas a las cuales se les incorporó intencionalmente 5%, 10% y 15% relacionado al peso del cemento. El resultado del aditamento de polvo residual de cerámica en los porcentajes de 5%, 10% y 15% alcanzados a través de ensayos de compresión de 28 días de edad, fue de 574.9 kg/cm², 586.8 kg/cm², 617.5 kg/cm² y 498.2 kg/cm² respecto al concreto patrón de 550 kg/cm². Finalmente se concluyó que los ensayos realizados al concreto endurecido tuvo un efecto positivo incrementando su resistencia, considerando que la mezcla que contiene 10% de polvo residual de cerámica siendo este porcentaje el que tuvo mejor desempeño. En la prueba de concreto fresco el contenido de aire tuvo un comportamiento negativo aumentando el valor cuando se le incrementa la dosificación del polvo residual de cerámica.

Palabras clave: Cerámica, diseño de mezcla, probeta de concreto, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The objective of the study was to determine how the addition of residual ceramic powder influences the physical and mechanical properties of a high-strength concrete. The type of research is applied, experimental design, quantitative approach, explanatory level, where a sample of 36 concrete specimens was extracted. Nine cylindrical specimens and 27 specimens to which 5%, 10% and 15% related to the weight of cement were intentionally added were used as standard samples. The result of the addition of residual ceramic powder in the percentages of 5%, 10% and 15% achieved through trials 28-day-old axial compression tests was 574.9 kg/cm², 586.8 kg/cm², 617.5 kg/cm² and 498.2 kg/cm² with respect to the standard concrete of 550 kg/cm². Finally, it was concluded that the tests performed to the hardened concrete had a positive effect increasing its strength, considering that the mix containing 10% of residual ceramic powder being this percentage the one that had the best performance. In the fresh concrete test, the air content had a negative behavior increasing the value when the dosage of residual ceramic powder was increased.

Keywords: Ceramics, mixing design, Concrete specimen, compressive strength.

I INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el mortero de cemento Portland ha llegado a convertirse claramente en el componente de preferencia para la construcción de cuantiosos edificios alrededor del mundo, y no sorprende que muchos avances en la tecnología del hormigón se deban a dos motivos específicos: velocidad de construcción y que el hormigón tenga durabilidad.

El diseño de un concreto estándar en el Perú ha ido evolucionando con el objetivo de producir un hormigón de mayor resistencia. En las zonas altoandinas se ha propuesto un modelo de concreto, el cual se empleó como base un concreto estándar de mayor resistencia manejando materiales locales, agregados, microsilice y aditivos.

Actualmente, la utilización de resto de polvo cerámico para obtener como resultado el concreto de resistencia elevada, se ha investigado en la ciudad de Arequipa, demostrando su uso práctico considerando las condiciones existentes, añadiendo el resultado del aditamento de nanosilice en la permeabilidad de concreto, lo cual es resistente a los agentes agresivos externos y a la vez demostrando que, cuanto mayor sea la capacidad portante del material, mayor será su fuerza y resistencia. Entre 1940 y 1970, la disposición de los primeros cementos Portland de resistencia superior permitió la aplicación en mezclas de concreto con una capacidad elevada de agua y fáciles de manejar. Sin embargo, este enfoque ha llevado a serios problemas con la durabilidad de las estructuras, especialmente aquellas expuestas a ambientes hostiles. Este tipo de concreto se expandió gradualmente, al punto que en 1997 fue utilizado en todo el mundo y despertó así la atención de diversos estudiosos por percibir óptimamente las propiedades de este concreto específico. Al presente, la industria cementera incorporada y la sociedad académica siguen en proceso de averiguación y novedad, demandada por la competitividad actualizada, la optimización de la calidad y el menor precio de los productos y procesos, así como el valor económica y social en funcionalidad del uso de la composición.

Dicha investigación al no concretar su realización nos limitaría alcanzar el conocimiento del desarrollo y la importancia de la influencia del polvo residual de

cerámica en un concreto de resistencia superior, analizando la incidencia, condiciones físicas y mecánicas.

La tecnología moderna de ingeniería, continúa impulsando el desarrollo de materiales de construcción con una variedad en concretos de alto rendimiento, que no solo tienen una mayor durabilidad y propiedades físicas y mecánicas, sino que también deben tener funciones que cumplan con una variedad de usos para adaptarse a las aplicaciones estructurales emergentes en el futuro.

La presente investigación aplica el polvo residual en el diseño de mezclas, el cual se utilizará adicionando este residuo de polvo de cerámica a un concreto de resistencia superior, por lo cual una probabilidad de solución será la optimización de los residuos obtenidos en los procesos constructivos de edificaciones de hormigón armado en el que en su proceso constructivo se aplique o utilice el revestimiento interior o exterior con cerámica.

Formulación del problema

Problema general: ¿Cuál es la influencia en las propiedades físicas y mecánicas adicionando polvo residual de cerámica del concreto de alta resistencia?

Problemas específicos: PE1: ¿Cuál es la influencia en las propiedades físicas adicionando polvo residual de cerámica del concreto de alta resistencia?

PE2: ¿Cuál es la influencia en las propiedades mecánicas adicionando polvo residual de cerámica del concreto de alta resistencia?

Justificación de la investigación

Justificación teórica: A través del presente estudio, podemos conocer la evolución de las características, propiedades y la calidad del concreto, edificando infraestructuras más seguras con lo cual se optimiza la condición de vida del ser humano. Paralelamente se aportarán los conocimientos respecto a la influencia del polvo residual de cerámica en las características físicas y mecánicas en un concreto teniendo una resistencia superior.

Justificación práctica: En la presente investigación se planteará el uso de residuos de polvo de cerámica para brindar resultados deseados en todo proyecto, buscando implementar nuevos materiales, considerando el análisis y la aplicación que disminuyen su costo. La dosificación y mezcla para concretos de alta resistencia representa una solución incrementando la resistencia y su durabilidad.

Justificación metodológica: El crecimiento de la presente investigación nos permite apreciar la importancia del polvo cerámico residual como un aditivo en el diseño del concreto con el potencial para investigar nuevas alternativas, aumentar el rendimiento e innovar elementos como un nuevo factor en el campo de la construcción. Para llevar a cabo la tesis se utilizará la síntesis y diseño de la mezcla para comparar los controles tipo.

OBJETIVOS

Objetivo general: Identificar la influencia en las propiedades físicas y mecánicas adicionando polvo residual de cerámica en un concreto de alta resistencia.

Objetivos específicos: OE1. Identificar la influencia en las propiedades físicas adicionando polvo residual de cerámica en un concreto de alta resistencia.

OE2. Identificar la influencia en las propiedades mecánicas adicionando polvo residual de cerámica en un concreto de alta resistencia.

HIPÓTESIS

Hipótesis general: Influirá de manera significativa en las propiedades físicas y mecánicas adicionando polvo residual de cerámica en el concreto de alta resistencia en un 8%.

Hipótesis específicas: HE1: Influirá de manera significativa en las propiedades físicas adicionando polvo residual de cerámica en el concreto de alta resistencia en un 10%.

HE2: Influirá de manera significativa en las propiedades mecánicas adicionando polvo residual de cerámica en el concreto de alta resistencia influirá de manera significativa en un 6%.

II MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales

ALVAREZ ORDOÑEZ, Syndy Yesenia, 2018, Tesis Magíster en Ingeniería Civil. Comparación de las propiedades mecánicas de Unidades y prismas de bloques de tierra Comprimida estabilizada con cemento y Geopolímero de puzolanas. El **objetivo** del estudio fue distinguir las particularidades mecánicas de bloques de tierra comprimida (BTC) y los prismas estabilizadores con las de los geopolímeros de cemento y puzolana, como base para comparar el BTC convencionales fabricadas sin estabilizadores. La **metodología** de la investigación anteriormente mencionada utilizó geopolímero de puzolana un material de construcción que tiene bajo CO₂ durante la fabricación, pero también tiene características mecánicas correctas para casas construidas con un bajo precio. Los **resultados** de BTC estable y la evaluación de propiedades mecánicas de BTC se realizaron en condiciones de flexión y compresión, obteniendo resultados a 28 días resistencias a la compresión de 1.3 MPa; 3.6 MPa y 2.4 MPa con BTC, 8% de BTC estabilizado con cemento y 15% de BTC estabilizado con geopolímero de puzolana. La resistencia saturada del BTC estabilizado con cemento al 8% se redujo en un 52 % en comparación con la resistencia a los 28 días, y la del BTC estabilizado mediante geopolímero de puzolana al 15 % se redujo en un 66 %. Las **conclusiones** residen en la dureza de junta seca de la mampostería del BTC, el cual presentó una resistencia a la compresión de 0.40MPa, 1.44Mpa y 0.75Mpa para prismas de BTC Y BTC estabilizada con el 8% estabilizada con cemento y 15% estabilizada mediante geopolímero de puzolana respectivamente, obteniendo resultados por medio del ensayo de compresión uniaxial.

DONGO GÓMEZ, Paula Nicole y SAAVEDRA PÉREZ, Orlando Javier, 2021, Véritas, vol. 21 n °1. Influencia de la adición de nanosílice en la Permeabilidad del concreto. El **objetivo** fue realizar un estudio sobre la derivación de la recopilación de nanosílice en la permeabilidad de la mezcla de concreto comprobando su uso práctico dadas las situaciones existentes en la ciudad de Arequipa. La **metodología** utilizada es producir un núcleo cilíndrico de hormigón de medidas 15x30 cm,

tomando en cuenta las relaciones de 0,60, 0,55 y 0,50 agua/cemento la cantidad de nanosílice de 0,5% y 0,7%, respectivamente, por lo que su permeabilidad (a los 28 días de fabricación) y se analizó su resistencia a las cargas axiales. comprimido (a los 3,7 y 28 días de compilación). Los **resultados** mostraron que con la cantidad de 0.5% de aditivo añadido, la permeabilidad del concreto disminuyó en tanto que disminuía la relación agua-cemento, en tanto que el porcentaje de 0.7%, la permeabilidad disminuyó cierta cantidad para posteriormente incrementarse. En ambos casos, se concluyó que cuanto aumente el cemento contenía el conjunto, más débil era el resultado del aditivo. La mezcla de concreto tiene un coeficiente de permeabilidad entre 10^{12} m/s y una resistencia entre 300 y 485 kgf/cm².

CHAVARRÍA REYES, Liliana, CHAVARRY VALLEJOS, Carlos, VALENCIA GUTIÉRREZ, Andrés, PEREYRA SALARDI, Enriqueta y HURTADO IGLESIAS, Christian, 2021, Revista Aporte Santiaguino. Arcilla cocida a manera de agregado fino para incrementar las propiedades mecánicas del hormigón estructural. En el estudio el **objetivo** principal fue obtener una relación agua-cemento de 0,55 a 0,65 donde conste una resistencia axial a la compresión de 210 kg/cm². La **metodología** es que, debido a su alta porosidad y permeabilidad, el material se ve repercutido por la manifestación de altas concentraciones de cloruros y sulfatos, haciéndolo quebradizo y débil y se utiliza para reforzar los aceros estructurales. Reemplazamos agregados finos naturales con arcilla calcinada en varias proporciones (0, 15, 20, 25%) y analizamos la química de la arcilla y además sus propiedades mecánicas del concreto endurecido (flexión, tensión, compresión después de 28 días de edad). Los **resultados** de las pruebas muestran la posibilidad de emplear la arcilla en polvo igual que agregado fino para efectuar la producción de concreto estructural, en la medida que la cantidad de agregado fino natural no supere los 25 μ l. Además, incrementó la resistencia a la flexión un 1,5 %, de igual forma la resistencia a la tracción en 3,2 % y un 8.6% la resistencia a la compresión.

HUAQUISTO CÁCERES, Samuel y BELIZARIO QUISPE, Germán, 2018, Revista de Investigaciones Altoandinas. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Tuvo por **objetivo** cuantificar la

combinación del concreto por vía de la incorporación de cenizas volantes de manera que no reduzca la resistencia y contribuya a la mitigación ambiental. Los materiales y metodología utilizados son concreto simple con adición de cenizas volantes a razón de 2.5%, 5.0%, 10.0% y 15.0% para casos de falla en diferentes tiempos 7, 14, 28 y 90 días. Los **resultados** muestran la resistencia promedio posterior a 28 días, obteniendo valores de 221 kg/cm² del concreto normal, 2.5 de cenizas volantes, 5% 1 kg/cm², 10 kg/cm², y 192 kg/cm², a su vez da 15 cenizas volantes. En **conclusión**, las cenizas volantes deben utilizarse sustituyendo al cemento en un intervalo inferior al 10 %, adicionalmente este valor de la resistencia del hormigón disminuye, siendo perjudicial al instante de la realización de control de calidad.

SAMANIEGO ORELLANA, Luis Jesús Mijaíl, 2018, Tesis Magister en Química. Influencia de la composición química de arenas y cementos Peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para Concreto. El **objetivo** fue facilitar la selección de un aditivo en particular que pueda dar cumplimiento con los requisitos establecidos en caso específico. La **metodología** empleada es a fin de producir concreto de alto rendimiento con el empleo de trituración ultrafina, e incorporando aditivos activos: escoria de horno, metacaolín, cenizas volantes, humo de sílice, cenizas de cáscara de arroz y productos químicos, especialmente en lo que respecta al uso de aditivos químicos. Las **Conclusiones** presentadas indican que, analizando la tabla de resistencias, a los 7 y 28 días se concluyó que este mortero diseñado con arena tiene la resistencia menor a la compresión comparativamente con otros tipos de mortero (otros diseñados con arena). Las **recomendaciones** realizadas indican que existe una idea evidente de que el desempeño de las mezclas diseñadas con cemento es muy inestable. En consecuencia, cualquiera de sus componentes está sujeto a cambios en cantidad o calidad.

Antecedentes internacionales

ALFONSO DÍAZ, Daniel Fernando, 2020, Tesis (Máster en Ingeniería Civil). Caracterización físico-mecánica de concretos de mediana y alta resistencia diseñados con agregados de Colombia. El **objetivo** es precisar las propiedades físico-mecánicas de concreto hidráulico media y alta resistencia utilizando diferentes

fuentes de agregados en Colombia. Este estudio, la **metodología** es presentar resultados de ensayo de 20 mezclas que producen 320 cilindros, distribuidas de acuerdo a las siguientes experimentaciones: resistencia a la compresión, resistividad, deformación unitaria, módulo elástico, VPU y, asociadas a cinco fuentes de grava de diferente origen mineral. Habitualmente en la localidad de Colombia: Santa Marta, Cartagena, Cali Bogotá, Barranquilla y Medellín, dan comprobaciones representativas de la acción del hormigón hecho en mencionado país. Los **resultados** de este estudio evidencian la reducción del módulo de elasticidad en un 17% empleando la formula general.

FRANCISCO HERNÁNDEZ, Eddisson, 2021, Revista científica Universidad Nacional de Ingeniería. El agregado grueso triturado tuvo un efecto en las propiedades del concreto. El **objetivo** fue evidenciar la incidencia de la utilización de agregados gruesos triturados de tamaños y calidades diferenciales, referente a las propiedades mecánicas del concreto. La **metodología** planteada fue preparar una mezcla de concreto mediante relaciones de agua-cemento de 0.50 y 0.45 optados a dos tipos de cemento y además agregado grueso de 1/2" y 3/4", grados A y B. Preparación de muestra cilíndrica (100mm x 200mm). Y se curó en estado húmedo en el transcurso de 7 días. Se obtuvo valores en diferentes edades de la velocidad del pulso ultrasónico y resistencia a la compresión. Los **resultados** dependen de la calidad del agregado a fin de lograr una óptima resistencia mecánica del concreto. **Las conclusiones** indican que al presentar la relación a/c, varía de 0.50 a 0.45 debido al tamaño de los agregados y obteniendo una reducción del valor del asentamiento con agregados considerables. En concretos que contienen 1/2" de agregado, la resistencia se ve afectada por la naturaleza del cemento y la calidad del agregado. Teniendo 3/4 de pulgada como tamaño nominal del agregado y el valor de resistencia a la compresión durante 28 días es semejante. La naturaleza del cemento y la calidad del agregado no inciden los resultados entregados. La tasa de pulso ultrasónico resultante (UPV) pertenece al valor de la resistencia a la compresión. Cuanto mayor sea el valor de VPU, mayor será el valor de la resistencia a la compresión. Analizando el conjunto, la mezcla es uniforme indicando que los valores erróneos son mínimos.

IZQUIERDO, I, SOTO IZQUIERDO, O, Ramalho, M, 2018. Revista ingeniería de construcción. Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento. El **objetivo** fue el reemplazar cemento Portland con polvo residual por desintegración química de desechos orgánicos de origen vegetal o animal tales como desechos de comestibles y semillas. Las contribuciones científicas pueden hacer una modificación consciente en la evolución de productos como una alternativa para contribuir a un proceso más sostenible en la industria de la construcción. La **metodología** fue consistió en examinar tres mezclas, variando el contenido de cemento y además designando relaciones agregado/cemento (a/c) de 15, 10 y 6. El concreto se hizo intercambiando cemento a razón de porcentaje de 5, 10, 15 y 20 analizando sus características físicas y mecánicas. Los **resultados** evidencian el concreto control presenta una resistencia superior que la de compresión que el concreto bajo en cemento (relación a/c de 15:1). Sin embargo, la mezcla hecha de polvo 5 con una relación a/c de 10:1 mostró un valor no menos que 2.1% superior a la resistencia a compresión del concreto referente. La mezcla relación a/c 6:1 con hasta un 10 % de eliminación de polvo presenta un rendimiento mecánico un 13 % mejor que el hormigón estándar. Por lo tanto, el polvo orgánico se puede usar como sellador de concreto para reemplazar parcialmente al cemento. Esto se debe a que el concreto es más fuerte, más denso, tiene menor porosidad y menor absorción y porosidad específicas. En **conclusión**, encontramos que el consumo de cemento del hormigón era bajo y que el polvo no se llenaba completamente en el aglomerante, probablemente por la gran cantidad de árido y por la cantidad de la mezcla. Por el contrario, en la mezcla de consumo promedio, el concreto con 5% de polvo contenía resistencia superior a la compresión del concreto de control. Obteniendo un hormigón más denso, menos absorbente y más poroso.

VALENCIA VILLEGAS, J. P., GONZÁLEZ MESA, A. M. y. ARBELÁEZ PÉREZ, O. F., 2019. Lámpsakos. Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrios y residuos de llantas. En este trabajo, el **objetivo** fue evaluar la efectividad sinérgica de los residuos de neumáticos y las microesferas como alternativa aplicadas en preparación de la composición de

concreto. Tuvo una **metodología** de diseño y elaboración de mezcla de concreto tradicional, con 15% de masa ajustada de agregado fino a relación de miga, microesferas de vidrio de 0:1, 1:1, 1:3, 3:1 y 1:0, modelos cilíndricos de 150mm x 300 mm se llevaron a cabo a partir de mezclas preparadas. La apreciación de las muestras cilíndricas de sus propiedades mecánicas y físicas mostró que los materiales ricos en residuos de neumáticos tenían menor densidad, mientras que los materiales ricos en microesferas presentaban una resistencia superior a la compresión; de hecho, una mezcla de 0:1 y 1:3 presenta una resistencia a la compresión de 22Mpa y de 19,1 MPa, respectivamente. Se obtuvieron **resultados** exhibiendo la posibilidad de su uso como material estructural reemplazando el agregado fino con microesferas o chatarra de llantas, pero modificando la compresión del concreto y chatarra de llantas con microesferas, se requiere investigación experimental adicional para mejorar la resistencia. Las microesferas con relación de masa 1:3 presentaron las mayores resistencias 7% por encima y 7% por debajo de lo que se considera hormigón estructural (21 MPa).

REVISTA TÉCNICA DE INGENIERÍA. Universidad del Zulia, 2020. Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto. El **objetivo** del estudio comprendió el desarrollo y diseño formulando un bloque de concreto manejando gránulos de caucho, utilizando diversas relaciones de sustitución por agregados finos, con características semejantes particularidades económicas y técnicas comparándolo con un bloque de concreto ordinario tipo B planteado en la Norma NTE INEN. La **metodología** utilizada es la elaboración de tres tipos de mezclas de concreto con la granulometría de caucho retenida en los tamices N° 12, N° 16 y N° 30 y mezclas ordinarias (mínima resistencia neta a compresión en concreto clase B equivale a resistencia a la tracción) veracidad mínima = 4,0 - 3.5 MPa). Los **resultados** manifiestan la alternativa factible de acuerdo a los criterios mencionados anteriormente; el bloque de concreto presenta una resistencia a compresión menor, de 3.69 MPa, mediante las partículas de caucho sustituidas un 20%, lo cual es consistente con lo estipulado en la investigación. El precio del prototipo del bloque de hormigón mediante partículas de caucho sustituidos 20%, es más rentable que el bloque convencional de grado B

sugerido. La **conclusión** de la investigación precisa el uso las partículas del caucho reciclado, retenidas en los tamices N°12, N°16 y N°30 teniendo como objetivo maximizar y emplear al máximo el material reutilizado de la fábrica seleccionada y también para contribuir a reducir el impacto ambiental registrado actualmente en la ciudad.

Teorías relacionadas al tema

Polvo residual cerámico: El polvo de desecho cerámico se genera durante el proceso de pulido de las baldosas cerámicas con el potencial de contaminar el medio ambiente. Es un material de grano fino rico en sílice y aluminio. (*Kannan, Aboubakr, EL-Dieb, Reda TahaB, 2017*).



Figura 1. Residuo de cerámica.

Materias primas de la cerámica: El material cerámico está formado por tres materias primas básicas cuyas densidades varían según las propiedades obtenidas o modificadas: materiales arcillosos, feldespato, y calizas. (*Alvarez Roza, Sánchez Molinab, Corpas Iglesiasc y Gelves, 2018*).

Propiedades de los productos cerámicos: Las propiedades y características más importantes de los productos cerámicos son: 1. Resistencia al calor; 2. Inercia química; 3. Dureza; 4. Resistencia a la compresión; 5. Resistencia a las alternancias abruptas de temperatura; 6. Propiedades de aislamiento; 7. Propiedades de baja

conductividad eléctrica; 8. Propiedades ferroeléctricas y magnéticas. («Ferrandis - Importancia de la cerámica.pdf» [sin fecha]).

Concreto de alta resistencia: Se define como una clase de concreto caracterizado por poseer resistencia a la compresión de al menos 6000 psi o 420 kg/cm². Debido a su resistencia, están expuestos a cargas más altas, por lo que las mejoras de calidad a menudo tienen consecuencias económicas. La utilización puede reducir la amplitud de las secciones a través de los componentes estructurales, reducir significativamente su propio peso y lograr grandes luces económicamente. («Ottazzi Pasino Gianfranco Material Enseñanza Concreto Armado» [sin fecha]).

Las pruebas de compresión en estos concretos de alta calidad generalmente se especifican para medirse a los 56 o 90 días, o a otras edades especificadas, según la aplicación. («Ottazzi Pasino Gianfranco Material Enseñanza Concreto Armado» [sin fecha]).

En el capítulo 21 en la Norma Técnica de Edificación, define disposiciones especiales para el diseño sísmico. La resistencia del hormigón "f'c" se precisa de 21 MPa o más, en la parte de hormigón del miembro que puede resistir la fuerza sísmica. El tiempo de perforación no debe exceder los 55MPa. En otras palabras, el concreto que excede los 55MPa pierde la ductilidad de la estructura del hormigón, por tal motivo, se precisó éste "f'c" como el límite del estudio. («NTE E.060 Concreto Armado.pdf» [sin fecha])

Usos del concreto de alta resistencia:

- Edificios elevados disminuyendo el sector de las columnas y sumando la capacidad libre.
- Estructuras con dimensiones considerables de puentes teniendo un tamaño de luz significativa y para optimizar la continuidad de los elementos.
- Presas, cimentaciones marinas, revestimientos de graderías, parqueadoras y superficies de pisos industriales. (CIP33 32pes.pdf sin fecha)

Ventajas del concreto de alta resistencia:

- Permite un mayor traslado de encofrados con una menor duración de utilización.
- Posibilita el diseño de secciones estructurales menores, con importante ahorro de encofrado en construcción.
- Rendimiento elevado en ejecución de obras.
- Idóneo para esquemas industrializados.
- Mencionado para concretos pre-esforzados. («Concreto de Alta Resistencia | CEMEX Nicaragua» [sin fecha])

Componentes del concreto de Alta resistencia:

Materiales:

Cemento: Se precisa concretamente, un material pulverizado que posee las propiedades, por medio de la incorporación de cierta medida apropiada de agua, forman un aglutinante suficiente de endurecerse en el fondo del agua como en el ambiente y establecer compuestos estabilizados. Se excluyen de la descripción la cal hidráulica, la cal aérea y el yeso. (*Rivva López, Naturaleza y Materiales del Concreto, 2000, 402pp*).

Cemento Portland normal: Este producto se elabora agregando sulfato de calcio al clínker de Portland y triturándolo. Se permiten adiciones de otros productos siempre que no superen el 1% en peso de la cantidad total, y los criterios pertinentes determinen que la adición no afecta negativamente a las características del cemento obtenido. Los productos adicionales necesitan rociarse con escoria. (*Rivva López, Naturaleza y Materiales del Concreto, 2000, 402pp*).

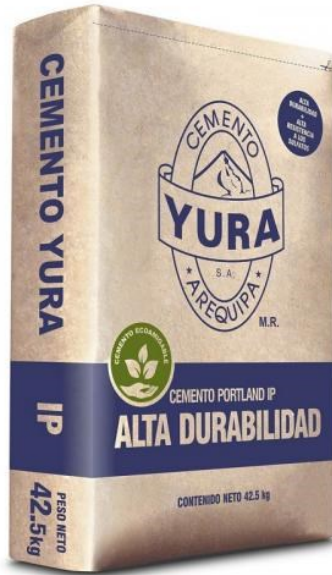


Figura 2. Cemento Yura Tipo IP.

Fabricación del cemento portland: Se trituran, mezclan y trituran la piedra caliza y la arcilla como materia prima hasta producir un resto o polvo fino. El desarrollo de mezcla y trituración puede ser seco o húmedo. Las dosis de materia prima deben ser apropiadas para evitar la degradación de la importancia del material. El polvo fino es introducido en el horno rotatorio y se calienta paulatinamente. En la primera etapa de calentamiento se emiten agua y dióxido de carbono. A medida que la mezcla se acerca a los contornos más calientes del horno, tiene lugar una reacción química en medio de los elementos de la mezcla cruda. Esta transformación produce futuros componentes, unos cuantos de los cuales se completan en el punto de fusión. La elaboración resultante, el clínker, se deja caer en uno de varios tipos de equipos de refrigeración o se enfría con aire. Luego se mezcla con una proporción específica de yeso y se tritura hasta obtener un polvo muy fino llamado cemento Portland. (*Rivva López, Naturaleza y Materiales del Concreto, 2000, 402pp*).

Agregados: Tienen fundamentalmente 2 clasificaciones: agregados gruesos o grava y agregados finos o arenas. La resistencia y el costo menor del concreto dependen de la mejor compresión posible del agregado, siendo el tamaño de las partículas significativo. (*Ortega García, Concreto Armado I, 1988, 168 pp.*)

Agregado fino: Se recomiendan agregados finos con contornos redondeados y una textura suave cuando el objetivo sea obtener concreto de resistencia elevada, ya que se realiza la mezcla empleando menores cantidades de agua para el concreto. La clasificación ideal del agregado fino de concreto de resistencia superior está establecida por su impacto en los requisitos de agua en lugar de la absorbencia. *(Rivva López, Naturaleza y Materiales del Concreto, 2000, 402pp).*

Los concretos de resistencia elevada suelen tener un contenido muy alto de material cementoso, por tanto, la granulometría del agregado fino utilizado es relativamente menos importante que en el hormigón tradicional. *(Rivva López, Naturaleza y Materiales del Concreto, 2000, 402pp)*

Agregado grueso: La derivación del agregado de tipo grueso sea de las rocas ígneas plutónicas de grano fino, como sugerencia, que se enfríen profundamente, tengan una dureza de 7 o más y posean una resistencia a la compresión de al menos del doble de la resistencia alcanzable con concreto. *(Rivva López, Naturaleza y Materiales del Concreto, 2000, 402pp)*

También es necesario considerar el tamaño del agregado a menor tamaño, menor será la unificación de tensiones en torno a las partículas debido a la distinción de módulo elástico entre la composición de la mezcla y el agregado, lo que contribuye a la producción de concreto más resistente. *(Rivva López, Naturaleza y Materiales del Concreto, 2000, 402pp).*

Agua para el concreto: Es estipulada de calidad potable, lo cual forma parte de un problema por lo que en la mayoría los concretos de resistencia elevada son elaborados alrededor de una fuente de abasto de agua potable.

No obstante puede hallarse casos en los cuales el agua es la exclusiva disponible, en dichos casos se tendrá que realizar ensayos de concreto preparados con esta agua y los resultados de concreto preparado con esta agua destilada deberán ser ensayados en compresión a los 7 y 28 días. («Concreto De Alta Resistencia Enrique Rivva Lopez | Ingeniería Civil | Concreto | Acero» [sin fecha])

Aditivos: Los aditivos son sustancias químicas las cuales se suman durante el transcurso de mezclado para el concreto, modificando varias de las propiedades de la mezcla y no debe considerarse como un suplente del diseño, fabricación o uso de buenos materiales de buenas mezclas.(«Los aditivos para el concreto» 2019).

Aditivos superplastificante: Pertenecen a un rango superior al de los aditivos plastificantes. Su aplicación está en la preparación de mezclas con resistencias elevadas, con porcentaje proporcionados de cemento, sin inconvenientes de fisuramiento y de contracción. («Generalidades y tipos de aditivos para el concreto según la NTC 1299» [sin fecha])

Propiedades del concreto de alta resistencia.

Propiedades del concreto de alta resistencia en estado no endurecido:

Trabajabilidad: Es propiedad principal de los concretos en concreto en estado fresco, denominada conforme con el Comité ACI 116, como la propiedad que precisa la simplicidad y uniformidad la cual se logra mezclar, colocar, compactar y acabar. Dada la ambigüedad del término, es útil referirse a otras propiedades del hormigón fresco, como el "asentamiento", que puede evaluar la fluidez únicamente por gravedad. («ACI 116» [sin fecha])

Consistencia: Propiedad que consiste en la fluidez del hormigón o mortero fresco. Siendo el asentamiento del concreto, la fluidez del mortero y la resistencia a la penetración para la pasta cementicia pura los indicadores más comunes. («ACI 116» [sin fecha])

Cohesividad: Propiedad la cual se puede contener la segregación mientras sea el procesamiento del compuesto, y al mismo tiempo contribuir a prevenir su rugosidad y facilitar su manipulación durante la compresión de la mezcla. Generalmente se considera que una mezcla de concreto tiene una cohesión adecuada si no es ni demasiado dúctil ni demasiado viscosa, es resinosa y no se separa fácilmente. («ACI 116» [sin fecha])

Segregación: Concentración diferenciada de los componentes de la mezcla, agregados o diferentes componentes similares que provocan una dosificación en

masa desproporcionada. La separación hace que el hormigón sea más débil y menos resistente y también deja una superficie menos acabada después del desencofrado. («ACI 116» [sin fecha])

Exudación: Material líquido o viscoso similar a un gel que sale de un orificio, poro, fisura o abertura en la superficie de hormigón. El procedimiento es efectuado después que el concreto fue vertido y luego consolidado en el encofrado y seguido hasta que la mezcla comienza a endurecerse, provocando el asentamiento de los materiales sólidos. («ACI 116» [sin fecha])

Peso unitario: Definido como la masa del componente, incluyendo sus porciones sólidas e indistintamente el agua que contiene, se divide entre unidad de volumen incluyendo vacíos. A medida que la mezcla de concreto experimenta un aumento de aire, el peso unitario disminuye. Cuanto mayor sea la relación de compresión, mayor será el peso unitario. No obstante, el cambio en el peso unitario depende del tipo de agregado utilizado. («ACI 116» [sin fecha])

Propiedades del concreto de alta resistencia endurecido:
Resistencia a compresión: Es considerada la característica de mayor relevancia en el análisis del hormigón de resistencia elevada. Las funcionalidades estructurales del material radican en los valores de la resistencia del concreto. Es una masa endurecida que deja micropartículas y canales capilares consecutivos en la pasta de cemento, que después se transforman en un medio para la compensación de humedad en el concreto y su ámbito. («Concreto De Alta Resistencia Enrique Rivva Lopez | Ingeniería Civil | Concreto | Acero» [sin fecha])

Durabilidad: El concreto debería tolerar la alteración del clima, los efectos de los productos químicos y la utilización. Para conocer esta propiedad al concreto se aplica un ensayo, el cual se basa en utilizar una fuerza de compresión diametral durante una probeta cilíndrica de hormigón hasta su rotura. Esta tensión crea una tensión de tracción en el plano cargado y una tensión de compresión subjetivamente alta en el sector cerca de la carga aplicada. La fractura por tensión pasa previamente que la fractura por compresión. Esto se debería a que el sector en la que la carga es aplicada sería presionando de 3 ejes y, por consiguiente, es mucho

más resistente a la compresión comparando con la compresión uniaxial. La resistencia a la tracción, sometida a compresión se usa para evaluar la resistencia al corte concedida por el concreto. («Concreto De Alta Resistencia Enrique Rivva Lopez | Ingeniería Civil | Concreto | Acero» [sin fecha])

Definición de términos

Cemento:

El cemento es un aglutinante porque permite la unión y aglutinación de diversos materiales a través de la conversión química. Al agregar arena o grava se obtiene una mezcla llamada concreto, que se usa ampliamente en la construcción. (*Definición de cemento — Definicion de* sin fecha).

Concreto:

De composición de cemento, piedra, arena y agua, al momento de endurecerse, los elementos se convierten en uno de los constituyentes de construcción más potentes para cimientos y muros. En algunos países de América Latina, la combinación de arena, agua y cemento se llama mortero, pero el concreto se llama concreto si ya está comprimido en el lugar. («¿Qué es Concreto?» [sin fecha]).

Adiciones:

Son materiales de naturaleza inorgánica que se distinguen por sus propiedades hidráulicas o puzolánicas; Molidos finamente, se pueden añadir al hormigón para mejorar sus propiedades o darle propiedades especiales. («Adiciones para hormigón» 2019).

Residuos de cerámica:

Los residuos cerámicos tienen un comportamiento como materiales puzolánicos de capacidad de reacción intermedia y dan cumplimiento perfectamente con las precisiones normativas aplicadas a la fabricación de cementos. («Los residuos cerámicos pueden sustituir el 25 % del cemento Portland» 2020)

Resistencia a la compresión:

Se precisa como una de las propiedades mecánicas de mayor relevancia. Contempla la función de tolerar cierta carga por unidad de área y principalmente es expresado el esfuerzo de kg/cm^2 , MPa y, en algunas ocasiones, libras por pulgada cuadrada (psi). («¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?» [sin fecha])

III METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Aplicada: Se llama indagación aplicada gracias a la base en la indagación pura o elemental de la ciencia fáctica o ciencia formal que hemos observado, estas son aplicaciones e premisa de trabajo que se formulan para solucionar los inconvenientes de la vida provechosa en sociedad. (Ñaupas Paitán et al. - 2014 - *Metodología de la investigación cuantitativa-cu.pdf* sin fecha)

El tipo de estudio es aplicada, como consecuencia de la incorporación del polvo residual de cerámica como sustitución porcentual del cemento en función al peso, adicionando porcentajes del 5%, 10% y 15%, se busca conocer la influencia en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de $f'c$ 550kg/cm² utilizando aditivo superplastificante.

Experimental: Esta concepción hace referencia al diseño de vivencia donde necesita la manipulación voluntaria de una acción para examinar sus probables resultados. (Hernandez Sampieri et al. - 2014 - *Metodología de la investigacin.pdf* sin fecha).

El estudio es de diseño experimental, visto que se realizaron los ensayos de laboratorio identificando las características del concreto en estudio.

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente. Representa las consecuencias y efectos del fenómeno investigado, dentro del alcance de la hipótesis. (Ñaupas Paitán et al. - 2014 - *Metodología de la investigación cuantitativa-cu.pdf* sin fecha).

- Polvo residual de cerámica: Material seleccionado del polvo residual de cerámica medido en kilogramos.

Variable Dependiente. La variable dependiente no se altera, pese a, se mide para ver el efecto de manipular la variable independiente sobre ella. (Hernández Sampieri et al. - 2014 - *Metodología de la investigacin.pdf* sin fecha).

- Propiedades físicas del concreto de alta resistencia: Características del concreto, teniendo propiedades físicas en estado fresco de: asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura.
- Propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia: Características del concreto las cuales tienen propiedades mecánicas en estado endurecido de: resistencia a la compresión y módulo de elasticidad.

Enfoque de estudio

Cuantitativo: El enfoque cuantitativo comienza con una idea identificada, que revisa la literatura y desarrolla el marco teórico o perspectiva describiendo los objetivos y preguntas de estudio. (Hernández Sampieri et al. - 2014 - Metodología de la investigación.pdf sin fecha).

En la presente investigación tiene un enfoque cuantitativo esto se debe a que la hipótesis propuesta se corroboró mediante el uso de instrumentos en diversos ensayos de un laboratorio de concreto acreditado.

3.3 Población muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Se puede definir como la suma de las unidades de estudio, donde contiene características a tener en cuenta. Una unidad puede ser una persona, objeto, conglomerado, hecho o fenómeno, Proporcionar las características requeridas para la investigación. (Ñaupas Paitán et al. - 2018 - Metodología de la investigación cuantitativa-cua.pdf sin fecha)

La población se encuentra constituida por 36 probetas cilíndricas de concreto, sustituyendo el cemento por polvo residual de cerámica en porcentajes de 5%, 10% y 15%. Los curados de las probetas cilíndricas fueron a los 7, 14 y 28 días y pruebas estándar de compresión.

Tabla 1. *Tabla de Concreto 550 kg/cm² y Concreto 550 kg/cm² con adición de polvo residual de cerámica*

Edad	Concreto Patrón 550 kg/cm ²	5% de polvo residual de cerámica	10% de polvo residual de cerámica	15% de polvo residual de cerámica	Total
7 días	3	3	3	3	12
14 días	3	3	3	3	12
28 días	3	3	3	3	12
Total					36

Elaboración fuente propia

Siendo un total de probetas de concreto: 36 unidades

Muestra: Consiste en seleccionar una parte representativa de una población con tales características que reproduzcan con mayor precisión. (*Palella et al. - 2006 - Metodología de la investigación cuantitativa-cua.pdf* sin fecha)

La muestra está conformada por las probetas de concreto patrón con resistencia de $f'c$ 550 kg/cm² y el concreto con resistencia de $f'c$ 550 kg/cm² adicionando polvo residual de cerámica como sustitución del cemento, la cual se le adicionaron el 5%, 10% y el 15%, siendo la muestra de tipo censal, debido a que se consideró el 100% de la población.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos

Cuantitativa: Se utiliza la recolección de datos a fin de demostrar premisa con base en la medición numérica y de la investigación estadística, asimismo para probar teorías y establecer pautas de comportamiento. (*Hernández, Fernández y Baptista- Metodología Investigación Científica 6ta ed.pdf* sin fecha)

Se emplearán técnicas observacionales para poder estimar las propiedades del concreto elaborado a partir de diferentes porcentajes de polvo residual de cerámica, expresando el interés de la investigación por medio de indicadores en función los

ensayos que se llevarán a cabo. Tal como se evaluará el comportamiento y las propiedades de las muestras tomadas tanto físicas como mecánicas.

Instrumentos de recolección de datos: Son las múltiples métodos o formas de obtener la información. Para la recolección de datos se aplican las técnicas como por ejemplo la observación, entrevista, encuesta, pruebas, entre otras. (*«Palella Stracuzzi y Martins Pestana - 2003 - Metodologa de la investigacin cuantitativa.pdf» [sin fecha]*)

Los instrumentos de recolección de datos serán:

- Formatos de granulometría
- Formatos de peso unitario suelto
- Formatos de contenido de humedad
- Formatos de capacidad de absorción
- Formatos de asentamiento
- Formatos de peso unitario
- Formatos de contenido de aire
- Formatos de temperatura
- Formatos de resistencia a la compresión
- Formatos de módulo de elasticidad

Para los ensayos de laboratorio se emplearon los formatos correspondientes, junto con las normativas nacionales e internaciones.

Tabla 2. *Tabla de los ensayos e instrumentos*

Características	Ensayos
Propiedades físicas	Asentamiento
	Peso unitario
	Contenido de Aire
	Temperatura
Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión

	Módulo de elasticidad
--	-----------------------

Elaboración: Propia

Validez: Es el grado en que una herramienta mide y comprueba la variable que se busca medir. (Hernández, Fernández y Baptista-*Metodología Investigación Científica 6ta ed.pdf* sin fecha)

En la presente investigación se utilizaron formatos y fichas de registros autorizados por la normativa vigente, los cuales se transcribirán resultados de las pruebas y ensayos a realizarse en el laboratorio acreditado.

Confiabilidad: La validez involucra que la medición cumple con medir lo cual se ha postulado sin que se presenten distorsiones empíricas o sistémicas. (Ñaupas Paitán et al. - 2018 - *Metodología de la investigación cuantitativa-cua.pdf* sin fecha)

En el presente estudio se utilizaron formatos y fichas de registros establecido y utilizados, para todos los ensayos pertinentes, con el fin de homogenizar la recolección de los datos entregados por el laboratorio acreditado.

3.5 Procedimientos

Las actividades se ejecutaron comenzando con los ensayos de laboratorio correspondientes, los cuales permitieron establecer las propiedades de todos los materiales que formaron parte del diseño de mezcla de $f'c=550\text{kg/cm}^2$, el cual se consideró concreto patrón en la presente investigación. Se procedió con la recolección de residuos de material cerámico pasando el material por la malla N°100, continuando con la caracterización de los agregados, procediendo con el diseño de mezcla para el concreto patrón y para la sustitución porcentual del cemento del 5%, 10% y 15% en función al peso, posteriormente con la elaboración de las muestras, siendo un total de 36 probetas de concreto. Una vez elaboradas las probetas, tuvieron un mínimo de fraguado de 24 horas para ser extraídas del molde. Posterior se procedió a marcar cada probeta para la identificación y para sumergir cada una de ellas, donde permanecieron hasta el día correspondiente de rotura, siendo a los 7, 14 y 28 días de edad. Obtenidos los resultados de las

muestras ensayadas, se comparó la información y se comprobó el resultado favorable o desfavorable de la adición de polvo residual de cerámica. Haciendo relevancia que todo proceso se efectuó respetando estrictamente los indicadores estipulados en las Normas Técnicas correspondientes.

Ensayos de los materiales

Contenido de humedad del agregado fino y grueso

Normativa: Contenido de humedad de los agregados por secado de acuerdo a NTP 339.185 o ASTM C 566.

En la Norma Técnica Peruana, NTP, determina la metodología para establecer el porcentaje total de la humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado.

Aparatos o equipos

- Balanza
- Puente de calor
- Recipiente para la muestra

Procedimiento:

- Se selecciona una cantidad de muestra representativa protegiendo la muestra contra la disminución de humedad previo a precisar su masa. Se toma la porción de la muestra secándola en el recipiente por medio de la fuente predestinada evitando la pérdida de partículas. La muestra estará lo suficiente seca cuando la pérdida adicional de masa sea menor del 0.1%.

Tabla 3. *Tabla de Masa mínima de la muestra*

Tamaño máximo nominal de agregado (pulg)	Masa mínima de la muestra en kg
N°4	0,5
3/8	1,5
112	2,0

3/4	3,0
1	4,0
1 1/2	6,0
2	8,0
2 1/2	10,0
3	13,0
3 1/2	16,0
4	25,0
6	50,0

Fuente: NTP 339.185

Análisis granulométrico de agregado fino y grueso

Especificaciones técnicas

Agregado fino

Normativa: ASTM C33, NTP 400.012 (2001)

En la Norma Técnica Peruana, NTP, instituye el procedimiento para la decisión del reparto por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado.

Tabla 4. *Tabla porcentaje pasante*

Malla	Porcentaje pasante (%)
3/8	100
N°4	95 a 100
N°8	80 a 100
N°16	50 a 85
N°30	25 a 60
N°50	5 a 30
N°100	0 a 10

Fuente: NTP 400.012

Aparatos o equipos:

- Balanza

- Tara o recipientes
- Tamices 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200 y fondo.
- Horno con temperatura uniforme de 110°C ±5°C

Procedimiento

- Escoger la muestra del agregado fino, de acuerdo a la NTP 400.010, mezclar la muestra y por 24 horas, se introdujo al horno a aproximadamente a 110°C.
- Secamos la muestra a temperatura constante de 110°C ±5°C. Posterior se pesó la muestra.
- Se inicia con el tamiz menor y alternar las partículas para determinar si pasaran en la abertura de tal modo no se fuerce que las partículas pasen a través de cada tamiz.
- Se coloca en la balanza cada incremento para anotar su peso. La masa total del material posterior al tamizado se verificará con la masa puesta en cada tamiz. Y finalmente se anotó la cantidad pasante del fondo.

Agregado grueso

- Normativa: ASTM C33, NTP 400.012 (2001)

Tabla 5. *Tabla de Cantidad de la muestra de ensayo mínimo en kilogramos*

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo mínimo (kg)
3/8	2
1/2	4
3/4	11
1	22
1 1/2	33
2	44
2 ½	77
3	130
3 ½	220

4	330
5	660

Fuente: NTP 400.012

Aparatos o equipos:

- Balanza
- Tara o recipientes
- Horno con temperatura constante $110^{\circ}\text{C} \pm 50^{\circ}\text{C}$

Procedimiento

- Recoger el espécimen de muestra de agregado grueso, posterior de someterla al horno con temperatura constante de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, posterior la muestra se pesa en la balanza.
- Se inicia con el tamiz menor y alternar las partículas para determinar el pasante en la abertura de cada tamiz de tal modo no se fuerce pasar.
- Posterior al tamizado de la malla 1", se obtiene el Tamaño Máximo con el pasante de 100%. Con la primera retención de la malla $\frac{3}{4}$ " se obtiene el Tamaño Máximo Nominal.
- Se determina la masa de cada incremento pesándola en la balanza. Se verificará la masa total y la masa colocada en cada tamiz. Y finalmente se anotó la cantidad pasante del fondo.

Peso unitario del agregado fino y grueso

Normativa: NTP 400.017 o ASTM C 29/C 29 M.

Peso unitario suelto

Aparatos y equipos:

- Balanza.
- Recipiente cilíndrico de metal
- Regla de metal.

- Cucharón de kilo.
- Barra de acero liso de 5/8" con punta semiesférica.
- Plancha de vidrio mínimo 6mm de espesor y 25mm con diámetro mayor del recipiente a calibrar.

Procedimiento:

- Saturar el espécimen con agua a temperatura ambiente y cubrir con el vidrio de tal manera de eliminar el exceso y las burbujas de agua.
- Se determina el peso del agua en la medida. Medir la temperatura y determinar la densidad del agua.
- Se calcula la dimensión del volumen de la medida dividiendo el número de agua necesaria entre la densidad de la misma. Secar la muestra en el horno con temperatura constante de $110^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$
- El contenedor se llena hasta el borde y el material se deja abatir a una altura de 5 cm o menos desde la parte superior. Mediante 25 golpes se apisona la capa del material con la barra compactadora. Llenar las dos terceras partes de la medida para compactarla por medio de 25 golpes, y posteriormente completamos la medida rebosando nuevamente con 25 golpes se golpea empleando la barra compactadora para luego eliminar el agregado sobrante luego de enrasarlo.



Figura 3. Ensayo de peso unitario suelto de agregado fino.



Figura 4. Ensayo de peso unitario suelto de agregado grueso.

Peso unitario compactado

Aparatos o equipos:

- Balanza electrónica.
- Martillo de goma.
- Barra de acero liso
- Depósito cilíndrico de metal
- Regla metálica, brocha, cucharón de kilo.

Procedimiento

- Se completa el depósito primero la tercera parte y luego el resto, utilizando la regla de acero se nivela la superficie. Se compacta con la barra de acero liso cada capa mediante 25 golpes de modo que sea en espiral, luego utilizando el martillo de goma dar 15 golpes contra la superficie del recipiente.
- Se llena el depósito hasta cubrirlo, utilizando la barra lisa compactamos 25 veces, y luego con la barra de acero liso como regla, se enraza.
- Aplicando la fuerza necesaria compactamos con la barra lisa en la capa final de agregado colocada en el contenedor.
- Por último, en la balanza se establece el peso neto del agregado para recabar el peso unitario compactado.



Figura 5. Ensayo de peso unitario compactado de agregado fino.



Figura 6. Ensayo de peso unitario compactado de agregado grueso.

Peso específico y absorción del agregado grueso

Aparatos o Equipos

- Balanzas, de sensibilidad de 0.5 g.
- Estufa de temperatura de $110\text{ C} \pm 50\text{ C}$.
- Cesta de malla de alambre tamiz N.º 4.
- Depósito apropiado para que la cesta de alambre sea sumergida en agua
- Instrumento para suspender la muestra que facilite suspender la cesta de la balanza, cuando ésta se encuentre sumergida

Procedimiento:

- Por método de cuarteo se escoge dos modelos o muestras de agregado grueso,

- Se elimina el material pasante del tamiz N.º 4.
- Lavando la muestra seleccionada se descarta el polvillo y otras impurezas y se sumerge por 24 horas aproximadamente.
- La muestra se retira del agua para secarla a temperatura ambiente, obteniéndola en la condición de saturación con superficie seca, posteriormente pesar la muestra.
- Se coloca al instante la muestra saturada con la superficie seca en el cesto de alambre, para luego determinar su peso en agua.
- Las muestras se ingresan al horno durante 24 horas con temperatura de 1100 ± 50 °C, luego de ingresadas se enfrían a temperatura ambiente, se pesan y se registran los datos para obtener el valor del peso específico.

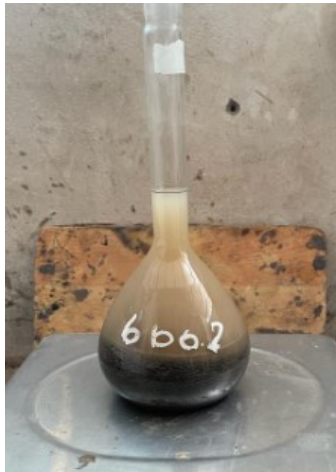


Figura 7. Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.

Elaboración del concreto

- Se tomarán dos probetas de concreto típico y concreto adicionando polvo residual de cerámica.
- El tiempo mínimo del mezclado de concreto es de 1:30 minutos.
- Las muestras de concreto se toman considerando las condiciones ambientales.

- Para lograr un orden y adecuada toma de datos se codifica las probetas con plumón indeleble.



Figura 8. Elaboración de la mezcla.

Elaboración de probetas de concreto

Equipos empleados

- Martillo de goma
- Barra de acero liso
- Moldes cilíndricos
- Cuchara para muestreo
- Petróleo

Procedimiento

- Verificar que los moldes cilíndricos estén completamente limpios sin restos de concreto.
- Engrasar los moldes cilíndricos evitando que el concreto se adhiera durante el procedimiento de muestreo.
- Ubicar los moldes cilíndricos en una superficie nivelada luego moderar los tornillos de ajuste del molde.

- La muestra se va colocando en tres capas. Cada capa de 1/3 de la muestra se compacta 25 veces utilizando la barra de acero liso y se golpea 25 veces con el martillo de goma.
- Se enrasa la parte superior de las probetas desechando el material excedente.
- Finalmente se identificaron las probetas respecto a la fecha de vaciado.



Figura 9. Preparación de las probetas de concreto.

Protección y desmolde las probetas de concreto

- Las probetas serán trasladadas y consolidadas en un espacio seguro y nivelado.
- Los moldes se resguardarán a temperatura ambiente.
- Cuidadosamente se retiran de los moldes las probetas de forma vertical, pasadas las 24 horas.
- Finalmente, las probetas fueron marcadas utilizando plumón indeleble.

Ensayos de calidad de concreto

Peso unitario

- Normativa: Peso unitario del concreto fresco. NTP 339.046 o ASTM C138.

Equipo empleado

- Balanza
- Barra de acero liso
- Trompo
- Martillo de goma
- Cucharon
- Molde cilíndrico metálico

Procedimiento

Éste ensayo reside en calcular el peso del molde cilíndrico metálico vacío, obteniendo a la vez su volumen, para luego proceder a vaciar la mezcla en tres capas compactándolas 25 veces con la barra de acero liso y golpeando 25 veces con el martillo de goma. Cuando el recipiente esté repleto y enrasado se procede a pesar el molde con la mezcla restando el peso del molde para conseguir el peso unitario del concreto.



Figura 10. Ensayo de peso unitario del concreto.

Asentamiento

- **Normativa:** Asentamiento del concreto (SLUMP). NTP 339.035 o ASTM C143.

Equipo empleado

- Cono de Abrams de 20cm x 10cm de un espesor mínimo de 1.5mm
- Herramientas para enrasar, cucharón de kilo
- Barra de acero liso de 5/8"
- Flexómetro

Procedimiento

En tres capas completar el cono de Abrams, se compacta 25 veces cada una de las capas empleando la barra de acero liso de 5/8 y luego utilizando el martillo de goma se golpea 25 veces. Una vez enrasado el cono de Abrams se voltea poniéndolo al costado y con la barra de acero liso encima para calcular el asentamiento de la mezcla.



Figura 11. Ensayo de asentamiento de la mezcla de concreto.

Contenido de Aire

Equipos empleados

- Medidor de aire
- Recipiente de medición
- Barra de acero liso
- Cuchara de albañil
- Martillo de goma

- Regla de enrase

Procedimiento

- Se humedece la parte interior del recipiente para luego instalarlo en una superficie nivelada.
- Cubrir el recipiente en tres capas, de 25 compactaciones por capa y mediante 10 a 15 golpes empleando el martillo de goma de esta manera evitando la formación de burbujas de aire.
- Enrasar el conglomerado con la regla, enrasando y limpiando la mezcla restante.
- Antes de acoplar el medidor de aire limpiarlo y humedecerlo, las herramientas se sujetarán dos a la vez y en cruz, luego se abre ambas llaves. Cerrar la válvula principal de aire que se encuentra en medio de la cámara y el depósito y luego abrir ambas llaves de purga.
- Suministrar el agua atravesando una de las llaves hasta que sea retirada por la otra, continuar inyectando agua para asegurar que todo el aire sea expulsado.
- Se cierra la válvula donde evacua el aire para luego el aire sea bombeado con el cual marcará la presión inicial en el manómetro, esperar unos segundos para que estabilice la temperatura y la lectura de presión.
- Acomodar la línea de presión inicial del manómetro, cerrar ambas llaves, prontamente se abre la válvula principal que se encuentra entre la cámara y el tazón, y por ultimo leer el porcentaje de aire cerrando la llave principal.



Figura 12. Ensayo de contenido de aire del concreto.

Temperatura del concreto

Normativa: Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas. NTP 339.184 o ASTM C1064.

Equipos empleados

- Contenedor de mezcla de concreto.
- Termómetro con rango 0°C a 50°C.

Procedimiento

Insertar el termómetro en la mezcla, dejar el termómetro hasta que la lectura se estabilice y por un lapso mínimo de dos minutos o, leer y anotar la temperatura.



Figura 13. Ensayo de temperatura del concreto.

Concreto en Estado endurecido

Resistencia a la compresión

- Normativa: Método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de probetas de concreto. NTP 339.034 o ASTM C39.

Equipo empleado

- Aparato de ensayo para cilindros de concreto

Procedimiento

Realizar el ensayo considerando las tolerancias para rotura de cilindros a compresión.

Tabla 6. *Tabla de Tolerancias para rotura de cilindros a compresión*

Edad	Tolerancia de tiempo permisible
24 horas	± 0.5 horas o 2.1 %
3 días	± 2 horas o 2.8 %
7 días	± 6 horas o 3.6 %
28 días	± 20 horas o 3.0%
90 días	± 2 horas o 2.2%

Fuente: NTP 339.034

Tabla 7. *Tabla de Velocidad de aplicación de carga*

Diámetro	Mpa/s	KN/s
150	0.20 a 0.30	3.53 a 5.30
100		1.57 a 236

Fuente: NTP 339.034



Figura 14. Ensayo de resistencia a la compresión del concreto.

3.6 Método de análisis de datos

Se realiza teniendo en consideración las variables sus niveles y el tipo estadística la cual puede ser de tipo descriptiva o inferencial. (Hernández, Fernández y Baptista-*Metodología Investigación Científica 6ta ed.pdf* sin fecha).

El análisis de datos empleado es del tipo inferencial paramétrica debido a que se analizaron la totalidad de los valores conseguidos con la realización de los ensayos de laboratorio, para procesarlos y posteriormente ser expresados en cuadros, tablas y figuras utilizando el programa Microsoft Excel y SPSS 21.

3.7 Aspectos éticos

Se empleó la norma ISO 690 Y 690-2 para la ejecución de las citas y referencias, de la misma manera para la descripción de tablas y figuras. Se emplearon las normas de la Norma Técnicas Peruana y ASTM para cada tipo de ensayo requerido aplicando los procedimientos correspondientes, obteniendo resultados de un laboratorio de concreto y la plataforma Turniting para conocer y cumplir el porcentaje de similitud el cual nos garantiza su autenticidad.

IV RESULTADOS

Pruebas preliminares

Tabla 8. *Ensayos del agregado fino*

Ensayos normalizados	Cantera	Norma
	Supermix	
Equivalente de arena	82%	≥75%
Material pasante malla N°200	4.12%	≤5%
Terrones de arcilla y partículas deleznable	1%	≤3%
Impurezas orgánicas	1	permisible
Cloruros	0.03%	≤0.1%

Elaboración: Propia

Tabla 9. *Ensayos del agregado grueso*

Ensayos normalizados	Cantera	Norma
	Km 48	
% Caras fracturadas	81%, 52%	>60%
Terrones de arcilla y partículas deleznable	1.47%	≤3%
Pasante Malla N°200	0%	≤ 5%
% Chatas y alargadas	7%	≤15%
Cloruros	0.048%	≤1%

Elaboración: Propia

Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de los agregados

Caracterización de los agregados

Tabla 10. *Caracterización de los agregados*

Caracterización	Agregado fino	Agregado Grueso
Peso unitario suelto	1.67g/cm ³	1.36g/cm ³
Peso unitario compactado	1.85g/cm ³	1.53g/cm ³
Contenido de Humedad	0.38%	1.24%

Peso específico aparente	2.61g/cm ³	2.56g/cm ³
Peso específico nominal	2.73g/cm ³	2.64g/cm ³
% Absorción	1.70%	1.19%
MF	2.89	-
TMN	N°8	1"
HUSO	Único	5

Elaboración: Propia

Diseño de mezcla

Tabla 11. *Resumen de los materiales del diseño de mezcla por m³*

Materiales	kg/m ³
Cemento tipo IP	617.1
Agregado fino	772.2
Agregado grueso	770.6
Agua	185.1
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.48

Elaboración: Propia

La probeta cilíndrica en la cual se elaborarán las muestras tiene las siguientes dimensiones: 4"x8" o 10.16 cm de diámetro y 20.32 cm de altura, con un volumen de 0.00165 m³. El peso de los materiales será multiplicado por la cantidad de probetas consiguiendo la medida del material requerido en el concreto.

Se dosificó y se le adicionó polvo residual de cerámica en porcentajes de 5%, 10% y 15% sustituyendo al cemento.

Tabla 12. *Corrección de los agregados por %w y %a del concreto patrón*

Materiales	kg/m ³
Cemento tipo IP	621.7
Agregado fino	750.5
Agregado grueso	749.0
Agua	223.6
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.59

Elaboración: Propia

Dosificación final x m³ del concreto patrón

Materiales	kg/m ³
Cemento tipo IP	657.6
Agregado fino	759.0
Agregado grueso	757.4
Agua	171.0
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.97

Elaboración: Propia

Diseño de mezcla con 5% de polvo residual de cerámica

Tabla 13. *Dosificación final x m³ (5% de polvo residual de cerámica)*

Materiales	Peso (kg)
Cemento tipo IP	624.7
Polvo residual de cerámica	30.7
Agregado fino	750.5
Agregado grueso	749.0
Agua	223.6
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.59

Elaboración: Propia

Tabla 14. *Corrección de los agregados por %w y %a (5% de polvo residual de cerámica)*

Materiales	Peso (kg)
Cemento tipo IP	624.7
Polvo residual de cerámica	30.7
Agregado fino	759.0
Agregado grueso	757.4
Agua	171.0
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.97

Elaboración: Propia

Diseño de mezcla con 10% de polvo residual de cerámica

Tabla 15. *Dosificación final x m³ (10% de polvo residual de cerámica)*

Materiales	Peso (kg)
------------	-----------

Cemento tipo IP	591.8
Polvo residual de cerámica	65.76
Agregado fino	750.5
Agregado grueso	749.0
Agua	223.6
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.97

Elaboración: Propia

Tabla 16. *Corrección de los agregados por %w y %a (10% de polvo residual de cerámica)*

Materiales	Peso (kg)
Cemento tipo IP	591.8
Polvo residual de cerámica	65.76
Agregado fino	759.0
Agregado grueso	757.4
Agua	171.0
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.97

Elaboración: Propia

Diseño de mezcla con 15% de polvo residual de cerámica

Tabla 17. *Dosificación final x m³ (15% de polvo residual de cerámica)*

Materiales	Peso (kg)
Cemento tipo IP	624.7
Polvo residual de cerámica	98.6
Agregado fino	750.5
Agregado grueso	749.0
Agua	223.6
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.97

Elaboración: Propia

Tabla 18. *Corrección de los agregados por %a (15% de polvo residual de cerámica)*

Materiales	Peso (kg)
Cemento tipo IP	624.7
Polvo residual de cerámica	98.6

Agregado fino	759.0
Agregado grueso	757.4
Agua	171.0
Aditivo Dynamon SP 45/AC	6.97

Elaboración: Propia

Propiedades del concreto en estado fresco

Asentamiento del concreto

Tabla 19. *Asentamiento del concreto con diferentes porcentajes de polvo residual de cerámica*

Porcentaje de polvo residual de cerámica (%)	Asentamiento (pulg)	Promedio Asentamiento (pulg)
0%	11.3	10.8"
	10.3	
	10.7	
5%	9.70	9.8"
	9.90	
	9.72	
10%	9.71	9.8"
	9.70	
	9.90	
15%	9.98	10"
	10.10	
	9.95	

Elaboración: Propia

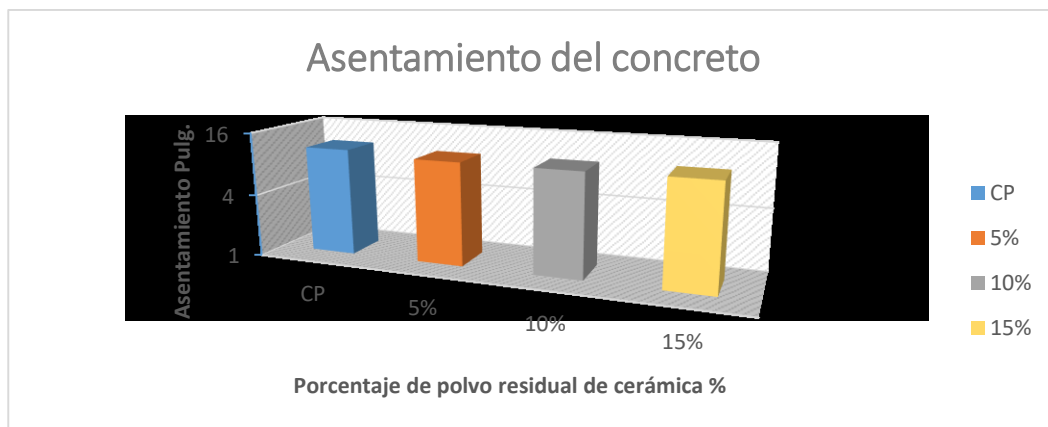


Figura 15. Asentamiento del concreto patrón y las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.

La mezcla patrón tuvo un asentamiento mayor en comparación de las mezclas con adición de polvo residual de cerámica que se obtuvo un slump de 9.8” y 10” indicando que la mezcla tiene valores de trabajabilidad alto.

Peso unitario del concreto

Tabla 20. Peso unitario del concreto 550 kg/cm² con diferentes porcentajes de polvo residual de cerámica

Porcentaje de polvo residual de cerámica (%)	P.u (kg/m ³)	Promedio P.u (kg/m ³)
0%	2265.9	2266.73
	2267.1	
	2267.2	
5%	2253.10	2253.3
	2252.90	
	2253.80	
10%	2239.20	2239.4
	2239.50	
	2239.39	
15%	2348.82	2348.5
	2347.90	
	2348.65	

Elaboración: Propia

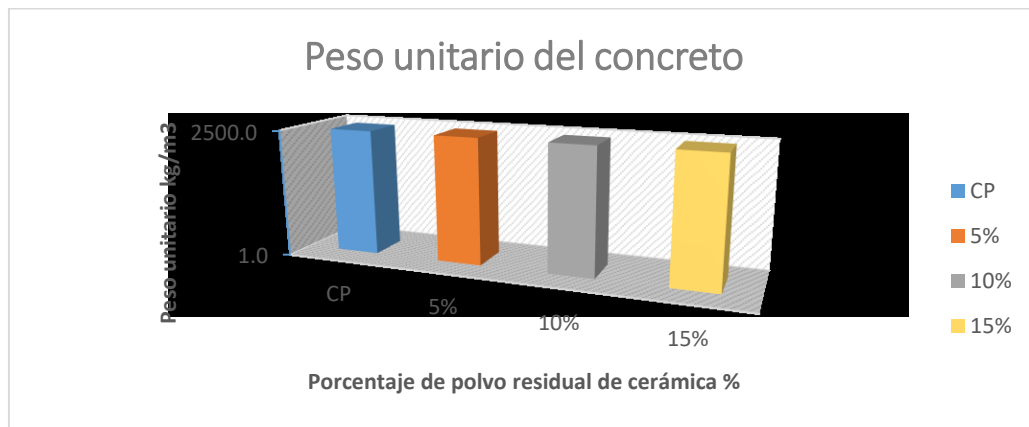


Figura 16. Peso unitario del concreto patrón con las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.

El comportamiento del peso unitario del concreto patrón y con las incorporaciones del polvo residual de cerámica en diferentes porcentajes de 5% y 10%, disminuyen su valor y el porcentaje de 15% teniendo una tendencia a aumentar su valor.

Temperatura del concreto

Tabla 21. Valores de peso unitario, temperatura y asentamiento del concreto elaborado con cemento Portland tipo IP

Porcentaje de polvo residual de cerámica (%)	T°C	Promedio T°C
0%	21.7	21.60
	21.5	
	21.6	
5%	21.15	20.7
	20.89	
	20.18	
10%	21.57	21.74
	21.81	
	21.84	
15%	22.10	22.40
	22.50	
	22.60	

Elaboración: Propia

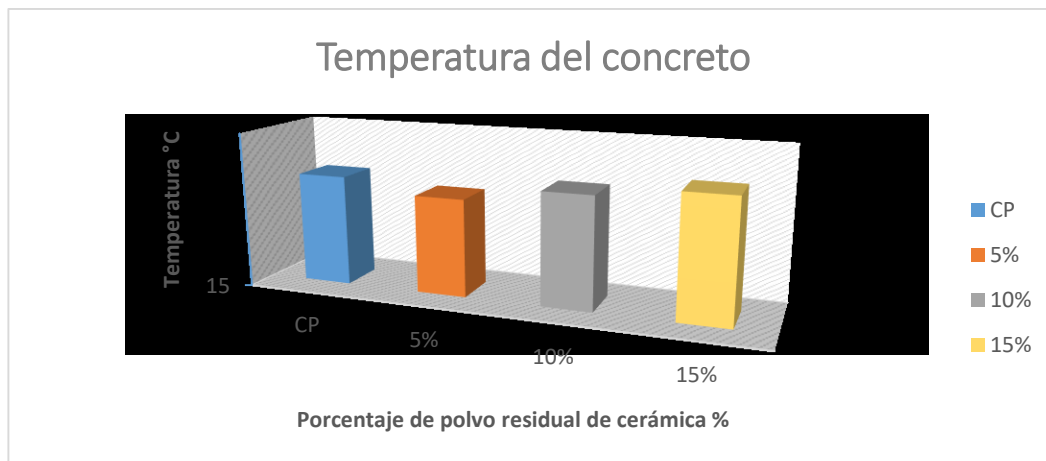


Figura 17. Temperatura del concreto patrón y las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.

La mezcla patrón tuvo una temperatura de 21.6°C, en comparación de la mezcla con las incorporaciones del polvo residual de cerámica de 5% que obtuvo una temperatura de 20.7 disminuyendo su valor e incrementando con el valor porcentual de 10% y 15%.

Contenido de aire

Tabla 22. Valores del contenido de aire de concreto

Porcentaje de polvo residual de cerámica (%)	Contenido de aire (%)	Promedio Contenido de aire (%)
0%	4.2	4.30
	4.45	
	4.25	
5%	3.70	3.80
	3.90	
	3.80	
10%	3.90	3.8
	3.60	
	3.75	
15%	5.20	5.10
	5.00	
	5.10	

Elaboración: Propia

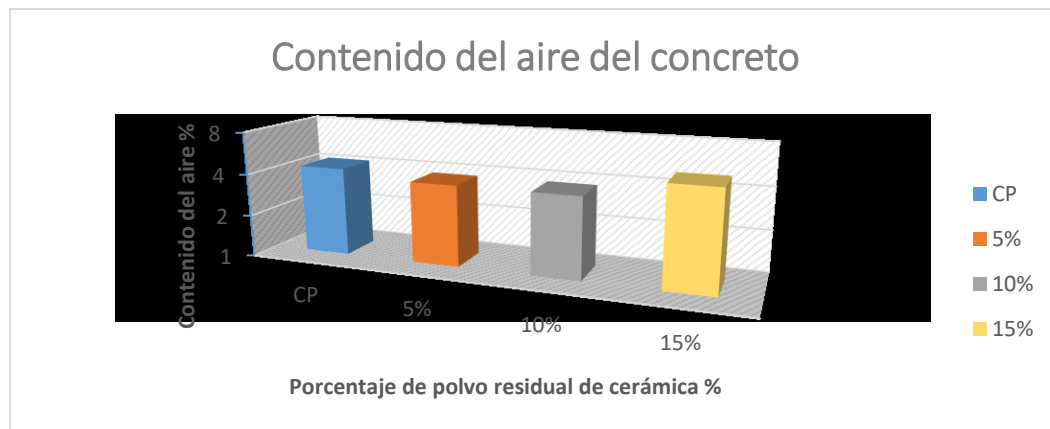


Figura 18. Contenido del aire del concreto patrón y las diferentes adiciones de polvo residual de cerámica.

Se obtuvo un valor de 4.3% de la mezcla patrón, observando la disminución en los porcentajes de 5% y 10% y un incremento en el último porcentaje de adición obteniendo un porcentaje de 5.1% de contenido de aire.

Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de edad

Tabla 23. Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Codificación	Porcentaje de polvo residual de cerámica %	f'c (kg/cm ²)	Promedio f'c (kg/cm ²)
CP 550	CP	389.1	403.1
CP 550		398.1	
CP 550		422.1	
CP 550+5%PRC	5%	400.7	401.7
CP 550+5%PRC		390.4	
CP 550+5%PRC		414.5	
CP 550+10%PRC	10%	410.1	411.5
CP 550+10%PRC		417.4	
CP 550+10%PRC		407	
CP 550+15%PRC	15%	308.7	325.8
CP 550+15%PRC		330.3	
CP 550+15%PRC		338.4	

Elaboración: Propia

Se observa los valores obtenidos del concreto patrón de 403.1 kg/cm², la resistencia con la adición porcentual de 5% y 15% con valores de 401.7 kg/cm² y 325.8 kg/cm² respectivamente presentan valores menores en comparación de la adición porcentual de 10% con un valor de 411.5 kg/cm².

Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de edad

Tabla 24. Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Codificación	Porcentaje de polvo residual de cerámica %	f'c (kg/cm ²)	Promedio f'c (kg/cm ²)
CP 550	CP	485.7	473.6
CP 550		464.0	
CP 550		471.1	
CP 550+5%PRC	5%	454.3	452.3
CP 550+5%PRC		465.0	
CP 550+5%PRC		437.6	
CP 550+10%PRC	10%	481.1	482.6
CP 550+10%PRC		468.4	
CP 550+10%PRC		498.3	
CP 550+15%PRC	15%	381.0	375.1
CP 550+15%PRC		351.7	
CP 550+15%PRC		392.6	

Elaboración: Propia

Los valores obtenidos del concreto patrón y con adición de polvo residual de cerámica del 10% presentan valores superiores de 473.6 kg/cm² y 482.6 kg/cm² respectivamente, contrastando con las adiciones porcentuales de 5% y 10% que presentan valores menores de 452.3 kg/cm² y 375.1 3 kg/cm².

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de edad

Tabla 25. Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

Codificación	Porcentaje de polvo residual de cerámica %	f'c (kg/cm ²)	Promedio f'c (kg/cm ²)
CP 550	CP	575.30	574.93
CP 550		581.35	
CP 550		568.15	
CP 550+5%PRC	5%	583.47	586.78
CP 550+5%PRC		584.37	
CP 550+5%PRC		592.51	
CP 550+10%PRC	10%	632.69	617.45
CP 550+10%PRC		620.77	
CP 550+10%PRC		598.91	
CP 550+15%PRC	15%	511.69	498.16
CP 550+15%PRC		492.88	
CP 550+15%PRC		489.92	

Elaboración: Propia

Los valores alcanzados del concreto patrón y con adición de polvo residual de cerámica del 5% y 10% presentan valores superiores de 586.78 kg/cm² y 617.45 kg/cm² respectivamente, contrastando con las adiciones porcentuales del 15% que presenta un valor menor de 498.16 kg/cm².

Evolución de la resistencia a la compresión

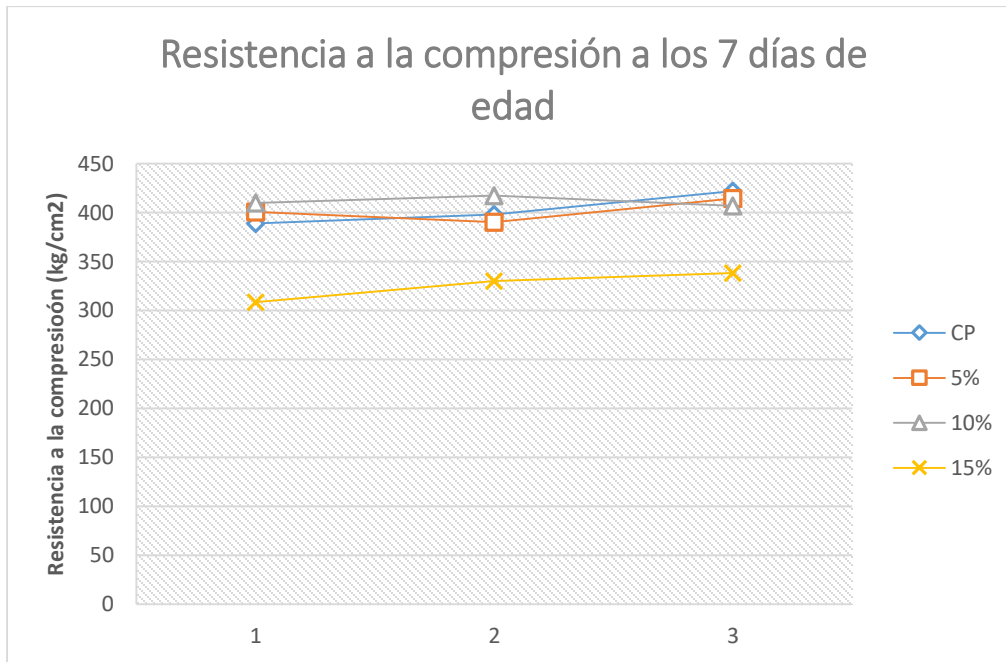


Figura 19. Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos a los 7 días de edad.

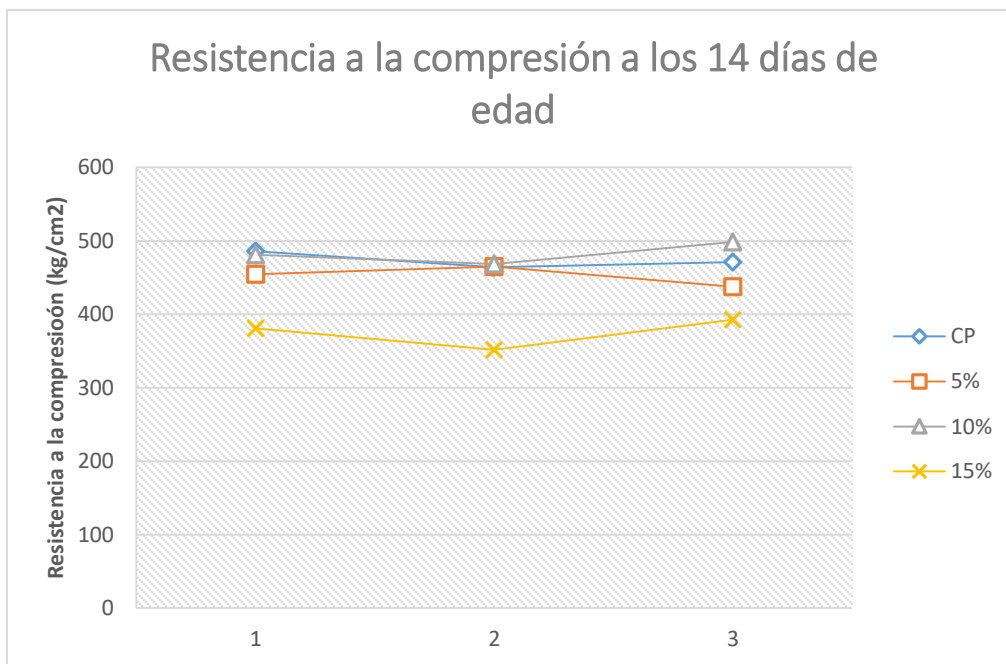


Figura 20. Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos a los 14 días de edad.

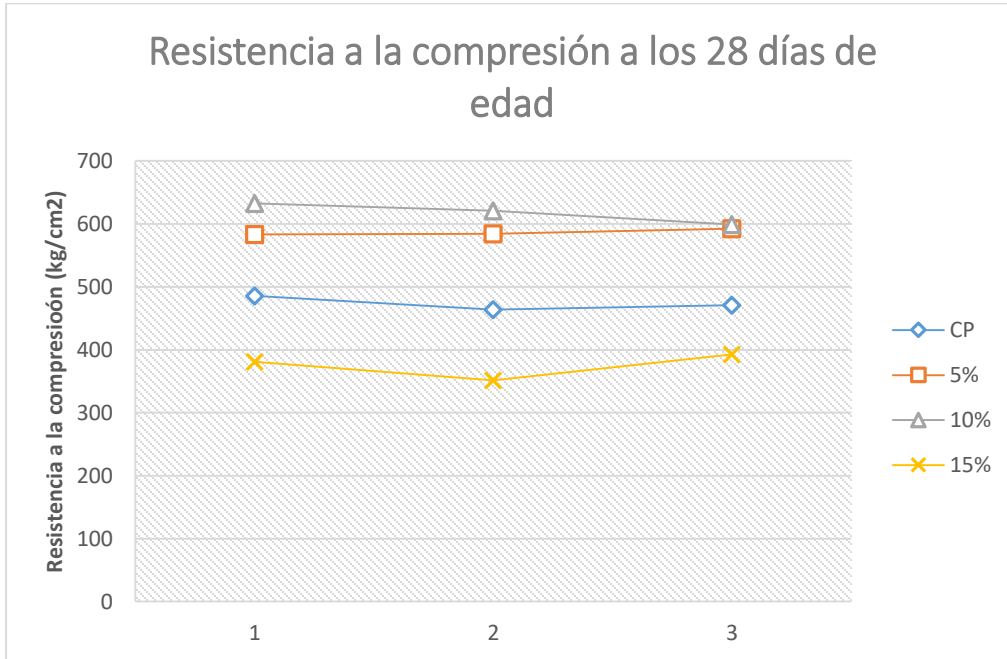


Figura 21. Evolución de la resistencia a la compresión de los concretos a los 28 días de edad.

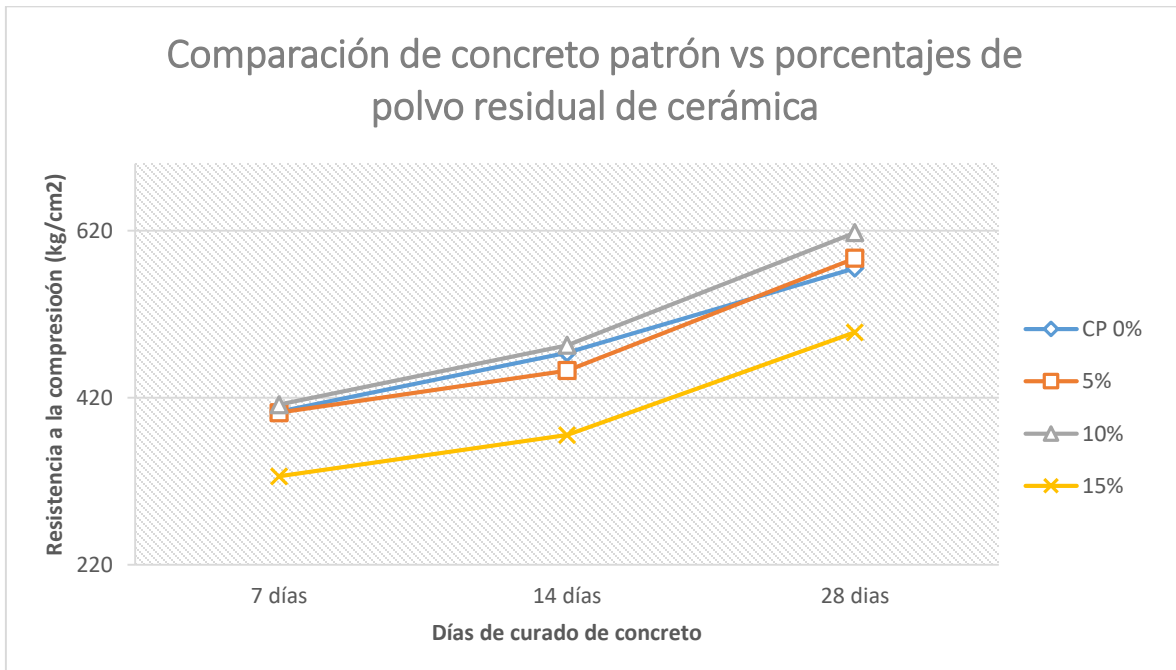


Figura 22. Evolución de la resistencia a la compresión promedio de los concretos a través de las diferentes edades

Módulo de elasticidad del concreto patrón y del concreto con 5%,10% y 15% de polvo residual de cerámica

Tabla 26. *Módulo de elasticidad, valores de esfuerzo y deformación*

Porcentaje de polvo residual de cerámica %	S_1	S_2	ε_1	ε_2	M.E Mpa
CP	1.2	21.1	0.00005	0.000539	40695.30
5%	1.3	22.3	0.00005	0.000560	41222.30
10%	1.3	23.4	0.00005	0.000574	42141.00
15%	1.4	21.4	0.00005	0.000575	38272.50

Elaboración: Propia

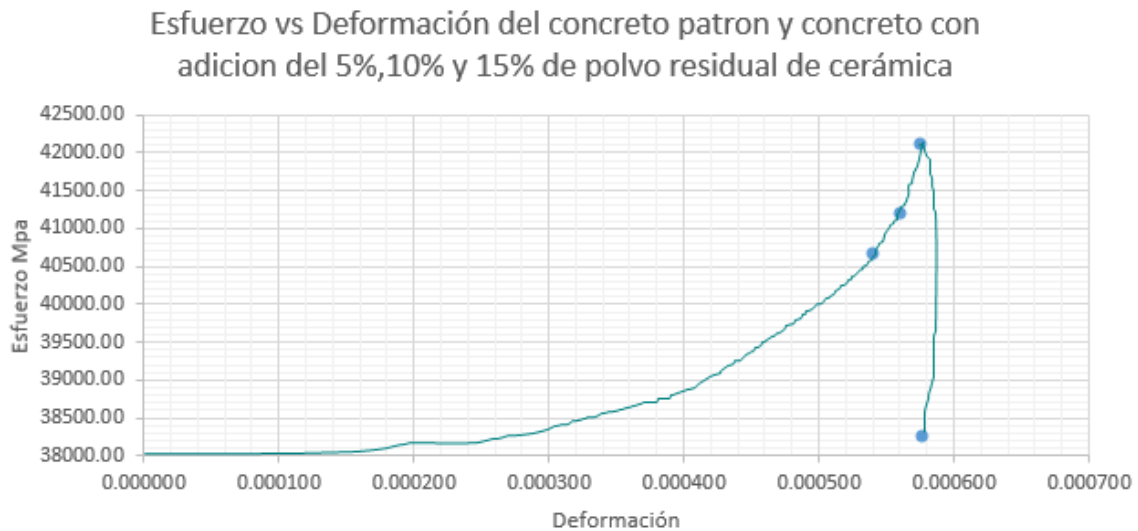


Figura 23. Esfuerzo vs Deformación del concreto patrón y concreto con adición del 5%,10% y 15% de polvo residual de cerámica

Prueba Anova

Prueba estadística para el asentamiento

Tabla 27. Prueba de normalidad para el asentamiento

Pruebas de normalidad				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	Concreto patrón	.987	3	.780
	CP+5%PRC	.824	3	.174
	CP+10%PRC	.787	3	.085
	CP+15%PRC	.893	3	.363

Fuente: Tomado de SPSS 21

H₀: La adición de polvo residual de cerámica no influye en el asentamiento de un concreto de alta resistencia.

H₁: La adición de polvo residual de cerámica influye en el asentamiento de un concreto de alta resistencia.

Tabla 28. ANOVA de un factor para el asentamiento

ANOVA de un factor					
Asentamiento					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	2.000	3	.667	9.373	.005
Intra-grupos	.569	8	.071		
Total	2.569	11			

Fuente: Tomado de SPSS 21

En la tabla se puede apreciar el valor de significancia es menor al valor α ($0.000 < 0.05$) por lo que se acepta la hipótesis alterna H_1 y se rechaza la hipótesis nula, es decir la adición de polvo residual de cerámica influye en el asentamiento de un concreto de alta resistencia.

Para escoger que tipo de post-prueba se desarrolló se desarrolló la prueba de homocedasticidad.

Tabla 29. *Test de homogeneidad de varianzas*

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3.475	3	8	.071

Fuente: Tomado de SPSS 21

Al obtener un valor de significancia mayor a 0.05 nos indica una homogeneidad en las varianzas asumiendo un tipo de varianzas iguales, desarrollando la post-prueba de Tukey.

Tabla 30. *Comparaciones múltiples*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Asentamiento						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	CP+5%PRC	.99333*	.21774	.008	.2961	1.6906
	CP+10%PRC	.99667*	.21774	.008	.2994	1.6939
	CP+15%PRC	.75667*	.21774	.034	.0594	1.4539

Fuente: Tomado de SPSS 21

Tabla 31. *Subconjuntos homogéneos*

Asentamiento			
HSD de Tukey ^a			
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
CP+10%PRC	3	9.7700	
CP+5%PRC	3	9.7733	
CP+15%PRC	3	10.0100	
Concreto patrón	3		10.7667
Sig.		.698	1.000

Fuente: Tomado de SPSS 21

Se puede determinar de acuerdo a los valores presentados que las tres dosificaciones influyendo significativamente sobre el asentamiento en un concreto de alto rendimiento.

Prueba estadística para el peso unitario

Tabla 32. Prueba de normalidad para el peso unitario

Pruebas de normalidad				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Peso unitario	Concreto patrón	.807	3	.132
	CP+5%PRC	.907	3	.407
	CP+10%PRC	.977	3	.708
	CP+15%PRC	.883	3	.333

Fuente: Tomado de SPSS 21

H₀: La adición de polvo residual de cerámica no influye en el peso unitario de un concreto de alta resistencia.

H₁: La adición de polvo residual de cerámica influye en el peso unitario de un concreto de alta resistencia.

Tabla 33. ANOVA de un factor para el peso unitario

ANOVA de un factor					
P					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	21573.724	3	7191.241	28498.975	.000
Intra-grupos	2.019	8	.252		
Total	21575.743	11			

Fuente: Tomado de SPSS 21

En la tabla se puede apreciar el valor de significancia es menor al valor α ($0.000 < 0.05$) por lo que se acepta la hipótesis alterna H_1 y se rechaza la hipótesis nula, es decir la adición de polvo residual de cerámica influye en el asentamiento de un concreto de alta resistencia.

Para escoger que tipo de post-prueba se desarrolló se desarrolló la prueba de homocedasticidad.

Tabla 34. Test de homogeneidad de varianzas

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Peso unitario			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3.047	3	8	.092

Fuente: Tomado de SPSS 21

Al obtener un valor de significancia mayor a 0.05 nos indica una homogeneidad en las varianzas asumiendo un tipo de varianzas iguales, desarrollando la post-prueba de Tukey.

Tabla 35. Comparaciones múltiples

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Peso unitario						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	CP+5%PRC	13,46667*	,41015	,000	12,1532	14,7801
	CP+10%PRC	27,37000*	,41015	,000	26,0566	28,6834
	CP+15%PRC	-81,72333*	,41015	,000	-83,0368	-80,4099

Fuente: Tomado de SPSS 21

Tabla 36. Subconjuntos homogéneos

Peso unitario					
HSD de Tukey ^a					
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
CP+10%PRC	3	2239,3633			
CP+5%PRC	3		2253,2667		
Concreto patrón	3			2266,7333	
CP+15%PRC	3				2348,4567
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Tomado de SPSS 21

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente se puede determinar que las tres dosificaciones influyen significativamente sobre el peso unitario en un

concreto de alto rendimiento. Pero la dosificación que más incrementa el peso unitario es la adición de polvo residual de cerámica del 15%.

Prueba estadística para la temperatura

Tabla 37. Prueba de normalidad para la temperatura

Pruebas de normalidad				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	Concreto patrón	1.000	3	1.000
	CP+5%PRC	.933	3	.500
	CP+10%PRC	.832	3	.194
	CP+15%PRC	.893	3	.363

Fuente: Tomado de SPSS 21

H₀: La adición de polvo residual de cerámica no influye en la temperatura de un concreto de alta resistencia.

H₁: La adición de polvo residual de cerámica influye en la temperatura de un concreto de alta resistencia.

Tabla 38. ANOVA de un factor para la temperatura

ANOVA de un factor					
Temperatura					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	4.193	3	1.398	15.79 2	.001
Intra-grupos	.708	8	.089		
Total	4.901	11			

Fuente: Tomado de SPSS 21

En la tabla se puede apreciar el valor de significancia es menor al valor α ($0.000 < 0.05$) por lo que se acepta la hipótesis alterna H_1 y se rechaza la hipótesis nula, es decir la adición de polvo residual de cerámica influye en el asentamiento de un concreto de alta resistencia.

Para escoger que tipo de post-prueba se desarrolló se desarrolló la prueba de homocedasticidad.

Tabla 39. *Test de homogeneidad de varianzas*

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Temperatura			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
3.715	3	8	.061

Fuente: Tomado de SPSS 21

Al obtener un valor de significancia mayor a 0.05 nos indica una homogeneidad en las varianzas asumiendo un tipo de varianzas iguales, desarrollando la post-prueba de Tukey.

Tabla 40. *Comparaciones múltiples*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Temperatura						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	CP+5%PRC	.86000*	.24290	.031	.0822	1.6378
	CP+10%PRC	-.14000	.24290	.936	-.9178	.6378
	CP+15%PRC	-.80000*	.24290	.044	-1.5778	-.0222

Fuente: Tomado de SPSS 21

Tabla 41. *Subconjuntos homogéneos*

Temperatura				
HSD de Tukey ^a				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
CP+5%PRC	3	20.7400		
Concreto patrón	3		21.6000	
CP+10%PRC	3		21.7400	21.7400
CP+15%PRC	3			22.4000
Sig.		1.000	.936	.099

Fuente: Tomado de SPSS 21

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente se puede determinar que la dosificación de 5% y 15%, influyen significativamente sobre la temperatura en un concreto de alto rendimiento. Pero la dosificación de polvo residual de cerámica que más incrementa la temperatura es la de 15%.

Prueba estadística para el contenido de aire

Tabla 42. Prueba de normalidad para el contenido de aire

Pruebas de normalidad				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Contenido de aire	Concreto patrón	.893	3	.363
	CP+5%PRC	1.000	3	1.000
	CP+10%PRC	1.000	3	1.000
	CP+15%PRC	1.000	3	1.000

Fuente: Tomado de SPSS 21

H₀: La adición de polvo residual de cerámica no influye en contenido de aire de un concreto de alta resistencia.

H₁: La adición de polvo residual de cerámica influye en el contenido de aire de un concreto de alta resistencia.

Tabla 43. ANOVA de un factor para el contenido de aire

ANOVA de un factor					
Contenido de aire					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3.531	3	1.177	78.458	.000
Intra-grupos	.120	8	.015		
Total	3.651	11			

Fuente: Tomado de SPSS 21

En la tabla se puede apreciar el valor de significancia es menor al valor α ($0.000 < 0.05$) por lo que se acepta la hipótesis alterna H_1 y se rechaza la hipótesis nula, es

decir la adición de polvo residual de cerámica influye en el asentamiento de un concreto de alta resistencia.

Para escoger que tipo de post-prueba se desarrolló se desarrolló la prueba de homocedasticidad.

Tabla 44. *Test de homogeneidad de varianzas*

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Contenido de aire			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.267	3	8	.848

Fuente: Tomado de SPSS 21

Al obtener un valor de significancia mayor a 0.05 nos indica una homogeneidad en las varianzas asumiendo un tipo de varianzas iguales, desarrollando la post-prueba de Tukey.

Tabla 45. *Comparaciones múltiples*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Contenido de aire						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	CP+5%PRC	.50000*	.10000	.005	.1798	.8202
	CP+10%PRC	.55000*	.10000	.003	.2298	.8702
	CP+15%PRC	-.80000*	.10000	.000	-1.1202	-.4798

Fuente: Tomado de SPSS 21

Tabla 46. *Subconjuntos homogéneos*

Contenido de aire				
HSD de Tukey ^a				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
CP+10%PRC	3	3.7500		
CP+5%PRC	3	3.8000		
Concreto patrón	3		4.3000	

CP+15%PRC	3			5.1000
Sig.		.957	1.000	1.000

Fuente: Tomado de SPSS 21

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente se puede determinar que todas las dosificaciones influyen significativamente sobre el contenido de aire en un concreto de alto rendimiento. Pero la dosificación que más incrementa el contenido de aire es la de 15%.

Prueba estadística para la resistencia a la compresión

Para el análisis estadístico se procedió con el análisis de un grupo del concreto patrón y 3 grupos experimentales.

Tabla 47. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	Concreto patrón	.998	3	.908
	CP+5%PRC	.824	3	.173
	CP+10%PRC	.972	3	.679
	CP+15%PRC	.851	3	.243

Fuente: Tomado de SPSS 21

En los tres casos presentados el valor p es mayor que $\alpha=0.05$, por lo que se concluye que los datos obtenidos tienen un comportamiento normal.

H₀: La adición de polvo residual de cerámica no influye en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia.

H₁: La adición de polvo residual de cerámica influye en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia.

Tabla 48. ANOVA de un factor para la resistencia a la compresión

ANOVA de un factor					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	23149.236	3	7716.412	61.537	.000
Intra-grupos	1003.157	8	125.395		

Total	24152.393	11			
-------	-----------	----	--	--	--

Fuente: Tomado de SPSS 21

En la tabla se puede apreciar el valor de significancia es menor al valor α ($0.000 < 0.05$) por lo que se acepta la hipótesis alterna H_1 y se rechaza la hipótesis nula, es decir la adición de polvo residual de cerámica influye en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de alta resistencia en un 8%.

Tabla 49. *Test de homogeneidad de varianzas*

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Resistencia a la compresión			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1.983	3	8	.195

Fuente: Tomado de SPSS 21

Al obtener un valor de significancia mayor a 0.05 nos indica una homogeneidad en las varianzas asumiendo un tipo de varianzas iguales, desarrollando la post-prueba de Tukey.

Tabla 50. *Comparaciones múltiples*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Resistencia a la compresión						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	CP+5%PRC	-11.85000	9.14311	.590	-41.1294	17.4294
	CP+10%PRC	-42.52333*	9.14311	.007	-71.8028	-13.2439
	CP+15%PRC	76.76667*	9.14311	.000	47.4872	106.0461

Fuente: Tomado de SPSS 21

Tabla 51. *Subconjuntos homogéneos*

Resistencia a la compresión				
HSD de Tukey ^a				
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3

CP+15%PRC	3	498.18		
Concreto patrón	3		574.93	
CP+5%PRC	3		586.78	
CP+10%PRC	3			617.46
Sig.		1.000	.590	1.000

Fuente: Tomado de SPSS 21

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente se puede determinar que la dosificación de 5% de polvo residual de cerámica no influye significativamente en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia, mientras que la dosificación de 15% de adición porcentual disminuye significativamente esta característica, sin embargo, la adición de 10% del aditamento de polvo residual de cerámica si incrementa significativamente la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia.

Prueba estadística para el módulo de elasticidad

Tabla 52. Prueba de normalidad de Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad				
	Dosificación	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Módulo de elasticidad	Concreto patrón	.975	3	.699
	CP+5%PRC	.947	3	.554
	CP+10%PRC	.964	3	.637
	CP+15%PRC	.996	3	.876

Fuente: Tomado de SPSS 21

H₀: La adición de polvo residual de cerámica no influye en el módulo de elasticidad de un concreto de alta resistencia.

H₁: La adición de polvo residual de cerámica influye en el módulo de elasticidad de un concreto de alta resistencia.

Tabla 53. ANOVA de un factor para el contenido de aire

ANOVA de un factor
Módulo de elasticidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	24560973.086	3	8186991.029	5015386.188	.000
Intra-grupos	13.059	8	1.632		
Total	24560986.145	11			

Fuente: Tomado de SPSS 21

En la tabla se puede apreciar el valor de significancia es menor al valor α ($0.000 < 0.05$) por lo que se acepta la hipótesis alterna H_1 y se rechaza la hipótesis nula, es decir la adición de polvo residual de cerámica influye en las propiedades físicas y mecánicas de un concreto de alta resistencia en un 8%.

Tabla 54. *Test de homogeneidad de varianzas*

Prueba de homogeneidad de varianzas			
Módulo de elasticidad			
Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
.492	3	8	.698

Fuente: Tomado de SPSS 21

Al obtener un valor de significancia mayor a 0.05 nos indica una homogeneidad en las varianzas asumiendo un tipo de varianzas iguales, desarrollando la post-prueba de Tukey.

Tabla 55. *Comparaciones múltiples*

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: Modulo de elasticidad						
HSD de Tukey						
(I) Dosificación	(J) Dosificación	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Concreto patrón	CP+5%PRC	-527.06333*	1.04319	.000	-530.4040	-523.7227
	CP+10%PRC	-1445.69667*	1.04319	.000	-1449.0373	-1442.3560
	CP+15%PRC	2422.76333*	1.04319	.000	2419.4227	2426.1040

Fuente: Tomado de SPSS 21

Tabla 56. *Subconjuntos homogéneos*

Módulo de elasticidad

HSD de Tukey ^a					
Dosificación	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
CP+15%PRC	3	38272.51			
Concreto patrón	3		40695.27		
CP+5%PRC	3			41222.33	
CP+10%PRC	3				42140.97
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Tomado de SPSS 21

De acuerdo a los valores mostrados en la tabla precedente se puede determinar que la dosificación de 5% de polvo residual de cerámica no influye significativamente en la resistencia a la compresión de un concreto de alta resistencia, mientras que la dosificación de 15% de adición porcentual disminuye significativamente esta característica, sin embargo, la adición de 10% del aditamento de polvo residual de cerámica si incrementa significativamente el módulo de elasticidad de un concreto de alta resistencia.

V DISCUSIÓN

Se precisó que la adición de polvo residual de cerámica impacta de manera positiva dependiendo de la cantidad porcentual de adición de polvo residual de cerámica, en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de alta resistencia. En el trabajo de investigación del autor Hernández (2021) investigó sobre el efecto del uso de dos tamaños de agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", teniendo una relación a/c de 0.45 y 0.50 concluyendo que la resistencia del concreto se ve perjudicado por el tamaño y la calidad del agregado, los resultados presentados en el estudio en mención son diferentes a los obtenidos del presente estudio.

Los valores obtenidos de la adición de polvo residual de cerámica influye de manera positiva al concreto de alta resistencia con los valores porcentuales de 5 % y 10%, comparando con el artículo científico de los autores Huaquisto y Belizario (2018) menciona los porcentajes óptimos adicionando ceniza volante en porcentajes de 5% y 10% concluyendo los valores que se deben utilizar como sustitución del cemento deben ser los rangos menores al 10%, los valores mayores al rango indicado son perjudiciales a la resistencia del concreto. Los resultados del artículo científico en mención respecto a los porcentajes fueron similares a los descritos del presente estudio.

Se conocen los resultados obtenidos con el polvo residual de cerámica, obteniendo resultados a los 28 días, la resistencia promedio de las probetas con 0%, 5%, 10% y 15 de polvo residual de cerámica fueron de 574.9 kg/cm², 586.8 kg/cm², 617.5 kg/cm² y 498.2 kg/cm² indicando el incremento de las resistencia a la compresión con el porcentaje de 5% y 10%. Los resultados obtenidos de la investigación del artículo científico Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas altoandinas del Perú de autor Bedón (2017) se observa que obtuvo una resistencia del concreto patrón a los 28 días de 596.5 kg/cm², resistencia a la compresión con aditivo de 646.5 kg/cm², resistencia con aditivo más microsilice de 799.4 kg/cm², los resultados presentados son similiares a los de la presente investigación

VI CONCLUSIONES

El diseño de mezcla se desarrolló basándose en el diseño del concreto patrón adicionando porcentualmente, en reemplazo del cemento en función al peso. La relación agua/cementante es igual a de los diseños de mezcla con adición porcentual de polvo residual de cerámica, observando que la resistencia a la compresión incrementa en el porcentaje de 5% y 10% respecto al concreto patrón y del porcentaje de 15%.

El slump obtenido al trabajar con superplastificante para lograr una mezcla trabajable se encuentra en el rango de 9 y 11 pulgadas. La densidad en estado fresco incrementa al aumentar polvo residual de cerámica. Las temperaturas obtenidas se encuentran en el rango aceptable de acuerdo a norma, a mayor calor de hidratación, la temperatura del concreto condiciona el proceso de endurecimiento de las muestras. La adición de polvo residual de cerámica presenta un incremento del aire en el concreto a causa del proceso o la técnica de trituración provocando una porosidad la repercute en la resistencia del concreto arrojando valores menores.

Al aumentar polvo residual de cerámica de manera porcentual sustituyendo al cemento en función al peso, la resistencia a la compresión disminuye logrando un valor menor a la del concreto patrón, por causa del aumento de la densidad y al contenido del aire, lo cual implica morteros disgregados y con menor homogeneidad. A los 28 días de curado de concreto se obtuvo promedio de 574.9 kg/cm², el concreto con 5% de adición 586.7 kg/cm², el concreto con 10% 617.4 kg/cm² y el concreto con 15% 498.1 kg/cm². El módulo de elasticidad a los 28 días se obtuvieron resultados del concreto patrón 40695 Mpa, el concreto con 5% de adición de 41222 Mpa, el concreto con 10% de adición de 42141 Mpa y el concreto con 15% de adición de 38272 Mpa. Para la implementación de morteros convencionales, los valores logrados no son los adecuados para los requerimientos mecánicos.

VII RECOMENDACIONES

Para la obtención de un óptimo uso y evitando los desechos del material, la dosificación del polvo residual de cerámica sea en función del peso del cemento.

Al emplear el uso de polvo residual de cerámica a fin de efectuar el almacenamiento, extracción y posterior manipulación se recomienda utilizar equipos de protección personal de tal manera se protege la salud de los individuos en contacto con el material, asimismo haciendo más fácil su uso y manteniendo sus características.

Utilizar polvo residual de cerámica menor a 150um (N°100) con el objetivo de obtener una comprobación de la resistencia a la compresión con valores positivos o negativos. Se plantea la estimación de la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión considerando las edades de 56 y 90 días de curado y evaluar la influencia del polvo residual de cerámica como sustituyendo de manera porcentual al cemento en la permeabilidad y su resistencia a la flexión del concreto.

REFERENCIAS

¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto? | CEMEX Peru. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/-/por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto->.

¿Qué es Concreto? » Su Definición y Significado [2022]. Concepto de - Definición de [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <https://conceptodefinicion.de/concreto/>.

211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete., [sin fecha]. pp. 38.

32pes.pdf [en línea], [sin fecha]. S.I.: s.n. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/32pes.pdf>.

363.2R-98 Guide to Quality Control and Testing of High-Strength Concrete. , [sin fecha]. pp. 18.

ACI 116. pdfcoffee.com [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/aci-116-pdf-free.html>.

Adiciones para hormigón. En: Page Version ID: 118773368, Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea], 2019. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Adiciones_para_hormig%C3%B3n&oldid=118773368.

ALFONSO DÍAZ, D.F., 2020. Caracterización físico-mecánica de concretos de mediana y alta resistencia diseñados con agregados de Colombia. En: Accepted: 2021-04-07T14:03:01Z [en línea], [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9479>.

ALVAREZ ORDOÑEZ, S.Y., 2019. Comparación de las propiedades mecánicas de unidades y prismas de bloques de tierra comprimida estabilizada con cemento y geopolímero de puzolana. En: Accepted: 2019-02-08T19:04:49Z, Pontificia

Universidad Católica del Perú [en línea], [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/13435>.

ARIMANA HUAMANI, I.A. y TAQUIRI PILLACA, L.A., 2020. Evaluación de la resistencia a la compresión y flexión del concreto $f'c$: 210 kg/cm², mediante la adición de residuos de mármol, Lima 2020. En: Accepted: 2021-03-12T15:23:21Z, Repositorio Institucional - UCV [en línea], [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54557>.

AIZPURUA, L., MORENO, G. y CABALLERO, K., 2018. Estudio del concreto de alta resistencia con el uso de cenizas de materiales orgánicos y polímeros. I+D Tecnológico, vol. 14, no. 2, pp. 29-37. ISSN 2219-6714. DOI 10.33412/idt.v14.2.2071.

ARGIZ, C., SANJUÁN, M.Á. y MENÉNDEZ, E., 2013. Effect of mixes made of coal bottom ash and fly ash on the mechanical strength and porosity of Portland cement. En: Accepted: 2013-04-04T07:44:25Z [en línea], [Consulta: 8 junio 2022]. ISSN 0465-2746. DOI 10.3989/mc.2013.03911. Disponible en: <https://digital.csic.es/handle/10261/73549>.

BARBA, A., GAZULLA, F. y GÓMEZ TENA, M.P., 2007. Empleo de residuos cerámicos como materia prima alternativa para la fabricación de clinker de cemento Portland. Cemento-Hormigón, vol. 907, pp. 18-32.

Características de las materias primas usadas por las empresas del sector cerámico del área metropolitana de Cúcuta (Colombia) - ScienceDirect. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 1 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0366317518300293>.

CASTAÑEDA, J.P.M., MONZÓN, L.M.P. y CARVAJAL, D.G.B., [sin fecha]. DISEÑO DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA A PARTIR DE UNA PUZOLANA NATURAL. , pp. 93.

Cerna_LMB-SD.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/55865/Cerna_LMB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Concreto de Alta Resistencia | CEMEX Nicaragua. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.cemexnicaragua.com/productos-y-servicios/concreto/de-alta-resistencia>.

Concreto De Alta Resistencia Enrique Rivva Lopez | Ingeniería Civil | Concreto | Acero. uDocz [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.udocz.com/apuntes/21917/concreto-de-alta-resistencia---enrique-rivva-lopez>.

CRIADO, M.C., VERA, C., DOWNEY, P. y SOTO, M.C., 2005. Influencia de la fibra de vidrio en las propiedades físico - mecánicas del hormigón. , vol. 20, pp. 12.

Definición de cemento — Definicion.de. Definición.de [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <https://definicion.de/cemento/>.

ESCALANTE-GARCIA, J.I., MENDEZ-NONELL, J., GOROKHOVSKY, A., LUNA, P.E., MANCHA, H. y MENDOZA-SUAREZ, G., 2011. Reactividad y propiedades mecánicas de escoria de alto horno activada por álcalis. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, ISSN 0366-3175, Vol. 41, No. 5, 2002, pags. 451-458, vol. 41. DOI 10.3989/cyv.2002.v41.i5.664.

FARFÁN, M., LEONARDO, E., FARFÁN, M. y LEONARDO, E., 2018. Caucho reciclado en la resistencia a la compresión y flexión de concreto modificado con aditivo plastificante. Revista ingeniería de construcción, vol. 33, no. 3, pp. 241-250. ISSN 0718-5073. DOI 10.4067/S0718-50732018000300241.

Ferrandis - Importancia de la cerámica.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <http://boletines.secv.es/upload/197413025.pdf>.

FERREIRA, F.G. da S., DIAS, L.V., SOARES, S.M. y CASTRO, A.L. de, 2022. Influence of thermal curing in the physical and mechanical properties of ultra-high-performance concrete with glass powder. Revista ALCONPAT, vol. 12, no. 2, pp. 184-199. ISSN 2007-6835. DOI 10.21041/ra.v12i2.546.

FERREIRA, R.L.S., ANJOS, M. a. S., LEDESMA, E.F., PEREIRA, J.E.S. y NÓBREGA, A.K.C., 2020. Evaluation of the physical-mechanical properties of cement-lime based masonry mortars produced with mixed recycled aggregates. *Materiales de Construcción*, vol. 70, no. 337, pp. e210-e210. ISSN 1988-3226. DOI 10.3989/mc.2020.02819.

GALLO-ARCINIEGAS, L.P., GONZÁLEZ PEÑUELA, G. y CARRILLO LEÓN, J., 2013. COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO ZP-306 SOMETIDO A ESFUERZOS DE COMPRESIÓN. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, vol. 23, no. 1, pp. 117-133. ISSN 0124-8170.

Generalidades y tipos de aditivos para el concreto según la NTC 1299. *Comunidad 360* [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 24 abril 2022]. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/generalidades-tipos-de-aditivos-para-el-concreto>.

GÓMEZ, P.N.D. y PÉREZ, O.J.S., 2021. Influencia de la adición de nanosílice en la permeabilidad del concreto. *Veritas*, vol. 22, no. 1, pp. 29-38. ISSN 1684-7822. DOI 10.35286/veritas.v22i1.292.

GUERRERO, E.J.L., CUASAPAZ, D.P.G. y LEON, B.I.A., 2020. Influencia de las partículas de caucho en la resistencia a la compresión de bloques de concreto / Influence of rubber particles on the compressive strength of concrete blocks. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia*, vol. 43, no. 3, pp. 134-141. ISSN 2477-9377.

GUTIÉRREZ, R.M. de, DELVASTO, S. y TALERO, R., 2000. A new pozzolan for high performance cementitious materials. *Materiales de Construcción*, vol. 50, no. 260, pp. 5-13. ISSN 1988-3226. DOI 10.3989/mc.2000.v50.i260.386.

Hernández, Fernández y Baptista-*Metodología Investigación Científica* 6ta ed.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 9 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20BaptistaMetodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>.

HUAQUISTO CÁCERES, S. y BELIZARIO QUISPE, G., 2018. Utilización de la ceniza volante en la dosificación del concreto como sustituto del cemento. Revista de Investigaciones Altoandinas, vol. 20, no. 2, pp. 225-234. ISSN 2313-2957. DOI 10.18271/ria.2018.366.

Influencia de la adición de microsilíce y superplastificante en las propiedades de un concreto de alta resistencia en la ciudad de Arequipa. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://1library.co/document/zlgm4j6y-influencia-adicion-microsilice-superplastificante-propiedades-concreto-resistencia-arequipa.html>.

Influencia de residuos de cerámica como sustitución porcentual del cemento sobre la resistencia a la compresión del concreto, Trujillo – 2019. [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://1library.co/document/ydek8veq-influencia-residuos-ceramica-sustitucion-porcentual-resistencia-compresion-trujillo.html>.

IZQUIERDO, I., SOTO IZQUIERDO, O. y RAMALHO, M., 2018. Propiedades físicas y mecánicas del hormigón usando polvo residual de desechos orgánicos como reemplazo parcial del cemento. Revista ingeniería de construcción, vol. 33, no. 3, pp. 229-240. ISSN 0718-5073. DOI 10.4067/S0718-50732018000300229.

JULIÁN, C., GIOVANNI, G. y WILLIAM, A., 2013. Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. Ingeniería, Investigación y Tecnología, vol. 14, no. 3, pp. 435-450. ISSN 1405-7743. DOI 10.1016/S1405-7743(13)72256-X.

KANNAN, D.M., ABOUBAKR, S.H., EL-DIEB, A.S. y REDA TAHA, M.M., 2017. High performance concrete incorporating ceramic waste powder as large partial replacement of Portland cement. Construction and Building Materials, vol. 144, pp. 35-41. ISSN 0950-0618. DOI 10.1016/j.conbuildmat.2017.03.115.

KITTLL, P. y CASTRO, J.H., 1975. Mortar cohesión. The effect of additives. Materiales de Construcción, vol. 25, no. 160, pp. 27-30. ISSN 1988-3226. DOI 10.3989/mc.1975.v25.i160.1252.

LEÓN, M.P. y RAMÍREZ, F., 2010. Caracterización morfológica de agregados para concreto mediante el análisis de imágenes. Revista ingeniería de construcción, vol. 25, no. 2, pp. 215-240. ISSN 0718-5073. DOI 10.4067/S0718-50732010000200003.

LEPE, D., 2007. Reinserción de los residuos de construcción y demolición al ciclo de vida de la construcción de viviendas. , pp. 13.

LÓPEZ, J.E.B., 2016. Diseño óptimo para obtener concreto de alta resistencia para obras civiles en zonas altoandinas del Perú. Aporte Santiaguino, pp. ág. 205-216. ISSN 2616-9541. DOI 10.32911/as.2016.v9.n2.195.

Los aditivos para el concreto. Blog de la Construcción Yura [en línea], 2019. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.yura.com.pe/blog/los-aditivos-para-el-concreto/>.

Los residuos cerámicos pueden sustituir el 25 % del cemento Portland. La Vanguardia [en línea], 2020. [Consulta: 11 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20201028/4959294515/los-residuos-ceramicos-pueden-sustituir-el-25--del-cemento-portland.html>.

MARTÍNEZ-MOLINA, W., TORRES-ACOSTA, A.A., ALONSO-GUZMÁN, E.M., CHÁVEZ-GARCÍA, H.L., HERNÁNDEZ-BARRIOS, H., LARA-GÓMEZ, C., MARTÍNEZ-ALONSO, W., PÉREZ-QUIROZ, J.T., BEDOLLA-ARROYO, J.A., GONZÁLEZ-VALDÉZ, F.M., MARTÍNEZ-MOLINA, W., TORRES-ACOSTA, A.A., ALONSO-GUZMÁN, E.M., CHÁVEZ-GARCÍA, H.L., HERNÁNDEZ-BARRIOS, H., LARA-GÓMEZ, C., MARTÍNEZ-ALONSO, W., PÉREZ-QUIROZ, J.T., BEDOLLA-ARROYO, J.A. y GONZÁLEZ-VALDÉZ, F.M., 2015. Concreto reciclado: una revisión. Revista ALCONPAT, vol. 5, no. 3, pp. 235-248. ISSN 2007-6835.

MEDINA, C., JUAN, A., FRÍAS, M., ROJAS, M.I.S. de, MORÁN, J.M. y GUERRA, M.I., 2011. Characterization of Concrete made with Recycled Aggregate from Ceramic Sanitary Ware. Materiales de Construcción, vol. 61, no. 304, pp. 533-546. ISSN 1988-3226. DOI 10.3989/mc.2011.59710.

Modelización del ensayo de resistencia a compresión del concreto de alta resistencia mediante una red neuronal artificial. Obtención de la incertidumbre del

resultado. Revista ECIPeru, 2018. pp. 77-83. ISSN 1813-0194, 1813-0194. DOI 10.33017/RevECIPeru2015.0012/.

NTE E.060 Concreto Armado.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf.

NORMA ASTM C-469.pdf. pdfcoffee.com [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 5 junio 2022]. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/norma-astm-c-469pdf-pdf-free.html>.

Ñaupas Paitan et al. - 2014 - Metodología de la investigación cuantitativa-cu.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 10 febrero 2022]. Disponible en: <http://librodigital.sangregorio.edu.ec/librosusgp/B0028.pdf>.

Ottazzi Pasino Gianfranco Material Enseñanza Concreto Armado. StuDocu [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 12 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-nacional-federico-villarreal/concreto-armado-ii/ottazzi-pasino-gianfranco-material-ensenanza-concreto-armado/10162390>.

Palella Stracuzzi y Martins Pestana - 2003 - Metodología de la investigación cuantitativa.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 17 febrero 2022]. Disponible en: <https://metodologiaecs.files.wordpress.com/2015/09/metodologc3ada-de-la-investigac3b3n-cuantitativa-3ra-ed-2012-santa-palella-stracuzzi-feliberto-martins-pestana.pdf>.

PEREZ GARCIA, N. y GARNICA ANGUAS, P., 2018. EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN AGREGADO DE CONCRETO RECICLADO. PUBLICACION TECNICA [en línea], no. 514. [Consulta: 8 junio 2022]. ISSN 0188-7297. Disponible en: <https://trid.trb.org/view/1513580>.

PISCOYA, G.E.C., KOOSI, J.C.C., PANTA, J.K.P. y PÉREZ, S.P.M., 2021. Uso de residuos agroindustriales en las propiedades mecánicas del concreto: Una revisión

literaria. Revista Ingeniería, vol. 5, no. 13, pp. 123-142. ISSN 2664-8245. DOI 10.33996/revistaingenieria.v5i13.86.

RESTREPO GUTIÉRREZ, J.C., RESTREPO BAENA, O.J. y TOBÓN, J.I., 2006. EFECTOS DE LA ADICIÓN DE METACAOLÍN EN EL CEMENTO PÓRTLAND. DYNA, vol. 73, no. 150, pp. 131-141. ISSN 0012-7353.

SAMANIEGO ORELLANA, L.J.M., 2018. Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto. En: Accepted: 2018-10-05T17:59:04Z, Pontificia Universidad Católica del Perú [en línea], [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en: <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/146613>. Disponible en: <https://pdfcoffee.com/norma-astm-c-469pdf-pdf-free.html>.

SATESHKUMAR, S.K., OLUWASEUN-AWOYERA, P., KANDASAMY, T., NAGARAJ, S., MURUGESAN, P. y PONNUSAMY, B., 2018. Impact resistance of high strength chopped basalt fibre-reinforced concrete. Revista de la construcción, vol. 17, no. 2, pp. 240-249. ISSN 0718-915X. DOI 10.7764/rdlc.17.2.240.

SAUCEDO-SALAZAR, E.M., PERERA-MERCADO, Y.A., SCHOTT-MARTÍNEZ, J.A., GARCÍA-RODRÍGUEZ, S.P., SAUCEDO-MORALES, J.L., CENICEROS-REYES, M.A. y BARRIGA-CASTRO, E.D., 2015. Characterization Of Silica Nanoparticles And Their Effect On Mechanical Properties Of Cement Portland 30R. Acta Microscopica, vol. 24, no. 1, pp. 16-20. ISSN 2224-8927.

SILVA, F.G. da, LIBORIO, J.B.L. y HELENE, P., 2008. Improvement of physical and chemical properties of concrete with brazilian silica rice husk (SRH). Revista ingeniería de construcción [en línea], vol. 23, no. 1. [Consulta: 8 junio 2022]. ISSN 0718-5073. DOI 10.4067/S0718-50732008000100002. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732008000100002&lng=en&nrm=iso&tlng=en.

SILVA, Y., ROBAYO, R., MATTEY, P. y DELVASTO, S., 2015. Obtención de concretos autocompactantes empleando residuos de demolición. Revista

Latinoamericana de Metalurgia y Materiales, vol. 35, no. 1, pp. 86-94. ISSN 0255-6952.

SÜMER, M., 2007. Technical Note: Filler and superplasticizer usage on high strength concrete. *Materiales de Construcción*, vol. 57, no. 287, pp. 75-80. ISSN 1988-3226. DOI 10.3989/mc.2007.v57.i287.58.

Tema6_CM Compuestos cerámicos.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 1 mayo 2022]. Disponible en: http://webdeptos.uma.es/qicm/Doc_docencia/Tema6_CM.pdf.

TL_ChavarryBoyGuido.pdf.pdf [en línea], [sin fecha]. S.l.: s.n. [Consulta: 7 marzo 2022]. Disponible en: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1340/1/TL_ChavarryBoyGuido.pdf.pdf.

TOBÓN, J.I. y KAZES GÓMEZ, R., 2008. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0012-73532008000300017&lng=en&nrm=iso&tlng=es. DYNA, vol. 75, no. 156, pp. 177-184. ISSN 0012-7353.

VALDÉS VIDAL, G., REYES-ORTIZ, Ó.J. y GONZÁLEZ PENUELA, G., 2011. Aplicación de los residuos de hormigón en materiales de construcción. *Ingeniería y Desarrollo*, vol. 29, no. 1, pp. 17-33. ISSN 0122-3461.

VIERA, P. y CHICAIZA, C., 2018. USO DE RESIDUOS CERÁMICOS COMO SUSTITUTO DEL CEMENTO PARA FABRICACIÓN DE MORTEROS. *Ciencia*, vol. 20, no. 1, pp. 34-44. ISSN 2697-343X. DOI 10.24133/ciencia.v20i1.554.

VILLEGAS, J.P.V., MESA, A.M.G. y PÉREZ, O.F.A., 2019. Evaluación de las propiedades mecánicas de concretos modificados con microesferas de vidrio y residuos de llantas. *Lámpsakos*, no. 22, pp. 16-26.

YÉPEZ, F. y CALDERÓN, F.X., 2014. Diseño de hormigones de alto desempeño: alta resistencia a la compresión, trabajabilidad adecuada y alta resistencia a la erosión - abrasión para obras hidráulicas. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*

[en línea], vol. 6, no. 1. [Consulta: 5 junio 2022]. ISSN 2528-7788. DOI
10.18272/aci.v6i1.162. Disponible en:
<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/avances/article/view/162>.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala
Variable independiente 1: Polvo residual de cerámica.	Son restos cerámicos reciclados y molido a una textura fina.	Material seleccionado del polvo residual de cerámica medido en kilogramos.	Propiedades físicas.	Peso	Kg
				Peso específico	Kgf
			Características del material	Color	-
				Textura	-
Variable Dependiente 1: Propiedades físicas del concreto de alta resistencia	Propiedades del concreto cuyo estado es plástico y manejable, en el que no se crea el fraguado ni el endurecimiento y adopta la manera del encofrado.	Características del concreto las cuales tienen propiedades físicas en estado fresco de asentamiento, peso unitario, contenido de aire y temperatura.	Cantidad de materiales	Agregado fino	Kg/cm^3
				Agregado grueso	Kg/cm^3
				Agua	ml
				Cemento	kg
			Ensayos concreto fresco.	Asentamiento.	cm
				Peso unitario	Kg/cm^3
				Contenido de aire	%
				Temperatura	°C
Variable Dependiente 2: Propiedades mecánicas del concreto de alta resistencia	Determinan la conducta bajo la acción de fuerzas externas sucesivas o discontinuas, fijas, dinámicas o cíclicas que se ejercen sobre ellos.	Características del concreto las cuales tienen propiedades mecánicas en estado endurecido de resistencia a la compresión y módulo de elasticidad.	Ensayo de concreto endurecido.	Resistencia a la compresión	Kg/cm^2
			Ensayo de concreto endurecido.	Módulo de elasticidad	MPa

Anexo 2. Normas ASTM y NTP.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.035
2009**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

CONCRETE. Standard test method for measure slump of Portland cement concrete

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2009-12-23
3ª Edición**

R.034-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-02-20

Precio basado en 09 páginas

I.C.S.: 91.100.10

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 400.037
2018**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Conchas 817, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos

AGGREGATES. Concrete Aggregates. Specifications

**2018-01-30
4ª Edición**

R.D. N° 002-2018-INACAL/DN. Publicada el 2018-02-05 Precio basado en 21 páginas
I.C.S. : 91.100.30 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptores: Agregado, agregado de concreto, agregado fino, agregado grueso

© INACAL 2018

AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

AGGREGATES. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates

2013-01-16
3ª Edición

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.183
2013**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prensa 184, San Borja (Lima 41) Apartado 145
Lima, Perú

**CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y
curado de especímenes de concreto en el laboratorio**

CONCRETE. Standard practice for making and curing concrete test specimens in the laboratory

2013-01-16

2ª Edición

R.0006-2013/CNB-INDECOPI. Publicada el 2013-02-01

Precio basado en 24 páginas

LC. S.: \$1.100.70

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: hormigón, concreto, curado, laboratorio, curado de especímen

© INDECOPI 2013

**CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la
determinación de la resistencia a la compresión del concreto
en muestras cilíndricas**

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL, está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M 2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

**2015-12-22
4ª Edición**

Anexo 3. Granulometría. Agregado grueso



RCF S.R.L.

ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

INFORME DE ENSAYO GRANULOMETRÍA

CODIGO DE INFORME

DM 024.1

Página : 1 de 1

F.Emisión: 30/03/2022

NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

RECEPCIÓN: 28/03/2022

SOLICITA : MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

EJECUCIÓN: 29/03/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA ():** AGREGADO GRUESO

CÓDIGO: DM 024 M-1

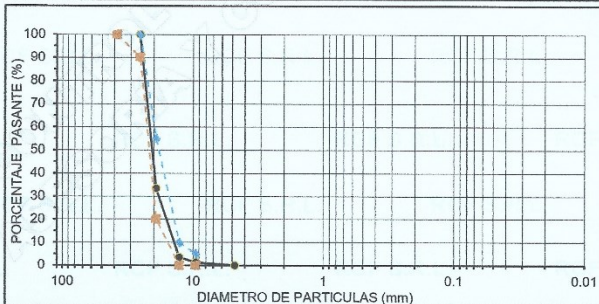
CANTERA ():** KM 48

TAMIZ	Diámetro (mm)	Wret+T (g)	W RET. (g)	% Wret	% Total Retenido	% Total Pasante	±U al 95%
4"	101.60						
3 1/2"	88.90						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40				0	100	
3/4"	19.10	2923	2567	67	67	33	2
1/2"	12.70	1501	1145	30	96	4	1
3/8"	9.52	444	88	2	99	1	0
4	4.760	403	47	1	100	0	0
8	2.380						0
16	1.190						
30	0.590						
50	0.300						
100	0.150						
200	0.074						
-200							

FRACCIONES	
GRAVA	100%
ARENA	0%
FINOS	0%
COEFICIENTES	
Cu	2.07
Cc	0.48

CONSISTENCIA	
L LIQUIDO	-
L PLASTICO	-
I PLASTICIDAD	-
RETENIDO	
TAMIZ # 3/4"	67%
TAMIZ # 3/8"	99%
TAMIZ # 4"	100%

*CLASIFICACION	
TMN	1*
(1) Huso*	5



Muestra proporcionada e identificada por el Solicitante.

(1) Norma de referencia ASTM C-33.

(**) Dato proporcionado por el cliente

OBSERVACIONES: Datos de ensayo proporcionados por el solicitante.



N° 047323

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados. Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 4. Granulometría. Agregado fino



RCF S.R.L.
ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

Rev. 05-10/15

CODIGO DE INFORME

DM 024.2

Página : 1 de 1

F.Emisión: 30/03/2022

INFORME DE ENSAYO GRANULOMETRIA

NTP 400.012 Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

RECEPCIÓN: 28/03/2022

SOLICITA : MIA ANDREA DANIELA TUO ZEGARRA

EJECUCION: 29/03/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

MUESTRA ():** Agregado fino

CÓDIGO: DM 024 M2

CANTERA ():** SUPERMIX

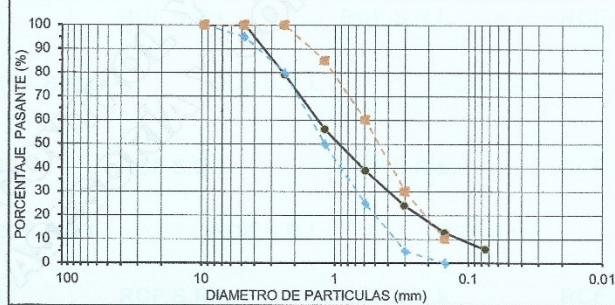
TAMIZ	Díametro (mm)	Wret+T (g)	W RET. (g)	% Wret	% Total Retenido	% Total Pasante	±U al 95%
4"	101.60						
3 1/2"	88.90						
3"	76.20						
2 1/2"	63.50						
2"	50.80						
1 1/2"	38.10						
1"	25.40						
3/4"	19.10						
1/2"	12.70						
3/8"	9.52				0	100	0.0
4	4.760	334.8	0.0	0	0	100	0.4
8	2.380	471.4	136.6	21	21	79	2.6
16	1.190	484.3	149.5	23	44	56	1.5
30	0.590	448.6	113.8	17	61	39	1.5
50	0.300	430.7	95.9	15	76	24	1.5
100	0.150	409.1	74.3	11	87	13	1.2
200	0.074	380.7	45.9	7	94	6	0.9
-200		371.6	36.8	5.6	100.0	0.0	

FRACCIONES	
GRAVA	0% ± 0%
ARENA	94% ± 3%
FINOS	6% ± 1%

COEFICIENTES	
Cu	27.82
Cc	0.43

CONSISTENCIA	
L LIQUIDO	-
L PLASTICO	-
I PLASTICIDAD	-

*CLASIFICACION	
MF	2.89
TMN	N°8
(1) Huso*	Unico



Muestra proporcionada e identificada por el Solicitante.

(1) Norma de referencia ASTM C-33.

(**)Dato proporcionado por el cliente

OBSERVACIONES: Datos de ensayo proporcionados por el solicitante.



N° 047324

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 5. Peso unitario. Agregado grueso



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma MTC E 203 - 2000

CÓDIGO DE INFORME

DM 024.3

Página: 1 de 5

F. Emisión: 30/03/2022

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

MUESTRA: AGREGADO GRUESO

CANTERA: KM 48

F. RECEPCIÓN: 28/03/2022

SOLICITA: MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. EJECUCIÓN: 29/03/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
Peso de Molde + Muestra g.	19327	19231		
Peso del Molde g.	5001	5001		
Peso de la Muestra g.	14326.0	14230.0		
Volume del Molde cm ³	9315.0	9315.0		
Densidad g/cm ³	1.538	1.528		

Peso Unitario Compactado: 1.533 g/cm³

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN	1	2	3	4
Peso de Molde + Muestra g.	17791	18020		
Peso del Molde g.	5001	5001		
Peso de la Muestra g.	12790.0	13019.0		
Volume del Molde cm ³	9315.0	9315.0		
Densidad g/cm ³	1.373	1.398		

Peso Unitario Suelto: 1.385 g/cm³

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
Datos de ensayo proporcionados por el solicitante.



Nº 047325

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 6. Peso unitario. Agregado fino



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE PESO UNITARIO

Norma MTC E 203 - 2000

CÓDIGO DE INFORME

DM 024.4

Página: 2 de 5

F. Emisión: 30/03/2022

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

MUESTRA: AGREGADO FINO

CANTERA: SUPERMIX

F. RECEPCIÓN: 28/03/2022

SOLICITA: MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. EJECUCIÓN: 29/03/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

PESO UNITARIO COMPACTADO

DESCRIPCIÓN		1	2	3	4
Peso de Molde + Muestra	g.	6466	6472		
Peso del Molde	g.	1558	1558		
Peso de la Muestra	g.	4908.0	4914.0		
Volume del Molde	cm ³	2731	2731		
Densidad	g./cm ³	1.797	1.799		

Peso Unitario Compactado: 1.798 g/cm³

PESO UNITARIO SUELTO

DESCRIPCIÓN		1	2	3	4
Peso de Molde + Muestra	g.	6134	6130		
Peso del Molde	g.	1558	1558		
Peso de la Muestra	g.	4576.0	4572.0		
Volume del Molde	cm ³	2731	2731		
Densidad	g./cm ³	1.676	1.674		

Peso Unitario Suelto: 1.675 g/cm³

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
Datos de ensayo proporcionados por el solicitante.



Nº 047326

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 7. Contenido de humedad. Agregado grueso y agregado fino.



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

Norma MTC E 108 - 2000

CÓDIGO DE INFORME

DM 024.5

Página: 3 de 5

F. Emisión: 30/03/2022

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

MUESTRA:

CANTERA: KM 48, SUPERMIX

F. RECEPCIÓN: 28/03/2022

SOLICITA: MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. EJECUCIÓN: 29/03/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

HUMEDAD DE AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCIÓN		1	2
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara	g.	7266.0	
2	Peso de Muestra Seca + Tara	g.	7177.0	
3	Peso de Tara	g.	0.0	
4	Contenido de Humedad	%	1.24	

HUMEDAD DE AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCIÓN		1	2
1	Peso de Muestra Húmeda + Tara	g.	321.0	
2	Peso de Muestra Seca + Tara	g.	319.8	
3	Peso de Tara	g.	0.0	
4	Contenido de Humedad	%	0.38	

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
Datos de ensayo proporcionados por el solicitante.



Nº 047327

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 8. Gravedad específica y absorción de agregados gruesos



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS

Norma MTC E 206 - 2000

CÓDIGO DE INFORME
DM 024,6

Página: 4 de 5
F. Emisión: 30/03/2022

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

CANTERA: KM 48

SOLICITA: MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA

MUESTRA: AGREGADO GRUESO

F. RECEPCIÓN: 28/03/2022

F. EJECUCIÓN: 29/03/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

PESO ESPECÍFICO

ITEM	DESCRIPCIÓN		DATOS
1	Peso de Muestra Saturada Superficialmente Seca	g.	5456.0
2	Peso de Muestra + Canastilla Sumergida	g.	3352.5
3	Peso de Canastilla Sumergida	g.	0.0
4	Peso de Muestra Seca	g.	5392.0
5	Peso de Muestra Sumergida	g.	3352.5
6	Volumen de la Muestra	cm ³	2103.5

RESULTADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN		VALORES
7	Peso Específico Aparente y *SSS	g./cm ³	2.56
8	Peso Específico Nominal	g./cm ³	2.64
9	Absorción	%	1.19

*SSS = Saturado Superficialmente Seco

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
Datos de ensayo proporcionados por el solicitante.



Nº 047328

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 9. Gravedad específica y absorción de agregados finos



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS

Norma MTC E 205 - 2000

CÓDIGO DE INFORME

DM 024.7

Página: 5 de 5
F. Emisión: 30/03/2022

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

MUESTRA: AGREGADO FINO

CANTERA: SUPERMIX

F. RECEPCIÓN: 28/03/2022

SOLICITA: MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. EJECUCIÓN: 29/03/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

PESO ESPECÍFICO

ITEM	DESCRIPCIÓN		DATOS
1	Peso de Muestra Saturada Superficialmente Seca	g.	502.0
2	Peso de Muestra + Picnómetro + Agua	g.	979.8
3	Peso de Picnómetro + Agua	g.	666.6
4	Peso de Muestra Seca	g.	493.6
5	Temperatura Promedio	°C	23.4
6	K, corrección por temperatura		0.9994

RESULTADOS

ITEM	DESCRIPCIÓN		VALORES
7	Peso Especifico Aparente y *SSS	g./cm ³	2.61
8	Peso Especifico Nominal	g./cm ³	2.73
9	Absorción	%	1.70

*SSS = Saturado Superficialmente Seco

OBSERVACIONES: Muestra proporcionada e identificada por el solicitante
Datos de ensayo proporcionados por el solicitante.



Nº 047329

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 10. Diseño de mezcla



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

DISEÑO DE MEZCLAS

CODIGO DEL CERTIFICADO

DM 024.1.A / 2022

PROYECTO:
INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

Página: 2 de 2
F. Emisión: 31-03-2022

$F'c = 550 \text{ kg/cm}^2$

II) DOSIFICACION EN PESO POR M3

Cemento Yura IP	:	657.6	kg.
Arena	:	759.0	kg.
Grava	:	757.4	kg.
Agua	:	171.0	L.
Aditivo 1	:	6.97	L.

III) DOSIFICACION EN PESO POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento Yura IP	:	42.5	kg.
Arena	:	49.1	kg.
Grava	:	48.9	kg.
Agua	:	11.1	L.
Aditivo 1	:	0.45	L.

IV) PROPORCION EN PESO POR BOLSA

C	:	A	:	G
1	:	1.2	:	1.2

V) PROPORCION EN VOLUMEN SUELTO SECO POR PIE CUBICO POR BOLSA DE CEMENTO

C	:	A	:	G
1	:	1.0	:	1.3

RECOMENDACIONES

- 1.- El contenido de humedad por ser una propiedad de fase de los agregados debe ser verificado periódicamente.
- 2.- El agua de mezclado debe estar dentro de las especificaciones para concreto.
- 3.- Verificar revenimiento, al inicio de la fabricación y en forma periódica.



Nº 047508

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 11. Resistencia a la compresión a los 7 días de edad del concreto patrón



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME

EC-225.B.1

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (kg/cm³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
1	CP 550	-	2022-04-12	11:00	7	102	8131	299.6	36.8	375.7	III	-
2	CP 550	-	2022-04-12	11:00	7	101	8012	306.5	38.3	390.1	III	-
3	CP 550	-	2022-04-12	11:00	7	101	8012	325.0	40.6	413.7	IV	-

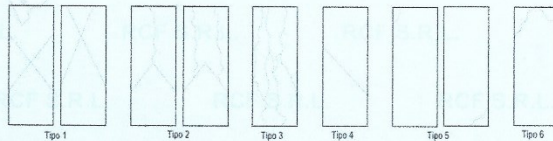
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 1: NA

Defectos-ítem 2: NA

Defectos-ítem 3: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047509

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 12. Resistencia a la compresión a los 7 días de edad del concreto patrón con adición del 5% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.2

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
10	CP 550 + 5% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	101	7952	308.9	38.8	396.0	III	-
11	CP 550 + 5% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	101	8012	300.4	37.5	382.3	I	-
12	CP 550 + 5% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	100	7933	319.6	40.3	410.9	III	-

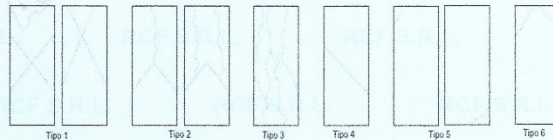
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 10: NA

Defectos-item 11: NA

Defectos-item 12: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047510

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 13. Resistencia a la compresión a los 7 días de edad con adición del 10% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.3

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
19	CP 550 + 10% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	100	7933	315.8	39.8	405.9	I	-
20	CP 550 + 10% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	101	8012	321.2	40.1	408.8	I	-
21	CP 550 + 10% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	101	7952	313.5	39.4	402.0	III	-

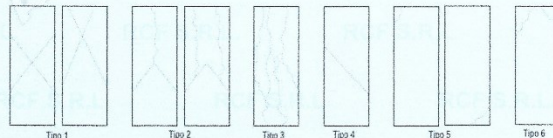
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 19: NA

Defectos-ítem 20: NA

Defectos-ítem 21: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047511

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 14. Resistencia a la compresión a los 7 días de edad con adición del 15% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CÓDIGO DE INFORME
EC-225.B.4

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Dias)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
28	CP 550 + 15% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	101	7952	238.0	29.9	305.2	I	-
29	CP 550 + 15% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	101	8012	254.2	31.7	323.5	III	-
30	CP 550 + 15% PRC	-	2022-04-13	11:00	7	101	8052	260.3	32.3	329.7	I	-

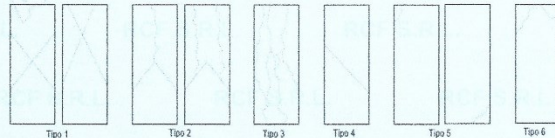
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 28: NA

Defectos-ítem 29: NA

Defectos-ítem 30: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047512

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 6:00 pm

Anexo 15. Resistencia a la compresión a los 14 días de edad del concreto patrón



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.5

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)			ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)	(Mpa)					(kg/cm²)			
4	CP 550	-	2022-04-19	11:00	14	101	8012	374.1	46.7	476.1	III	-	
5	CP 550	-	2022-04-19	11:00	14	101	7972	357.4	44.8	457.1	IV	-	
6	CP 550	-	2022-04-19	11:00	14	101	8071	362.8	44.9	458.3	I	-	

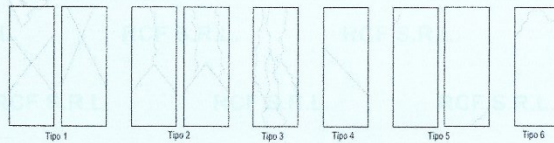
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 4: NA

Defectos-ítem 5: NA

Defectos-ítem 6: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047513

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 16. Resistencia a la compresión a los 14 días de edad del concreto patrón con adición del 5% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.6

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
13	CP 550 + 5% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	100	7913	349.7	44.2	450.6	I	-
14	CP 550 + 5% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	100	7933	358.1	45.1	460.4	III	-
15	CP 550 + 5% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	101	7972	337.3	42.3	431.5	III	-

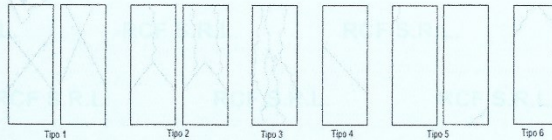
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 13: NA

Defectos-ítem 14: NA

Defectos-ítem 15: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047514

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 17. Resistencia a la compresión a los 14 días de edad del concreto patrón con adición del 10% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.7

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
22	CP 550 + 10% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	101	7972	370.5	46.5	473.9	III	-
23	CP 550 + 10% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	100	7933	360.5	45.4	463.3	I	-
24	CP 550 + 10% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	101	7952	383.6	48.2	491.8	III	-

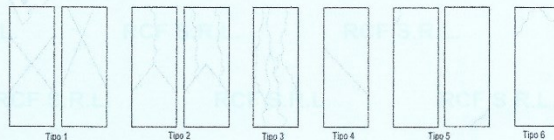
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 22: NA

Defectos-ítem 23: NA

Defectos-ítem 24: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047515

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 18. Resistencia a la compresión a los 14 días de edad del concreto patrón con adición del 15% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF,INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.8

Página: 1 de 1

F. Emisión 14/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
31	CP 550 + 15% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	100	7893	293.4	37.2	379.1	IV	-
32	CP 550 + 15% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	101	7992	271.1	33.9	345.9	I	-
33	CP 550 + 15% PRC	-	2022-04-20	11:00	14	101	8012	302.7	37.8	385.3	IV	-

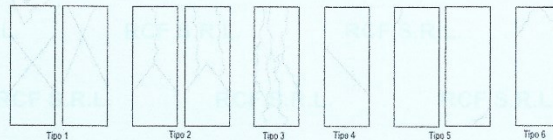
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 31: NA

Defectos-ítem 32: NA

Defectos-ítem 33: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047516

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.

El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 19. Resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto patrón



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.9

Página: 1 de 1
F. Emisión: 16/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente
Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
7	CP 550	-	2022-05-03	11:00	28	101	8012	443.1	55.3	564.0	III	-
8	CP 550	-	2022-05-03	11:00	28	101	8052	447.8	55.6	567.1	I	-
9	CP 550	-	2022-05-03	11:00	28	101	8032	437.6	54.5	555.6	IV	-

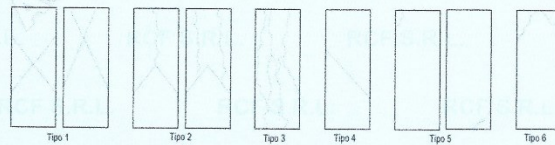
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 7: NA

Defectos-ítem 8: NA

Defectos-ítem 9: NA

Observacion: -



Nº 047527

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 20. Resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto patrón con adición del 5% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.10

Página: 1 de 1

F. Emisión 16/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(F°c)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
16	CP 550 + 5% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	101	7972	449.4	56.4	574.8	IV	-
17	CP 550 + 5% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	101	7952	450.1	56.6	577.2	III	-
18	CP 550 + 5% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	101	7952	456.3	57.4	585.2	III	-

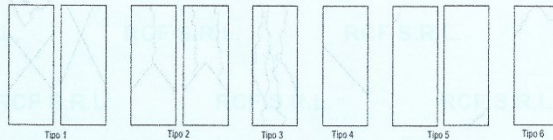
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-item 16: NA

Defectos-item 17: NA

Defectos-item 18: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047528

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 21. Resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto patrón con adición del 10% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

RCF.INE.F10.1

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.11

Página: 1 de 1

F. Emisión 16/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Días)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
25	CP 550 + 10% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	101	7952	487.3	61.3	624.9	III	-
26	CP 550 + 10% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	102	8131	478.1	58.8	599.6	III	-
27	CP 550 + 10% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	101	8056	461.3	57.3	583.9	IV	-

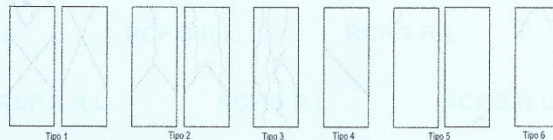
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 25: NA

Defectos-ítem 26: NA

Defectos-ítem 27: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047529

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 22. Resistencia a la compresión a los 28 días de edad del concreto patrón con adición del 15% de polvo residual de cerámica



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 ASESORIA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

ASESORIA Y CONSULTORIA EN OBRAS CIVILES

RCF.INE.F10.1

LABORATORIO DE ENSAYOS ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.

Ed.00 rev.04

29/10/2020

INFORME DE ENSAYO
RESISTENCIA A LA COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC-225.B.12

Página: 1 de 1

F. Emisión 16/5/2022

ASTM C39 Método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas

PROYECTO(*): INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN(*): UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA

SOLICITA(*): MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA

F. SOLICITUD: 13/5/2022

DIRECCION(*): AREQUIPA - AREQUIPA

ENSAYADO EN: Laboratorio RCF S.R.L.

TESTIGOS: Probeta 20*10 cm

Dato Adicional(*): -

Observaciones: Testigos moldeados, identificados y curados por el cliente

Los testigos son ensayados a la humedad según condición de recepción

SUB CODIGO	PROBETA(*)		ROTURA		EDAD (Dias)	Ø(mm)	AREA (mm²)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA(Fc)		tipo de Fractura	Densidad (Kg/m³)
	ELEMENTO/DESCRIPCION	CODIGO	FECHA	Hora(h)					(Mpa)	(kg/cm²)		
34	CP 550 + 15% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	101	7972	394.1	49.4	504.1	IV	-
35	CP 550 + 15% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	101	7992	379.6	47.5	484.4	IV	-
36	CP 550 + 15% PRC	-	2022-05-04	11:00	28	100	7889	377.3	47.8	487.7	III	-

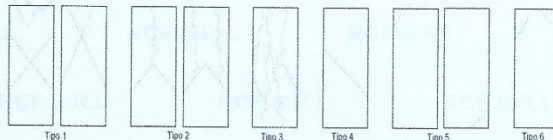
(*) Dato proporcionado por el cliente, (**) Mayor del 2% de diferencia de diámetros, fuera del alcance de la Norma, se emite para referencia a solicitud del cliente

Defectos-ítem 34: NA

Defectos-ítem 35: NA

Defectos-ítem 36: NA

Observacion: -



PATRONES DE FRACTURAS



Nº 047530

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 23. Módulo de elasticidad del concreto patrón



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC 225.A.1

ASTM C-469 - 02

Página : 1 de 1
F. emisión : 17/05/2022

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA **F. SOLICITUD :** 13/05/2022

SOLICITA : MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA **F. EJECUCIÓN :** 10/05/2022

DIRECCIÓN : AREQUIPA - AREQUIPA **ENSAYADO EN :** LABORATORIO RCF S.R.L.

RESISTENCIA DE DISEÑO: **F'c :** 53.9 MPa
550 kgf/cm²

N°	PROBETA	PROBETA	FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (kgf)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)		TIPO DE FRACTURA*
			VACIADO	ROTURA						(Mpa)	(kgf/cm ²)	
1	CP 550	M-1	5/04/2022	10/05/2022	35	157.0	19349	112801	1106.2	57.2	583	III
1	CP 550	M-2	5/04/2022	10/05/2022	35	153.0	18376	104270	1022.5	55.6	567	II
1	CP 550	M-3	5/04/2022	10/05/2022	35	152.0	18137	103667	1016.6	56.1	572	III

MÓDULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S ₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	1.2
S ₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	21.1
e ₁	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		0.00005
e ₂	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		0.000539
E	Módulo de elasticidad	MPa	40644.8

RELACION DE POISSON

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S ₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	-
S ₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	-
ε _{t1}	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		-
ε _{t2}	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		-
μ	Relacion de Poisson		-



N° 047626

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 24. Módulo de elasticidad del concreto con adición del 5% de polvo residual de cerámica



ASESORÍA Y CONSULTORÍA EN OBRAS CIVILES

ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESION

ASTM C-469 - 02

CODIGO DE INFORME
EC 225.A.2

Página : 1 de 1
F. emisión : 17/05/2022

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA **F. SOLICITUD:** 13/05/2022

SOLICITA : MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA **F. EJECUCIÓN:** 10/05/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA **ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

RESISTENCIA DE DISEÑO: **F'c :** 53.9 MPa
550 kgf/cm²

N°	PROBETA	PROBETA	FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (kgf)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)		TIPO DE FRACTURA*
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA						(Mpa)	(kgf/cm ²)	
1	CP 550 + 5% PRC	M-1	5/04/2022	10/05/2022	35	152.0	18137	105324	1032.9	56.9	581	IV
1	CP 550 + 5% PRC	M-2	5/04/2022	10/05/2022	35	149.8	17615	102680	1006.9	57.2	583	III
1	CP 550 + 5% PRC	M-3	5/04/2022	10/05/2022	35	151.0	17899	106874	1048.1	58.6	597	III

MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	1.3
S₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	22.3
ε₁	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		0.00005
ε₂	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		0.000560
E	Módulo de elasticidad	MPa	41222.3

RELACION DE POISSON

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	-
S₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	-
ct₁	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		-
ct₂	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		-
μ	Relacion de Poisson		-



N° 047627

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 25. Módulo de elasticidad del concreto con adición del 10% de polvo residual de cerámica



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
ASESORÍA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
EC 225.A.3

ASTM C-469 - 02

Página : 1 de 1
F. emisión : 17/05/2022

PROYECTO : INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA **F. SOLICITUD:** 13/05/2022

SOLICITA : MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA **F. EJECUCIÓN:** 10/05/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA **ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

RESISTENCIA DE DISEÑO: **F'c :** 53.9 MPa
550 kgf/cm²

Nº	PROBETA		FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (kgf)	CARGA MÁXIMA (kN)	RESISTENCIA ROTURA (F _c)		TIPO DE FRACTURA*
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA						(Mpa)	(kgf/cm ²)	
1	CP 550 + 10% PRC	M-1	5/04/2022	10/05/2022	35	150.5	17780	113208	1110.2	62.4	637	I
1	CP 550 + 10% PRC	M-2	5/04/2022	10/05/2022	35	152.0	18137	113591	1114.0	61.4	626	III
1	CP 550 + 10% PRC	M-3	5/04/2022	10/05/2022	35	151.4	17994	108302	1062.1	59.0	602	IV

MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	1.3
S₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	23.4
ε₁	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		0.00005
ε₂	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		0.000574
E	Módulo de elasticidad	MPa	42141.0

RELACION DE POISSON

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	-
S₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	-
ct₁	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		-
ct₂	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		-
μ	Relacion de Poisson		-



Nº 047628

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar N° 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 26. Módulo de elasticidad del concreto con adición del 15% de polvo residual de cerámica



ROBERTO CACERES FLORES S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
 ASESORIA, CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE COMPRESION

CODIGO DE INFORME
 EC 225.A.4

ASTM C-469 - 02

Página: 1 de 1
 F. emisión: 17/05/2022

PROYECTO: INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA

UBICACIÓN: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - ATE - LIMA **F. SOLICITUD:** 13/05/2022

SOLICITA: MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA **F. EJECUCIÓN:** 10/05/2022

DIRECCIÓN: AREQUIPA - AREQUIPA **ENSAYADO EN:** LABORATORIO RCF S.R.L.

RESISTENCIA DE DISEÑO: **F'c:** 53.9 MPa
 550 kgf/cm²

Nº	PROBETA		FECHA		EDAD (Días)	DIAMETRO (mm)	AREA (mm ²)	CARGA MÁXIMA (kgf)	CARGA MÁXIMA (RN)	RESISTENCIA ROTURA (F'c)		TIPO DE FRACTURA*
	ELEMENTO	CODIGO	VACIADO	ROTURA						(Mpa)	(kgf/cm ²)	
1	CP 550 + 15% PRC	M-1	5/04/2022	10/05/2022	35	149.8	17611	91349.7	895.8	50.9	519	III
1	CP 550 + 15% PRC	M-2	5/04/2022	10/05/2022	35	151.4	17994	86491	848.2	47.1	481	II
1	CP 550 + 15% PRC	M-3	5/04/2022	10/05/2022	35	150.6	17804	88071.2	863.7	48.5	495	III

MODULO DE ELASTICIDAD

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	1.4
S₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	21.4
ε₁	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		0.00005
ε₂	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		0.000575
E	Módulo de elasticidad	MPa	38272.5

RELACION DE POISSON

DESCRIPCION		RESULTADOS	
S₁	Esfuerzo de la deformación inicial	MPa	-
S₂	Esfuerzo al 40% de la carga máxima	MPa	-
ε_{t1}	Deformación producida por el esfuerzo S ₁		-
ε_{t2}	Deformación producida por el esfuerzo S ₂		-
μ	Relacion de Poisson		-



Nº 047629

Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de RCF S.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso, ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.
 Los resultados de este informe solo están relacionados a la muestra ensayada y no debe ser utilizado como un certificado de conformidad de productos o certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Laboratorio : Calle El Palomar Nº 107 Lote B-3B - Arequipa (detrás del Mercado El Palomar) - Móvil RPM * 414 995 - RPC: 956 781 874
 Telf. (054) 214163 - E-mail: laboratorio@rcflaboratorio.com - spc_laboratorio@hotmail.com - Atn. 8:00 a 1:00 pm y 1:30 a 5:00 pm

Anexo 27. Ensayo de equivalente de arena del agregado fino

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA

NTP 339.146-2000

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. FINO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA- AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA

Muestra	H. arcilla	H. arena	% Eq. Arena
M1	102.5	84.0	82 %
M2	103.0	84.5	82 %
M3	101.0	83.0	82 %



Anexo 28. Ensayo material pasante tamiz N°200 del agregado fino

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 200

NTP 339.132

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. FINO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

ENSAYO DE MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 200

Muestra	Ag. Fino gr.
Wm seco sin lavar	505.0 gr
Wm seco lavado	475.0 gr
Wm pasante malla 200	9 gr
% Pasante malla 200	4.12 %



Anexo 29. Ensayo de terrones de arcilla y partículas desmenuzables del agregado fino

INFORME DE ENSAYO
ENSAYO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS
DESMENUZABLES

NTP 400.015

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. FINO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES

Ag. Fino			
Pasante	Retenido	Wi	Wf
N°4	N°16	113 gr	112 gr
% Partículas dezenables			1 %



Anexo 30. Ensayo de impurezas orgánicas del agregado fino

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE IMPUREZAS ORGÁNICAS

NTP 400.013

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. FINO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

IMPUREZAS ORGÁNICAS

1	Método de placa de colores
---	----------------------------



Anexo 31. Ensayo de cloruros del agregado fino

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE CLORUROS

NTP 400.014

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. FINO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

CLORUROS

Datos	Ag. Fino
Volumen de la muestra	100 ml
Determinación de % Cl.	300 ppm
Temperatura muestra	19.2 °C



Anexo 32. Ensayo de porcentaje de caras fracturadas del agregado grueso

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS

MTC E 210

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. GRUESO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

PORCENTAJE DE CARAS FRACTURADAS

Pasante	Retenido	Wm total	Wm con 1 cara	Wm con 2 o + caras
1"	3/4"	1506	531	639
3/4"	1/2"	1214	261.5	820.5
1/2"	3/8"	307	68.2	205.8
% total con 1 cara fracturada				81 %
% total con 1 cara fracturada				51 %



Anexo 33. Ensayo de material pasante tamiz N°200 del agregado grueso

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 200

NTP 339.132

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. GRUESO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

MATERIAL PASANTE TAMIZ N° 200

Muestra	Ag. Grueso g.
Wm seco sin lavar	3021 gr
Wm seco lavado	3020 gr
% Pasante malla 200	0.0 %



Anexo 34. Ensayo de terrones de arcillas y partículas desmenuzables del agregado grueso

INFORME DE ENSAYO

**ENSAYO DE TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS
DESMENUZABLES**

NTP 400.015

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. GRUESO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DEZMENUZABLES

Pasante	Retenido	Wi	Wf
3/4"	3/8"	2027	2023
3/8"	N°4	1022	994
% Chatas y alargadas			1.47%



Anexo 35. Ensayo de partículas chatas y alargadas del agregado grueso

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

NTP 400.040

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. GRUESO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

Pasante	Retenido	Wi	Wf
3/4"	1/2"	884	53
1/2"	3/8"	230	27
% Chatas y alargadas			7%



Anexo 36. Ensayo de cloruros del agregado grueso

INFORME DE ENSAYO ENSAYO DE CLORUROS

NTP 400.014

PROYECTO:	INFLUENCIA DEL POLVO RESIDUAL DE CERAMICA EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE UN CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA	MUESTRA:	AG. GRUESO
UBICACIÓN:	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	RECEPCION:	24/03/2022
SOLICITA:	MIA ANDREA DANIELA TUCO ZEGARRA	EJECUCION:	25/03/2022
DIRECCION:	AREQUIPA-AREQUIPA	ENSAYADO EN:	Laboratorio RCF S.R.L.

CLORUROS

Datos	Ag. Grueso
Volumen de la muestra	100 ml
Determinación de % Cl.	480 ppm
Temperatura muestra	19.3 °C



PANEL FOTOGRÁFICO



Polvo residual de cerámica



Curado de probetas



Ensayo de impurezas orgánicas



Ensayo de % chatas y alargadas



Ensayo de peso unitario suelto y compactado



Ensayo de peso específico



Diseño de mezcla práctico



Temperatura del concreto



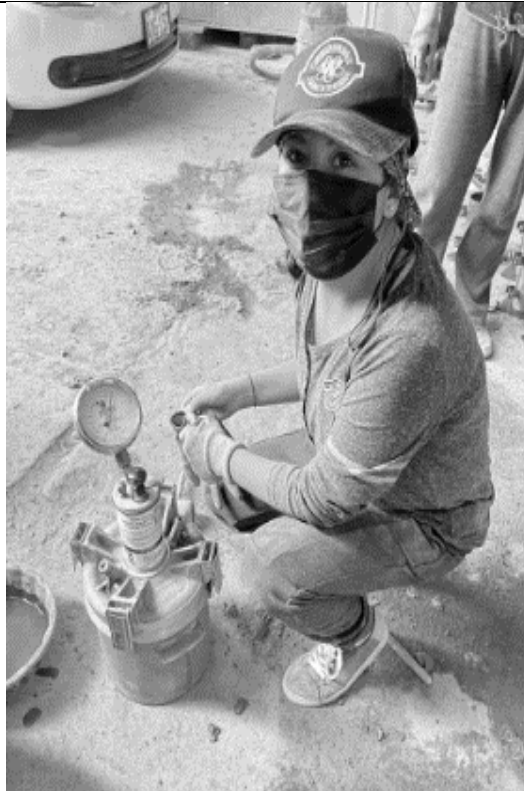
Contenido de aire



Ensayo de resistencia a la compresión



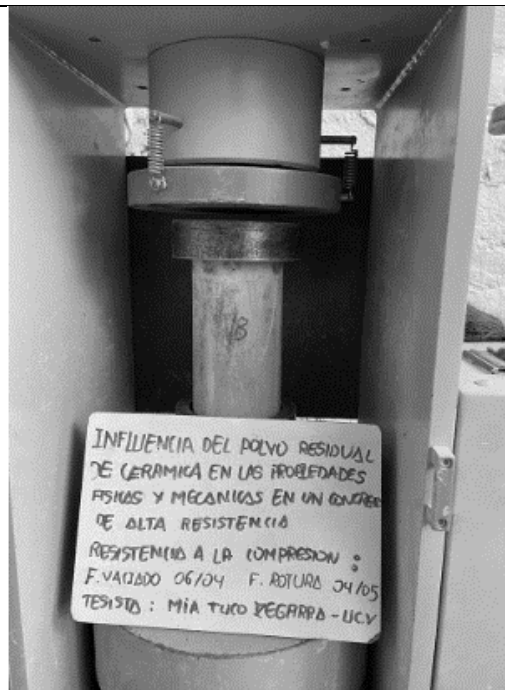
Rotura de probetas



Ensayo de contenido de aire



Rotura de probetas



Ensayo de resistencia a la compresión