

“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE PERLITA
SOBRE LA DENSIDAD, RESISTENCIA A LA
COMPRESION Y SUCCION CAPILAR PARA UN
CONCRETO LIVIANO EN LOSAS ALIGERADAS,
TRUJILLO 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Roberti Ladislao Abanto Zamora
Renzo Jean Piere Chuquilin Garcia

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
<https://orcid.org/0000-0001-9018-5763>

Trujillo - Perú

JURADO EVALUADOR

| | | |
|---------------------------|------------------------------|-----------------|
| Jurado 1 Presidente(a) | CINTHYA ALVARADO RUIZ | 71412783 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|-------------------------|-----------------|
| Jurado 2 | NIXON PECHE MELO | 70615775 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

| | | |
|----------|--------------------------------|-----------------|
| Jurado 3 | LUIS ALBERTO ALVA REYES | 42013371 |
| | Nombre y Apellidos | Nº DNI |

INFORME DE SIMILITUD

Informe_Turnitin_TesisAbantro&Chuquilin

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | 9% |
| 2 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | 3% |
| 3 | Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante | 3% |
| 4 | repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet | 1% |

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía Activo

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a las personas que amo y son las más importantes en mi vida, mi madre Cecilia, mi padre Roberti y mi hermano Junior, quienes son la razón de que yo siga esforzándome para ser la mejor versión de mi cada día, agradezco su apoyo incondicional desde el inicio de formación profesional hasta el final de esta.

Roberti Ladislao Abanto Zamora

Quiero dedicar este trabajo a mis padres Jorge y Socorro por siempre darme su apoyo y confianza en todo lo que hago, a mi hermano Jorge por demostrarme que nunca hay que rendirse a pesar de los problemas que se puedan presentar y a mi abuela Idalia que siempre me da su bendición cuando me toca irme a otro lugar para seguir cumpliendo mis metas y sueños.

Renzo Jean Piere Chuquilin García

AGRADECIMIENTO

Ante todo, doy a gracias a Dios, por haberme dado la vida, constancia, paciencia, fuerza y valor para culminar el presente trabajo. A mi Asesor de Tesis, Ing. Alberto R Vásquez Diaz, por el apoyo incesante en la elaboración y concepción de este proyecto. A cada uno de los ingenieros que contribuyeron en la formación de mi carrera universitaria, quienes con sus conocimientos y experiencia me brindaron tiempo y consejos valiosos, buscando siempre una mejor versión del trabajo presentado. A toda mi familia, por el apoyo infinito e incondicional y aliento constante. A mis amigos por su apoyo y sugerencias.

Roberti Ladislao Abanto Zamora

En primer lugar, agradecer a Dios por darme la fuerza y la motivación para poder realizar el presente trabajo de investigación, a mis padres por haberme apoyado en lo largo de todos estos años de estudio, a mi hermano Jorge que siempre me motiva a seguir adelante, a nuestro asesor de Tesis, Ing. Alberto Vásquez Diaz por todo su apoyo durante la realización de esta investigación y por último a todos los profesores que nos transmitieron todos sus conocimientos para ser mejores profesionales.

Renzo Jean Piere Chuquilín García

TABLA DE CONTENIDOS

| | |
|---|-----------|
| JURADO EVALUADOR..... | 2 |
| INFORME DE SIMILITUD..... | 3 |
| DEDICATORIA | 4 |
| AGRADECIMIENTO | 5 |
| TABLA DE CONTENIDOS | 6 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 9 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 13 |
| RESUMEN | 17 |
| CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN | 18 |
| 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA | 18 |
| 1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... | 23 |
| 1.3. BASES TEÓRICAS..... | 28 |
| 1.3.1. <i>Concreto</i> | 28 |
| 1.3.2. <i>Diseño de mezcla</i> | 31 |
| 1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 32 |
| 1.5. OBJETIVOS | 32 |
| 1.5.1. <i>Objetivo general</i> | 32 |
| 1.5.2. <i>Objetivos específicos</i> | 32 |
| 1.6. HIPÓTESIS | 32 |
| CAPÍTULO II: METODOLOGÍA | 33 |
| 2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN | 33 |
| 2.1.1. <i>Según el Propósito</i> | 33 |
| 2.1.2 <i>Según el diseño de investigación</i> | 33 |
| 2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN | 33 |
| 2.3. VARIABLES | 34 |
| 2.3.1. <i>Perlita</i> | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 2.3.2. Densidad del concreto | 34 |
| 2.3.3. Resistencia a la compresión del concreto..... | 34 |
| 2.3.4. Succión capilar del concreto..... | 34 |
| 2.3.5. Operacionalización de variables | 36 |
| 2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA..... | 41 |
| 2.4.1. Población | 41 |
| 2.4.2. Muestra | 41 |
| 2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS | 44 |
| 2.5.1. Técnicas de recolección de datos..... | 44 |
| 2.5.2. Instrumento de recolección de datos | 44 |
| 2.5.3. Validación de instrumento de recolección de datos | 44 |
| 2.5.4. Análisis de datos | 44 |
| 2.6. ASPECTOS ÉTICOS | 46 |
| 2.7. PROCEDIMIENTO..... | 47 |
| 2.7.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso..... | 48 |
| 2.7.2. Humedad del agregado fino y agregado grueso..... | 49 |
| 2.7.3. Peso unitario del agregado fino y agregado grueso..... | 50 |
| 2.7.4. Peso específico y absorción de los agregados..... | 52 |
| 2.7.5. Diseño de mezcla | 54 |
| 2.7.6. Ensayos del concreto en estado fresco | 54 |
| 2.7.7. Ensayos del concreto en estado endurecido | 57 |
| CAPÍTULO III: RESULTADOS | 62 |
| 3.1. CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS | 62 |
| 3.2. DISEÑO DE MEZCLA | 63 |
| 3.3. DENSIDAD DEL CONCRETO..... | 65 |
| 3.3. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO | 66 |
| 3.4. SUCCIÓN CAPILAR..... | 69 |
| 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS | 73 |
| 3.5.1. Análisis de distribución normal | 73 |
| 3.5.2. Análisis de varianza..... | 75 |
| 3.5.3. Post Prueba..... | 78 |

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES | 81 |
| 4.1. DISCUSIÓN..... | 81 |
| 4.2. CONCLUSIONES..... | 86 |
| 4.3. RECOMENDACIONES | 88 |
| REFERENCIAS..... | 89 |
| ANEXOS..... | 93 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Diseño de Investigación..... | 33 |
| Tabla 2. Matriz de clasificación de variables. | 35 |
| Tabla 3. Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la compresión del concreto. | 36 |
| Tabla 4. Matriz de operacionalización de la variable dependiente Densidad del concreto..... | 37 |
| Tabla 5. Matriz de operacionalización de la variable dependiente Succión Capilar del concreto..... | 38 |
| Tabla 6. Matriz de operacionalización de la variable independiente Perlita. | 40 |
| Tabla 7. Total de probetas a realizar para el ensayo de densidad..... | 42 |
| Tabla 8. Total de probetas a realizar para la resistencia a la compresión..... | 42 |
| Tabla 9. Total de probetas a realizar para la succión capilar..... | 43 |
| Tabla 10. Pruebas para el análisis de datos..... | 45 |
| Tabla 11. Caracterización del agregado fino | 62 |
| Tabla 12. Caracterización del agregado grueso..... | 63 |
| Tabla 13. Diseño de mezcla del concreto patrón..... | 63 |
| Tabla 14. Diseño de mezcla del concreto con 5% de Perlita..... | 63 |
| Tabla 15. Diseño de mezcla del concreto con 10% de Perlita..... | 64 |
| Tabla 16. Diseño de mezcla del concreto con 15% de Perlita..... | 64 |
| Tabla 17. Diseño de mezcla del concreto con 20% de Perlita..... | 64 |
| Tabla 18. Prueba de Normalidad de resistencia a la compresión a 3 días de curado. | 73 |
| Tabla 19. Prueba de Normalidad de resistencia a la compresión a 7 días de curado. | 74 |

| | |
|---|----|
| Tabla 20. Prueba de Normalidad de resistencia a la compresión a 28 días de curado. | 74 |
| Tabla 21. Prueba de Normalidad de densidad a 28 días de curado. | 75 |
| Tabla 22. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a 3 días de curado. | 75 |
| Tabla 23. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a 7 días de curado. | 76 |
| Tabla 24. Análisis de varianza de resistencia a la compresión a 28 días de curado. | 77 |
| Tabla 25. Análisis de varianza de densidad a 3 días de curado..... | 77 |
| Tabla 26. Post prueba de resistencia a la compresión a 3 días de curado..... | 78 |
| Tabla 27. Post prueba de resistencia a la compresión a 7 días de curado..... | 78 |
| Tabla 28. Post prueba de resistencia a la compresión a 28 días de curado..... | 79 |
| Tabla 29. Post prueba de densidad a 28 días de curado..... | 80 |
| Tabla 30. Granulometría del agregado fino..... | 93 |
| Tabla 31. Granulometría del agregado grueso..... | 94 |
| Tabla 32. Contenido de humedad del agregado fino. | 95 |
| Tabla 33. Contenido de humedad del agregado grueso..... | 96 |
| Tabla 34. Peso unitario del agregado fino. | 96 |
| Tabla 35. Peso unitario del agregado grueso..... | 96 |
| Tabla 36. Peso específico y absorción del agregado fino. | 97 |
| Tabla 37. Peso específico y absorción del agregado grueso..... | 97 |
| Tabla 38. Densidad de concreto patrón a 28 días de curado..... | 98 |
| Tabla 39. Densidad de concreto con 5% de perlitas a 28 días de curado. | 98 |
| Tabla 40. Densidad de concreto con 10% de perlitas a 28 días de curado. | 99 |
| Tabla 41. Densidad de concreto con 15% de perlitas a 28 días de curado. | 99 |
| Tabla 42. Densidad de concreto con 20% de perlitas a 28 días de curado. | 99 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 43. Resistencia a la compresión de concreto patrón a 3 días de curado. | 100 |
| Tabla 44. Resistencia a la compresión de concreto patrón a 7 días de curado. | 100 |
| Tabla 45. Resistencia a la compresión de concreto patrón a 28 días de curado. .. | 100 |
| Tabla 46. Resistencia a la compresión de concreto con 5% de perlitas a 3 días de curado. | 101 |
| Tabla 47. Resistencia a la compresión de concreto con 5% de perlitas a 7 días de curado. | 101 |
| Tabla 48. Resistencia a la compresión de concreto con 5% de perlitas a 28 días de curado. | 102 |
| Tabla 49. Resistencia a la compresión de concreto con 10% de perlitas a 3 días de curado. | 102 |
| Tabla 50. Resistencia a la compresión de concreto con 10% de perlitas a 7 días de curado. | 102 |
| Tabla 51. Resistencia a la compresión de concreto con 10% de perlitas a 28 días de curado. | 103 |
| Tabla 52. Resistencia a la compresión de concreto con 15% de perlitas a 3 días de curado. | 103 |
| Tabla 53. Resistencia a la compresión de concreto con 15% de perlitas a 7 días de curado. | 104 |
| Tabla 54. Resistencia a la compresión de concreto con 15% de perlitas a 28 días de curado. | 104 |
| Tabla 55. Resistencia a la compresión de concreto con 20% de perlitas a 3 días de curado. | 104 |
| Tabla 56. Resistencia a la compresión de concreto con 20% de perlitas a 7 días de curado. | 105 |
| Tabla 57. Resistencia a la compresión de concreto con 20% de perlitas a 28 días de curado. | 105 |
| Tabla 58. Velocidad de absorción de Concreto patrón. | 106 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 59. Datos de concreto patrón para el ensayo de Succión Capilar. | 106 |
| Tabla 60. Velocidad de absorción de Concreto con 5% de perlitas a 28 días de curado. | 107 |
| Tabla 61. Datos de concreto con 5% de perlita para el ensayo de Succión Capilar. | 107 |
| Tabla 62. Velocidad de absorción de Concreto con 10% de perlitas a 28 días de curado. | 108 |
| Tabla 63. Datos de concreto con 10% de perlita para el ensayo de Succión Capilar. | 108 |
| Tabla 64. Velocidad de absorción de Concreto con 15% de perlitas a 28 días de curado. | 109 |
| Tabla 65. Datos de concreto con 15% de perlita para el ensayo de Succión Capilar. | 109 |
| Tabla 66. Velocidad de absorción de Concreto con 20% de perlitas a 28 días de curado. | 110 |
| Tabla 67. Datos de concreto con 20% de perlita para el ensayo de Succión Capilar. | 110 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1. Procedimiento..... | 47 |
| Figura 2. Densidad del concreto a la edad de 28 días..... | 65 |
| Figura 3. Resistencia a la compresión a la edad de 3 días..... | 66 |
| Figura 4. Resistencia a la compresión a la edad de 7 días..... | 67 |
| Figura 5. Resistencia a la compresión a la edad de 28 días..... | 68 |
| Figura 6. Absorción del concreto patrón. | 69 |
| Figura 7. Absorción del concreto con 5% de perlita. | 70 |
| Figura 8. Absorción del concreto con 10% de perlita. | 71 |
| Figura 9. Absorción del concreto con 15% de perlita. | 72 |
| Figura 10. Absorción del concreto con 20% de perlita. | 73 |
| Figura 11. Curva granulométrica del agregado fino..... | 94 |
| Figura 12. Curva granulométrica del agregado grueso..... | 95 |
| Figura 13. Matriz de evaluación de expertos..... | 111 |
| Figura 14. Guía de observación para la variable densidad. | 112 |
| Figura 15. Guía de observación para la variable resistencia a la compresión. | 113 |
| Figura 16. Guía de observación para la variable succión capilar. | 114 |
| Figura 17. Certificado de Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso. | 115 |
| Figura 18. Certificado de Humedad del agregado grueso. | 116 |
| Figura 19. Certificado de peso específico y absorción del agregado grueso..... | 117 |
| Figura 20. Certificado de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso. | 118 |
| Figura 21. Certificado de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino. | 119 |

| | |
|---|-----|
| Figura 22. Contenido de humedad del agregado fino..... | 120 |
| Figura 23. Peso específico y absorción del agregado fino..... | 121 |
| Figura 24. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino. | 122 |
| Figura 25. Certificado de densidad de concreto patrón a los 28 días de curado... | 123 |
| Figura 26. Certificado de densidad de concreto con 5% de perlitas a los 28 días de curado. | 124 |
| Figura 27. Certificado de densidad de concreto con 10% de perlitas a los 28 días de curado. | 125 |
| Figura 28. Certificado de densidad de concreto con 15% de perlitas a los 28 días de curado. | 126 |
| Figura 29. Certificado de densidad de concreto con 20% de perlitas a los 28 días de curado. | 127 |
| Figura 30. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 3 días de curado..... | 128 |
| Figura 31. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días de curado..... | 129 |
| Figura 32. Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de curado. | 130 |
| Figura 33. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlitas a los 3 días de curado..... | 131 |
| Figura 34. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlitas a los 7 días de curado..... | 132 |
| Figura 35. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlitas a los 28 días de curado..... | 133 |
| Figura 36. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de perlitas a los 3 días de curado. | 134 |
| Figura 37. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de perlitas a los 7 días de curado. | 135 |

| | |
|--|-----|
| Figura 38. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de perlitas a los 28 días de curado. | 136 |
| Figura 39. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de perlitas a los 3 días de curado. | 137 |
| Figura 40. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de perlitas a los 7 días de curado. | 138 |
| Figura 41. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de perlitas a los 28 días de curado. | 139 |
| Figura 42. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de perlitas a los 3 días de curado. | 140 |
| Figura 43. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de perlitas a los 7 días de curado. | 141 |
| Figura 44. Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de perlitas a los 28 días de curado. | 142 |
| Figura 45. Certificado de succión capilar del concreto patrón a los 28 días de curado. | 143 |
| Figura 46. Certificado de succión capilar del concreto con 5% de perlitas a los 28 días de curado. | 144 |
| Figura 47. Certificado de succión capilar del concreto con 10% de perlitas a los 28 días de curado. | 145 |
| Figura 48. Certificado de succión capilar del concreto con 15% de perlitas a los 28 días de curado. | 146 |
| Figura 49. Certificado de succión capilar del concreto con 20% de perlitas a los 28 días de curado. | 147 |
| Figura 50. Fotografía de cuarteo de Agregado Fino. | 148 |
| Figura 51. Fotografía del tamizado de los agregados. | 149 |
| Figura 52. Fotografía obteniendo el peso unitario del agregado fino. | 150 |
| Figura 53. Fotografía obteniendo el peso unitario del agregado grueso. | 151 |

| | |
|--|-----|
| Figura 54. Fotografía de ingreso de agregados al horno perteneciente al ensayo de contenido de humedad. | 152 |
| Figura 55. Fotografía de incorporación de perlitas a la mezcla de concreto. | 153 |
| Figura 56. Fotografía de obtención de slump del concreto en estado fresco..... | 154 |
| Figura 57. Fotografía de elaboración de probetas. | 155 |
| Figura 58. Fotografía de elaboración de probetas. | 156 |
| Figura 59. Fotografía de probetas de concreto con 5% de perlita. | 157 |
| Figura 60. Fotografía de probetas de concreto con 10% de perlita. | 158 |
| Figura 61. Fotografía de probetas de concreto con 15% de perlita. | 159 |
| Figura 62. Fotografía de probetas de concreto con 20% de perlita. | 160 |
| Figura 63. Fotografía de ensayo de densidad. | 161 |
| Figura 64. Fotografía de ruptura de probetas..... | 162 |
| Figura 65. Fotografía de ensayo de resistencia a la compresión. | 163 |
| Figura 66. Fotografía de ensayo de resistencia a la compresión. | 164 |
| Figura 67. Fotografía de ensayo de Succión capilar. | 165 |

RESUMEN

La investigación que se presenta se llevó a cabo en la ciudad de Trujillo utilizando un diseño cuasi experimental. En este estudio, se evaluó la influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas. Se empleó un método de muestreo no probabilístico y se recopilaron datos a través de observaciones y una guía de observación como instrumento. Para analizar los datos, se utilizaron técnicas de estadística descriptiva y estadística inferencial. La problemática se enfoca en realizar un mejoramiento en el concreto para losas aligeradas con la incorporación de la perlita con el fin de lograr un concreto ligero; por ello, se diseñaron cinco tipos de concreto $f'c=210$ kg/cm², siendo el patrón uno de ellos y los demás con porcentajes de Perlita (5%, 10%, 15%, 20%), todo esto para un tamaño de muestra de 90 probetas; para lo cual se evaluaron 15 probetas para determinar la densidad, 60 probetas para la resistencia a la compresión y por último 15 probetas para la succión capilar; pudiendo demostrar que a medida que aumentan los porcentajes de perlita van disminuyendo los valores de resistencia a la compresión, densidad y succión capilar.

PALABRAS CLAVES: Concreto ligero, Densidad, Resistencia a la compresión, Succión capilar, Losas aligeradas.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo, el concreto es uno de los materiales más requeridos en la construcción para la elaboración de diferentes obras, tales como: edificaciones, infraestructura vial e hidráulica, por ser un material que posee muchas ventajas como la optimización de tiempos en el proceso constructivo, versatilidad para adaptarse a los distintos diseños arquitectónicos y geométricos, resistencia, durabilidad, entre otros, además es muy accesible en el mercado gracias a los compuestos que lo conforman cemento, agregados y agua, motivo por el cual ha venido siendo objeto de estudio por las grandes industrias del rubro e investigadores con el fin de seguir mejorando sus propiedades mecánicas de acuerdo a las necesidades de cada proyecto. (Sarta & Silva, 2017)

A mediados del año 1928, se realizó un estudio para aumentar el número de pisos en el edificio de oficinas de la compañía de teléfono "Southwestern Bell" en Kansas City. El edificio originalmente contaba con 14 pisos. Se realizó un estudio a la cimentación y se determinó que la estructura podría extenderse hasta ocho pisos más utilizando hormigón convencional. Sin embargo, debido al uso de hormigón ligero con arcilla expandida, el edificio podría ampliarse hasta 14 plantas más. (Valdez, et al 2010)

En México, Acha (2018) realizaron una investigación acerca de las propiedades físico-mecánicas de morteros de cemento elaborados con ceniza de elaboración de ladrillo(CELU) y perlita expandida molida(PEM), se realizó dos diseños de mezclas con diferentes porcentajes de sustitución, la primera fue de 7% de CELU con relación a la masa de cemento Portland y la segunda fue una mezcla de 5% de CELU y 7% de PEM, los resultados de la investigación fueron que las mezclas con PEM mejoran propiedades del

concreto debido a que trabaja como microfíler reduce la porosidad de la mezcla y la CELU brinda resistencia mecánica al ser puzolana natural.

En Ecuador, se encuentran estudios que evalúan las propiedades físico mecánicas de un hormigón alivianado con relación a un hormigón de peso normal, reemplazando diferentes porcentajes de agregado fino por perlas de poliestireno expandido (EPS), en el caso de la densidad, se presentó una reducción a medida que se incrementa el EPS en el hormigón y en cuanto a la resistencia a la compresión, también presenta la misma característica debido a que la rigidez de las perlas de poliestireno expandido no se pueden comparar al del agregado fino en la mezcla del hormigón. (Villareal & Toro, 2019).

Por otro lado, la opción más común para hacer frente a la sobrepoblación anual de Perú es la construcción de edificios cada vez más altos. Por lo tanto, necesitamos innovar en nuevos materiales de construcción para lograr obtener un hormigón ligero. Es por ello que, en Chiclayo, Ventura (2021) realizó ensayos de compresión y flexión a diferentes muestras con aditivos de perlas de poliestireno a diferentes edades de curado, se elaboraron 3 testigos de concreto patrón, 5 testigos adicionando 5%,10%,15 y 20% de perlas de poliestireno para cada porcentaje, para cada ensayo respectivamente.

En Trujillo, Vasquez (2021) comprobó la influencia de los aditivos en el peso unitario y resistencia a la compresión, el aditivo espumeante se trabajó con 1L/m³, 2L/m³ y 3 L/m³, el resultado obtenido es que ocasiona una reducción en el peso unitario de hasta un 30%, pero afecta su resistencia; a diferencia de la adición de microsílíce en 0%,5%,7.5% y 10 %, el cual incrementó tanto el peso unitario como la resistencia del concreto.

En nuestro país, las Normas Técnicas Peruanas (N.T.P.) son las que controlan todo lo relacionado al concreto, mediante procedimientos determinados por cada ensayo. Por otro

lado, para la Succión Capilar se tomará en cuenta una norma extranjera, la cual es la C1585 Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes.

Enriquez & Orbegoso (2020) concluyeron que las propiedades químicas y físicas de las perlas de polietileno tienden a atrapar aire dentro de la estructura, funciona como un aislante térmico, absorben agua y con ello forman una gran expansión al momento de emplearlos en un concreto celular, es por ello que el volumen de concreto aumenta notoriamente, la mezcla se hace más ligero permitiendo tener mejor maniobrabilidad con el concreto.

Ventura (2021) concluyó que adicionando perlas de poliestireno al concreto este aumenta su resistencia teniendo en cuenta que el porcentaje más óptimo es el de 20%, ya que obtuvo un 8.73% más con respecto al concreto patrón. A pesar de que el valor de 15% alcanza una resistencia óptima, el valor de 20% alcanza una resistencia superior a la de diseño.

Chuquilín (2018) concluyó que a medida que aumentaron los porcentajes de perlas de poliestireno en lugar del agregado fino, esto genera una disminución en la resistencia a la compresión; a comparación del asentamiento, el cual aumenta. Para ello, previamente se realizó seis diseños de mezclas para una resistencia de 210 kg/cm², siendo el de 0% el diseño de concreto patrón y los siguientes reemplazando al 10%, 20%, 30%, 40% y 50% de perlas, empleando el método ACI 211.

Cruz & Trujillo (2022) concluyeron que al agregar perlas de poliestireno al 0%, 0.10%, 0.15% y 0.20% generan una baja importante hacia la resistencia a la compresión. Siguiendo el método ACI 211, se elaboró una resistencia de 220 kg/cm² para un concreto

simple y los otros diseños tomando en cuenta la incorporación de perlas de poliestireno con respecto al volumen total de concreto.

Acha (2018) concluyó que el trabajo con morteros base cemento sustituyendo porcentajes 7% de ceniza de elaboración de ladrillo (CELU) y 7% por ceniza de elaboración de ladrillo (CELU) + 5% perlita expandida molida (PEM), teniendo en cuenta que CELU 7%+ PEM 5% obtiene resultados superiores en la resistencia a la compresión, superando a la mezcla testigo.

Villareal & Toro (2019) determinaron que la sustitución de diferentes porcentajes de agregado fino por perlas de poliestireno expandido (EPS) afecta de forma inversamente proporcional a las características físico-mecánicas del concreto endurecido a 28 días de edad de curado.

En base a las investigaciones revisadas con anterioridad, se evidencia que la incorporación de perla de poliestireno tiende atrapar aire dentro de la estructura y funciona bien como aislante térmico ya que absorben agua, debido al reemplazo de perlas de poliestireno en el agregado fino o grueso presentan una disminución en la resistencia a la compresión con respecto al concreto patrón, a diferencia de una investigación donde la perla de poliestireno se combina con ceniza de elaboración de ladrillo reemplazando dichos porcentajes con respecto al cemento Portland, obteniendo así mejores resultados en la resistencia a la compresión simple, es por ello, que se realiza la presente investigación, con la finalidad de brindar nuevos resultados sobre este tema, dejándolo como modelo para futuros estudios estructurales y/o diversas aplicaciones o en lo que se decida emplear dicha información a nivel local, nacional o internacional.

La empresa Cemex México muestra una opción de concreto ligero llamada “Insularis”, esta tecnología se aplica para aquellos elementos en los que su peso sea un requisito, tales como: capas de nivelación en pisos y losas, muros y losas de viviendas, elementos divisorios, paneles de concreto prefabricado, bloques prefabricados y vigueta prefabricadas; los beneficios que presenta este innovador producto es que aligera cargas muertas en la estructura, optimizando el costo de la cimentación, su alta capacidad para la trabajabilidad favorece las operaciones de colocación y también tiene gran facilidad de bombeo.

La empresa Cementos Pacasmayo, también nos ofrece una alternativa de concreto ligero que nos ofrece un concreto de baja densidad (menor a 1800kg/m^3), resaltando de igual manera su capacidad de aislamiento térmico y el ahorro de tiempo y dinero a diferencia de un concreto normal, así mismo, tiene diferentes usos y aplicaciones, los cuales son: losas y muros para viviendas, cinemas, auditorios, teatros, muros divisorios, capas de nivelación de losas y pisos, de igual manera puede ser usado como relleno para nivelar y como aislante.

Aunque es verdad, la mayoría de las construcciones contemporáneas emplean hormigón ligero, gracias a su reducido peso propio, lo cual es ventajoso en términos de la carga que impone en las secciones estructurales y la disminución del peso de los materiales que se manejan, generando así un aumento en la eficiencia de la producción. Por consiguiente, la utilización de hormigón ligero elaborado con agregados de poco peso, como cenizas volantes, perlita, piedra pómez, etc; emergen como opciones adecuadas para lograr hormigón con un peso inferior al del hormigón tradicional. Estas alternativas resultan adecuadas para la ciudad de Trujillo, dado su suelo de escasa capacidad de carga. Si no se lleva a cabo esta investigación, se enfrentarían varias consecuencias. En primer lugar, no quedaría registrada información acerca de cómo la perlita afecta la densidad, la resistencia a

la compresión y la succión capilar para un concreto liviano utilizado en losas aligeradas. Además, este estudio no tendría la capacidad de ser utilizado como punto de referencia en investigaciones venideras.

1.2. Antecedentes de la Investigación

Enriquez & Orbegoso (2020) elaboraron un diseño de concreto celular con el uso de perlas de poliestireno de 5 mm. para mejorar la resistencia a la compresión. La metodología fue de tipo cuasi experimental, ya que, el estudio fue conformado por 24 probetas de 30 cm x 15 cm, éstas se elaboraron para identificar un óptimo diseño para un concreto celular a base de perlas de poliestireno a las edades de 7, 14 y 21 días. Los resultados obtenidos a una edad de 21 días para un concreto patrón en promedio son de 232.3 kg/cm², con adición de al 0.5% se obtuvo un promedio de 95 kg/cm², para adición de 1% se obtuvo en promedio 78.9 kg/cm² y para la adición de 1.5% se obtuvo como promedio 73 kg/cm². Posteriormente a los ensayos, se concluyó que la aplicación de perlas de poliestireno de 5mm es posible, sin embargo, se observó que la resistencia a la compresión simple llegue solo a 96 kg/cm² a una edad de 21 días, debido a la expansión de las perlas. (p.24).

Este trabajo de investigación nos muestra cómo afecta emplear perlas de poliestireno de 5 mm. en la resistencia a la compresión. Así mismo, el resultado más alto de resistencia a la compresión fue adicionando 0.5% de perla de poliestireno, el cual dio como promedio un valor de 95 kg/cm². Teniendo como conclusión que la incorporación de perla de poliestireno de 5mm al 0.5%, 1 %y 1.5% no cumpla con la resistencia para un concreto $f'c$ 210 kg/cm².

Ventura (2021) determinó que la influencia de perlas de poliestireno en la propiedades físicas y mecánicas del concreto para losas aligeradas en la ciudad de Chiclayo. Se

empleó un diseño de investigación experimental, ya que se trabajó con 4 concretos (adición del 5%,10%,15% y 20% de perlas de poliestireno) y 1 concreto patrón, las muestras se realizaron a los 7, 14 y 28 días, realizando un total de 138 probetas de concreto. Los resultados indicaron que a los 28 días el concreto patrón alcanzó una resistencia de 213.99 kg/cm², el concreto con adición de perlas 5%, 10%, 15% y 20% se obtuvieron las siguientes resistencias 216.45 kg/cm², 218.65 kg/cm², 223.33 kg/cm², 228.33 kg/cm² respectivamente. Al culminar su investigación, se determinó que adicionando el 15% de perlas de poliestireno, se logró una resistencia optima y adicionando 20% de esta misma se obtuvo una resistencia mayor a la de diseño. (p.43).

El presente trabajo de investigación señala el impacto de perlas de poliestireno en las características físicas y mecánicas del concreto para losas aligeradas en la ciudad de Chiclayo. Se empleo 4 tipos de dosificaciones de perla las cuales son de 5%, 10%, 15%, 20%, los ensayos se llevaron a cabo a 7, 14 y 28 días con un total de 138 probetas, de esta forma se determinó que al trabajar con los porcentajes de perla al 15 y 20% se consiguió un mejoramiento en la resistencia del concreto.

Chuquilín (2018) estudió el comportamiento de las perlas de poliestireno sobre el peso unitario, resistencia la compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas. Para este trabajo se utilizó la metodología experimental ya que se basó en realizar un concreto liviano estructural que sea empleado para losas aligeradas, por lo tanto, se reemplazó el agregado fino por distintos porcentajes de perlas de poliestireno (10%, 20%, 30%, 40% y 50%, teniendo en cuenta el volumen. Teniendo en cuenta las normas NTP 339.035 y NTP 339.046 se realizaron los ensayos en estado fresco para el asentamiento y el peso unitario, y con respecto a la resistencia a la compresión, se realizó probetas con moldes de 30 cm x 15 cm para las pruebas del

concreto en estado endurecido. Los resultados que arrojó el estudio de Chuquilín muestran que el concreto con presencia de perlas muestra una disminución en el peso unitario y la resistencia a la compresión todo esto con relación al concreto patrón, además demostró que el mejor reemplazo se da en el 40% de perlas de poliestireno, ya que se obtuvo un valor de 100 mm para el asentamiento, un peso unitario de 2160 kg/m³ y por último, una resistencia a compresión de 242 kg/cm². Finalmente, el autor concluyó que a medida que aumentan los porcentajes de perlas de poliestireno en lugar de agregado fino para un concreto liviano estructural genera una disminución en la resistencia a la compresión y para el asentamiento aumenta. (p.82).

El aporte que nos deja esta investigación en primer lugar es que, el porcentaje óptimo a reemplazar por agregado fino es de 40% ya que se logra un peso unitario menor al del concreto convencional junto con una resistencia de 242kg/cm² y en segundo lugar nos indica que a medida que se aumente el porcentaje, la resistencia a la compresión disminuye, sin embargo, el comportamiento con respecto al asentamiento es diferente, ya que aumenta.

Cruz & Trujillo (2022) plantearon como objetivo determinar cómo influye la adición de las perlas de poliestireno sobre la resistencia a la compresión. Emplearon un enfoque tipo experimental, debido a que realizaron la caracterización de los agregados, siguiendo las normas NTP correspondientes al agregado fino y al agregado grueso, para luego realizar un diseño de mezcla para un concreto con $f'c$ 220 kg/cm². Los resultados que obtuvieron Cruz y Trujillo en su investigación, nos indican que a los 7 días para un concreto patrón se obtuvo una resistencia de 199.33 kg/cm² y de 150.04 kg/cm², 138.06 kg/cm², 116.09 kg/cm², para 0.10%, 0.15% y 0.20% respectivamente; para 14 días de curado se obtuvo un valor de 213.69 kg/cm² para el concreto patrón y

de 169.35 kg/cm², 154.55 kg/cm², 130.39 kg/cm², para 0.10%, 0.15% y 0.20% respectivamente; finalmente para la edad de 28 días de curado el valor de resistencia del concreto patrón es de 237.67 kg/cm² y de 181.43 kg/cm², 167.58 kg/cm², 138.87 kg/cm², para 0.10%, 0.15% y 0.20% respectivamente, teniendo el valor más alto en la adición de 0.10% con un valor de 181.43 kg/cm² a pesar de ello no cumple con la resistencia mínima. Por todo lo antes dicho los autores concluyen que al agregar perlas de poliestireno al 0%, 0.10%, 0.15% y 0.20% generan una baja importante hacia la resistencia a la compresión. (p.57).

En la presente investigación a comparación de la anterior nos deja como aporte que de las dos formas que se utilizaron las perlas de poliestireno resulta más favorable el reemplazo de agregado fino por porcentajes de perlas de poliestireno, pero de igual forma presenta una disminución en los valores de resistencia a la compresión mínima requerida, teniendo en cuenta que en la tesis de Cruz y Trujillo obtuvo un valor máximo resistencia promedio de 189 kg/cm².

Acha (2018) determinó en su investigación diseño, elaboró y evaluó una mezcla de mortero con un reemplazo parcial de productos residuales de la fabricación de ladrillos. La metodología empleada fue de tipo experimental, las pruebas que se realizaron fueron en tres mezclas, la primera fue un testigo, la segunda se sustituyó 7% de ceniza de elaboración de ladrillo (CELU) y la tercera se sustituyó 7% de (CELU)+ 5% de perlita expandida molida (PEM), obtuvieron 12% de sustitución con respecto del peso unitario del cemento. Los resultados que obtuvieron de la resistencia a la compresión indicaron que la mejor mezcla fue la de CELU+PEM, la razón de ello es que tiene más material fino que llena los vacíos que no alcanza a ocupar el agregado y el cemento.

Concluyeron que la mezcla que presentó mejor resistencia a compresión simple fue CELU 7%+ PEM 5%, superando a la mezcla testigo. (p.114).

La investigación nos deja como aporte el diseño, la elaboración y la evaluación de una mezcla de mortero reemplazando parcialmente a está con productos residuales de la fabricación de ladrillos. De los tres ensayos realizados el que destacó fue el de la sustitución de 7% de ceniza de elaboración de ladrillo y 5% de perlita expandida molida, obteniendo de está una mejor resistencia a compresión que la mezcla testigo. Villarreal & Toro (2019) estudiaron el comportamiento de las propiedades físico-mecánicas entre un hormigón alivianado con poliestireno expandido y un hormigón de peso normal a la edad de 28 días. El enfoque empleado fue experimental ya que se diseñó dos tipos de hormigones tradicionales, uno de $f'c = 240 \text{ kg/cm}^2$ y el otro de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, posteriormente se reemplazó distintos porcentajes de agregado fino por perlas de poliestireno expandido. Con lo ya antes hablado Villarreal y Toro obtienen como resultados que al incrementar los porcentajes de EPS a la mezcla tiende a bajar más la compresión teniendo como resultados para un hormigón de 280 kg/cm^2 una primera reducción del 9% al 32% y para el hormigón de 240 kg/cm^2 una del 8 al 30% , también indicó lo mismo en la densidad ya que la sustitución de áridos finos por perlas de EPS reducen la densidad, teniendo como resultados reducción de 8% al 21% en el hormigón de 280 kg/cm^2 y 8 y 19% para uno de 240 kg/cm^2 . Dados los resultados los autores concluyeron que el reemplazo de diversos porcentajes de agregado fino por perlas de EPS influye de una manera inversamente proporcional a las propiedades físico-mecánicas del hormigón endurecido a la edad de 28 días. (p.111).

La presente investigación señala el desempeño del concreto con respecto a la densidad teniendo como resultado que mientras aumente la sustitución de agregado fino por

perlas de EPS tiende a disminuir su densidad y en segundo lugar el desempeño con respecto a la resistencia a la compresión que actúa de igual manera teniendo reducciones de hasta 21%, cumpliendo así su función de hacer más liviano el concreto.

1.3. Bases teóricas

1.3.1. Concreto

El material conocido como concreto o hormigón se compone principalmente de pasta y agregados. La pasta, que está compuesta principalmente por cemento y agua, une los agregados, tales como arena y grava. A medida que el material endurece por completo, adquiere una dureza similar a la de una roca. Los agregados se dividen en dos categorías: finos y gruesos, y juntos representan aproximadamente del 60% al 75% del volumen total del concreto. Por esta razón, es esencial mantener un estricto control de calidad en la selección y preparación de los agregados (Kosmatka, et al 2004).

1.3.1.1. Componentes del concreto

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, el concreto está conformado por cemento, agua y agregados, de acuerdo a la necesidad se adiciona un material específico, cuya función será mejorar sus propiedades mecánicas. A continuación, se definen los componentes antes mencionados:

a) Cemento

Es un polvo fino que además de ser óxido de calcio contiene sílice, alúmina y óxido de hierro y que al adicionar un porcentaje adecuado de agua genera una pasta conglomerante, dicha pasta al entrar en contacto con el agua o el aire se logra endurecer. (Arias,2018).

b) Agregados

Es el grupo de partículas, de origen natural o artificial, los agregados influyen de manera considerable en las características del concreto en ambos estados, esto se debe a que ocupan cerca del 60% al 75% del volumen de concreto, es por ello que el material deberá ser de excelencia para evitar problemas posteriores en la elaboración del concreto. Estos se dividen de acuerdo al tamaño que tengan las partículas, en primer lugar, tenemos al agregado fino que pasa por el tamiz normalizado 3/8 pulg. (9.5 mm) y queda retenido en el tamiz No.200, en segundo lugar, tenemos al agregado grueso que queda retenido en el tamiz No.4 (4.75 mm). (NTP.400.037, 2018).

- Perlita

Es un mineral expandido que debido a su contenido alvéolos de aire adquiere una baja densidad y obtiene propiedades como aislante térmico. En la actualidad, es empleada para la elaboración de productos en la industria de la construcción, por su ligereza, aislamiento acústico y térmico. Además, puede ser utilizada en placas de fibrocemento y drywall, teniendo como resultado placas más livianas. (QPros. Colombia, 2023).

c) Agua

Componente principal del concreto que al mezclarse con el cemento ocasiona un proceso de hidratación, que genera cambios en sus propiedades físicas y mecánicas, en el mundo de la construcción existen dos tipos, en primer lugar tenemos al agua de mezclado que es la cantidad de agua que necesita el concreto en estado fresco para su trabajabilidad y para el concreto en estado

endurecido se tiene al agua de curado que es empleada para que el concreto alcance los niveles de resistencia para los cuales fue diseñado. (Osorio,2018)

1.3.1.2. Concreto ligero

Se caracteriza principalmente por tener un peso volumétrico menor al concreto convencional. La reducción de la densidad de este concreto es debido a la existencia de vacíos, ya sea en el mortero o en el agregado; es por ello que a comparación con el concreto convencional, el concreto ligero presenta una menor resistencia a la compresión, pero destaca en su capacidad de resistencia al impacto y como aislante térmico. (CEMEX, 2014).

1.3.1.3. Propiedades mecánicas del concreto

a) Densidad

La densidad del concreto se refiere a la relación entre su peso específico y su volumen, que se mide en metros cúbicos (m^3). Además, esta densidad varía en función de factores como la cantidad y densidad de los agregados, la presencia de aire atrapado, así como las proporciones de agua y cemento. Estos factores influyen en las propiedades del concreto, incluyendo su textura, forma y resistencia (NTP.339.046, 2008).

b) Resistencia a la compresión

La presente propiedad es una de las más importantes, debido a que tiene como función soportar las cargas a las cuales se someten a las estructuras, su unidad de medida es kg/cm^2 . (Cemex, 2019). El ensayo conlleva ejercer una carga de compresión axial a las probetas elaboradas hasta llegar al fallo. La resistencia a la compresión de la muestra se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo por el área de la sección transversal de la muestra (NTP.339.034, 2015).

c) **Succión Capilar**

Esta propiedad nos brinda dos indicadores, la velocidad de succión capilar y la capacidad de succión capilar, el primero representa la velocidad con la que el líquido filtra por los poros de la superficie del concreto y el segundo nos señala la capacidad de agua que se requiere en el concreto para que se genere su saturación. (Taus & Zega,2006). Este ensayo se utiliza para evaluar la velocidad de absorción de agua tanto en la superficie como en el interior del concreto. Se logra extrayendo un núcleo del material y cortándolo transversalmente a alturas específicas, lo que permite calcular la absorción a diversas distancias desde la superficie expuesta. Los núcleos se obtienen tanto de manera vertical como horizontal (ASTM C1585-2007)

1.3.2. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla implica la cuidadosa selección de materiales y sus respectivas proporciones con el propósito de fabricar concreto que cumpla con los parámetros de resistencia, eficiencia en términos de costos, peso, durabilidad y calidad estética en los acabados. (Cordero, Cárdenas & Rojas, 2022).

1.3.2.1. Método ACI 211

El presente método se basa en el peso estimado de concreto por unidad de volumen. Se tiene en consideración los requisitos de consistencia, trabajabilidad, resistencia y durabilidad; el procedimiento del método ACI para el diseño de mezclas de concreto es:

- a) Selección del revenimiento (asentamiento).
- b) Elección del tamaño de agregado.
- c) Cantidad del volumen de agua de mezclado y contenido de aire.
- d) Relación de agua y cemento.
- e) Cálculo del contenido de cemento.
- f) Establecer la cantidad de agregado grueso.
- g) Establecer la cantidad de agregado fino.

- h) Reajuste de humedad de los agregados.
- i) Reajuste de las mezclas de prueba.

1.4. Formulación del problema

¿Cómo influye la adición del porcentaje de perlita en la densidad, resistencia a la compresión, succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar la influencia del porcentaje de perlitas sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023.

1.5.2. Objetivos específicos

- Realizar la caracterización de agregados.
- Obtener el diseño de mezcla para una resistencia estructural de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.
- Determinar la densidad del concreto a la edad de 28 días, según la NTP.339.604, 2002.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 3, 7 y 28 días, según la NTP.339.034, 2015.
- Determinar la succión capilar a la edad de 28 días, según la ASTM C1585-2007.

1.6. Hipótesis

La adición de perlita influye significativamente en la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

2.1.1. Según el Propósito

La presente investigación según el propósito corresponde a una investigación aplicada, por lo tanto, se basa su estudio en teorías existentes o investigaciones hechas hace tiempo atrás y por medio de resultados se verifica que la investigación aporta conocimientos innovadores.

2.1.2 Según el diseño de investigación

La presente investigación es experimental, ya que se adulterará de manera intencional la variable independiente que en este caso es la perlita con la finalidad de evaluar y conocer las consecuencias, que afectarán a las variables dependientes en estudio.

2.2. Diseño de Investigación

En la presente clasificación nos encontramos ante un diseño cuasi experimental puesto que, en ella, las probetas elaboradas no pueden ser designadas de forma aleatoria; teniendo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 1.

Diseño de Investigación

| Grupo | Tratamiento | Pos Prueba |
|-----------------------------|---------------------------------|---|
| G.E. : Probetas cilíndricas | Concreto con adición de perlita | O.1: Densidad O.2: Resistencia a la compresión O.3: Succión Capilar |
| G.C. : Probetas cilíndricas | Concreto sin adición de perlita | O.1: Densidad O.2: Resistencia a la compresión O.3: Succión Capilar |

Nota: Se muestra el diseño de investigación correspondiente para la elaboración de probetas cilíndricas.

2.3. Variables

2.3.1. Perlita

Es un mineral expandido que debido a su contenido alvéolos de aire adquiere una baja densidad y obtiene propiedades como aislante térmico. En la actualidad, es empleada para la elaboración de productos en la industria de la construcción, por su ligereza, aislamiento acústico y térmico. (QPros. Colombia, 2023).

2.3.2. Densidad del concreto

La densidad del concreto se refiere a la relación entre su peso específico y su volumen, que se mide en metros cúbicos (m^3). Además, esta densidad varía en función de factores como la cantidad y densidad de los agregados, la presencia de aire atrapado, así como las proporciones de agua y cemento. Estos factores influyen en las propiedades del concreto, incluyendo su textura, forma y resistencia (NTP.339.046, 2008).

2.3.3. Resistencia a la compresión del concreto

La presente propiedad mecánica es una de las más importantes para la elaboración de un concreto, ya que tiene como función soportar las cargas a las cuales se someten a las estructuras, su unidad de medida es kg/cm^2 . (Cemex,2019). El ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a las probetas elaboradas hasta llegar al fallo.

2.3.4. Succión capilar del concreto

El ensayo tiene como objetivo la obtención de dos indicadores, la velocidad de succión capilar y la capacidad de succión capilar, el primero representa la velocidad con la que el líquido ingresa por los poros de la superficie del concreto y el segundo nos señala la

capacidad de agua que se requiere en el concreto para que se genere su saturación. (Taus & Zega, 2006).

Tabla 2.

Matriz de clasificación de variables.

| Variables | Clasificación | | | | |
|--|---------------|-----------------------|--------------------|------------------|--------------------|
| | Relación | Naturaleza | Escala de medición | Dimensión | Formas de medición |
| Perlita | Independiente | Cuantitativa continua | Razón | Adimensional | Directa |
| Densidad del concreto | Dependiente | Cuantitativa continua | Razón | Multidimensional | Indirecta |
| Resistencia a la compresión del concreto | Dependiente | Cuantitativa continua | Razón | Multidimensional | Indirecta |
| Succión Capilar | Dependiente | Cuantitativa continua | Razón | Multidimensional | Indirecta |

Nota: Se muestran las variables de la presente investigación.

2.3.5. Operacionalización de variables

Tabla 3.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente resistencia a la compresión del concreto.

| Variab | Definición | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Instrumento |
|--------------------------------------|--|--|--|----------------------------------|--------------------------------|---------------------|
| V.D.: Resistencia a la compresión | La resistencia a la compresión es una de las propiedades mecánicas más importantes del concreto. Debido a que tiene como función principal soportar las cargas a las cuales se someten a las estructuras, su unidad de medida es kg/cm ² , MPa y con alguna frecuencia en Psi. Cemex (2019) | La finalidad del presente ensayo es ejercer una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones de diamantinas hasta la falla. La resistencia a la compresión de la muestra es calculada por división de la carga máxima lograda en el ensayo, entre el área de la sección transversal de la muestra. (NTP.339.034,2015) | Caracterización de agregados | Propiedades de los agregados | TMN, %hum, Peso esp, %Abs, PUC | |
| | | | Diseño de mezcla | Pesos húmedos | kg | |
| | | | Resistencia a la compresión promedio 3, 7, 28 días | F'c | kg/cm ² | Guía de observación |
| | | | Prueba de hipótesis | Normalidad, varianza y posprueba | Significancia | |

Nota: Se elaboró la matriz de operacionalización de la variable dependiente.

Tabla 4.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente Densidad del concreto.

| Variables | Definición | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Instrumento |
|-------------------|---|--|-------------|--|--|---------------------|
| V.D.: Densidad | La densidad del concreto es la cantidad del peso específico por una unidad de volumen, en metros cúbicos (m ³). También, la densidad del concreto varía dependiendo de la cantidad y densidad del agregado, la cantidad de aire atrapado y las cantidades de agua y cemento, modificando las propiedades de este, así como la textura, la forma y su resistencia. (NTP.339.046, 2008). | El ensayo consiste en obtener el peso seco al horno del espécimen para luego dividirlo con la resta del peso saturado del espécimen (kg) y el peso sumergido del espécimen (kg), el valor final será multiplicado por mil dándonos el resultado de la densidad. (NTP.339.604,2002). | Densidad | Caracterización de agregado fino y grueso Diseño de mezcla según previas pruebas de desempeño Ensayo de Densidad | TMN del Agregado Grueso, %h, Pe,% Abs, PUSC Peso seco al horno del espécimen (Wd), Peso saturado del espécimen (Ws), Peso sumergido (Wi) kg/m ³ | Guía de observación |

Nota: Se elaboró la matriz de operacionalización de la variable dependiente.

Tabla 5.

Matriz de operacionalización de la variable dependiente Succión Capilar del concreto.

| Variab | Definición | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Instrumento |
|-----------------------|---|---|--------------------|------------------------|---------------------------|---------------------|
| V.D.: Succión Capilar | Este procedimiento de prueba se utiliza para calcular la velocidad de absorción (la capacidad para absorber) de agua por parte del concreto de cemento hidráulico. Esto se logra al medir el incremento en el peso de una muestra debido a la absorción de agua a largo del tiempo, cuando solo una parte de la | El ensayo es empleado para medir la tasa de absorción del agua de la superficie del concreto y el concreto interior. Al extraer un núcleo y al cortarlo transversalmente a alturas designadas, solo una parte de la | Succión Capilar | Capacidad de absorción | mm | Guía de observación |
| | | | | Tasa de absorción | mm/s | |

muestra está en contacto absorción puede
con el agua. La muestra se calcularse a
coloca en un entorno con diferentes
una humedad relativa distancias de la
estándar para mantener superficie
una condición constante expuesta. El núcleo
de humedad en el sistema se
de poros capilares. La extrae vertical y
superficie expuesta de la horizontalmente.
muestra se sumerge en (ASTM C1585-
agua y la entrada de agua 2007)
en el concreto no saturado
está principalmente
influenciada por la succión
capilar al entrar en
contacto inicial con el
agua.

Nota: Se elaboró la matriz de operacionalización de la variable dependiente.

Tabla 6.

Matriz de operacionalización de la variable independiente Perlita.

| Variables | Definición | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición | Instrumento |
|---------------|---|--|-------------|-------------------------|--------------------|-------------|
| V.I.: Perlita | Es un mineral expandido que debido a su contenido alvéolos de aire adquiere una baja densidad y obtiene propiedades como aislante térmico. (QPros. Colombia, 2023). | En la actualidad, es empleada para la elaboración de productos en la industria de la construcción, por su ligereza, aislamiento acústico y térmico. (QPros. Colombia, 2023). | - | 5% 10% 15% 20% | - | - |

Nota: Se elaboró la matriz de operacionalización de la variable independiente.

2.4. Población y muestra

2.4.1. Población

La presente investigación estuvo conformada por todos los concretos livianos para losas aligeradas en la ciudad de Trujillo durante el año 2023.

2.4.2. Muestra

2.4.2.1. Técnicas de muestreo

La selección de muestra para esta investigación se llevó a cabo de manera no probabilística, de acuerdo a la evaluación de un experto. El responsable de esta evaluación fue el ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, quien es un especialista en tecnología del concreto.

2.4.2.2. Tamaño de muestra

En la presente investigación se realizaron 03 probetas (0%,5%,10%,15%,20%) a 3 y 7 días de curados, 06 probetas (0%,5%,10%,15%,20%) a los 28 días de curado, para el ensayo a la resistencia a la compresión; por último, para el ensayo de densidad y succión capilar se planteó realizar 15 probetas a los 28 días de curado, consiguiendo un total de 90 probetas para todos los ensayos.

Tabla 7.

Total de probetas a realizar para el ensayo de densidad.

| Tipo | Diseño de concreto (kg/cm ²) | Edad de curado | Ensayo | Dimensiones de probetas | N° de probetas |
|---|--|----------------|----------|-------------------------|----------------|
| Concreto patrón | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 5% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 10% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 15% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 20% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Sub Total Probetas | | | | | 15 |

Nota: Se muestra el total de probetas a realizar para el ensayo de Densidad.

Tabla 8.

Total de probetas a realizar para la resistencia a la compresión.

| Tipo | Diseño de concreto (kg/cm ²) | Edad de curado | Ensayo | Dimensiones de probetas | N° de probetas |
|-----------------|--|----------------|-----------------------------|-------------------------|----------------|
| Concreto patrón | 210 | 3 | Resistencia a la compresión | 4"x 8" | 3 |
| | | 7 | | | 3 |
| | | 28 | | | 6 |
| | | 3 | | | 3 |

| | | | | | |
|---|-----|----|-----------------------------|--------|-----------|
| Concreto con adición del 5% de perlita | | 7 | Resistencia a la compresión | | 3 |
| | | 28 | | | 6 |
| Concreto con adición del 10% de perlita | 210 | 3 | Resistencia a la compresión | 4"x 8" | 3 |
| | | 7 | | | 3 |
| | | 28 | | | 6 |
| Concreto con adición del 15% de perlita | 210 | 3 | Resistencia a la compresión | 4"x 8" | 3 |
| | | 7 | | | 3 |
| | | 28 | | | 6 |
| Concreto con adición del 20% de perlita | 210 | 3 | Resistencia a la compresión | 4"x 8" | 3 |
| | | 7 | | | 3 |
| | | 28 | | | 6 |
| Sub Total Probetas | | | | | 60 |

Nota: Se muestra el total de probetas a realizar para el ensayo de Resistencia a la compresión.

Tabla 9.

Total de probetas a realizar para la succión capilar.

| Tipo | Diseño de concreto (kg/cm ²) | Edad de curado | Ensayo | Dimensiones de probetas | N° de probetas |
|---|--|----------------|----------|-------------------------|----------------|
| Concreto patrón | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 5% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 10% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 15% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |
| Concreto con adición del 20% de perlita | 210 | 28 | Densidad | 4"x 8" | 3 |

Nota: Se muestra el total de probetas a realizar para el ensayo de Succión Capilar.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

2.5.1. Técnicas de recolección de datos

En la presente investigación se trabajó con la observación directa como técnica de recolección de datos, ya que pudimos verificar la condición de cada probeta y los cambios que se generen después de los ensayos.

2.5.2. Instrumento de recolección de datos

En el presente estudio se empleó como instrumento de recolección de datos la guía de observación, teniendo en cuenta que se realizó una para cada variable dependiente después de su ensayo respectivo

2.5.3. Validación de instrumento de recolección de datos

Los instrumentos que se usaron para el desarrollo de la presente investigación fueron validados por el Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz con número CIP 166228 (Estado de registro activo), quien cuenta con años de experiencia en el rubro de tecnología del concreto

2.5.4. Análisis de datos

El estudio que se expone empleó dos enfoques distintos. En primer lugar, se recurrió a la técnica de estadística descriptiva, ya que a través de tablas y gráficos estadísticos se logró una representación más precisa de los resultados obtenidos. En segundo lugar, se empleó la estadística inferencial con el propósito de comprender el patrón de una población específica basándose en información previa proporcionada.

2.5.4.1. Análisis de distribución normal

En este estudio, se aplicará la prueba de Shapiro-Wilk con el propósito de evaluar la normalidad de los datos. Esta elección se debe al hecho de que el tamaño de la muestra, representado por "n", es menor a 50. Además, dado que se ha establecido un nivel de confianza del 95%, se utilizará un nivel de significancia del 5% para llevar a cabo esta evaluación.

2.5.4.2. Análisis de varianza

Si se demuestra que los datos anteriormente analizados se distribuyen de manera normal, se analizará la varianza haciendo uso de la prueba paramétrica Anova de un factor, considerando una significancia del 5%.

2.5.4.3. Definición de hipótesis nula e hipótesis alternativa

La investigación que se da a conocer plantea como hipótesis nula (H_0) y como hipótesis alternativa (H_a) las que se enumeran a continuación:

- H_0 : La perlita no influye significativamente en la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas.
- H_a : La perlita influye significativamente en la resistencia a la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas.

Tabla 10.

Pruebas para el análisis de datos.

| Análisis de distribución normal | Análisis de varianza | Sub prueba |
|---------------------------------|----------------------|------------------------|
| Shapiro Wilk | Anova de un factor | HSD Tukey ^a |

Nota: Se realizaron tres pruebas para el análisis de datos.

2.5.4.4. Instrumento de Análisis de datos

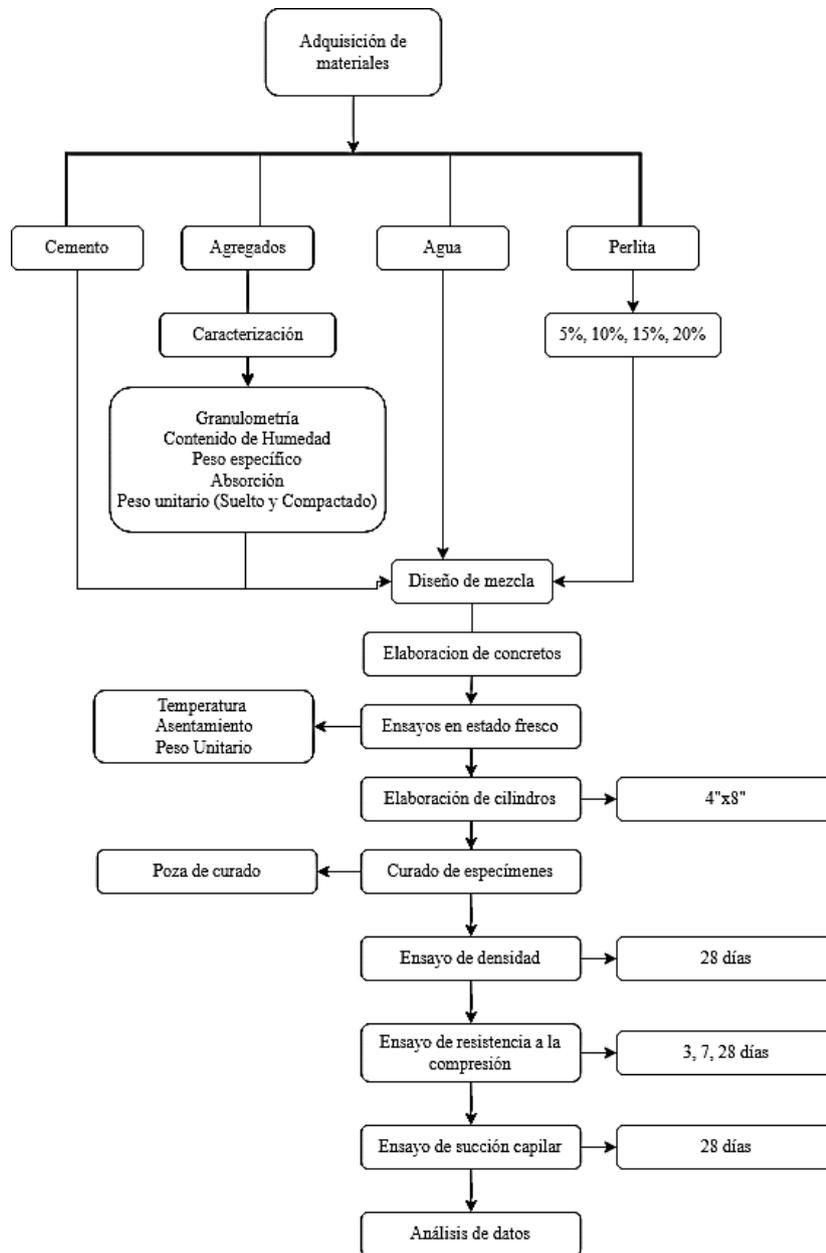
El estudio que se expone aprovechará la herramienta Microsoft Excel para organizar los resultados relativos a los comportamientos de las variables. De igual forma, se empleará el software estadístico IBM SPSS Statistics para llevar a cabo cada uno de los procedimientos del análisis de datos mencionados previamente.

2.6. Aspectos éticos

La veracidad de la presente investigación se corroboró gracias a que se respetaron las normativas correspondientes para cada ensayo y en un laboratorio certificado. Así mismo toda la información se trabajó siguiendo la normativa APA 7ma edición respetando la investigación individual de cada autor mediante citas y referencias bibliográficas. Se cumplió con los cuatro principios de la ética fundamentales: la beneficencia, la no maleficencia, la autonomía y justicia, a lo largo de todo el proceso de desarrollo; cabe recalcar que se empleó la guía de investigación científica de la Universidad Privada del Norte.

2.7. Procedimiento

Figura 1.
Procedimiento.



Nota: Se evidencia el procedimiento experimental de las diferentes etapas.

2.7.1. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso

El procedimiento del análisis granulométrico se encuentra en la NTP.400.012, nos indica lo siguiente:

- La muestra será sometida a la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ para el secado.
- Elegir tamices los cuales tengan las dimensiones apropiadas para garantizar la obtención de la información requerida según las características del material que se va a analizar. Se coloca los tamices elegidos en orden descendente, desde la parte superior hasta la inferior y verter el agregado sobre el tamiz superior. Sacudir los tamices mediante movimientos manuales o con la asistencia de un dispositivo en un determinado periodo de tiempo específico, según a lo establecido en la normativa correspondiente.
- Controlar la cantidad de agregado que se coloca en el tamiz de manera que todo el material pase por las aberturas varias veces durante el proceso de tamizado sin generar el desperdicio de este.
- Seguir con el proceso de tamizado durante el periodo que sea requerido tener en cuenta que no más del 1% de la masa de lo restante sobre uno de los tamices, pasará a través por el periodo de 1 minuto de tamizado manual.
- Calcular la cantidad de agregado que atraviesa el tamiz, así como la cantidad total retenida y la cantidad retenida en los tamices, expresadas en porcentaje y redondeadas al 0.1% más cercano de la masa seca inicial de la muestra.
- Calcular el módulo de finura mediante la suma de las cantidades de material acumulado retenido, expresadas en porcentaje, en los siguientes tamices: N°100, N°50, N°30, N°16, N°8, N°4, 3/8", 3/4", 1 1/2". Luego, dividir la suma sobre 100.

2.7.2. Humedad del agregado fino y agregado grueso

El procedimiento del presente ensayo se encuentra en la NTP.339.185, cuyos pasos son los siguientes:

- Determinar las proporciones de agregado a utilizar con una exactitud de 0.1%.
- Realizar totalmente el secado de material utilizando una fuente de calor, asegurándose de que no se pierdan las partículas que lo componen.
- Determinar que el agregado esté lo suficientemente seco cuando la fuente de calor utilizada no cause una pérdida de masa adicional superior al 0.1%.
- Calcular la masa de la muestra seca utilizada teniendo en cuenta una precisión de 0.1%.
- Determinar de siguiente manera el contenido de humedad total evaporable:

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

Donde:

P= Contenido total de humedad evaporable, (%).

W= Masa de la muestra húmeda, (gr.).

D= Masa de la muestra seca, (gr.).

2.7.3. Peso unitario del agregado fino y agregado grueso

En la ejecución del presente ensayo se realizará de acuerdo a los procedimientos definidos en la NTP.400.017, los cuales comprenden las siguientes pautas:

2.7.3.1. Peso unitario suelto

- Rellenar el contenedor hasta que esté completamente lleno empleando una pala o cucharón, vertiendo dicho material con una distancia no mayor a 5 cm por arriba del borde del recipiente. Realizar la nivelación de la superficie del agregado utilizando los dedos o una espátula, asegurándose de que las partículas ligeramente proyectadas cubran cualquier espacio vacío más grande que pueda haber.
- Definir la masa del recipiente con la muestra y sin la muestra; registrar estos valores con una precisión de 0.05 kg.
- Calcular el peso unitario suelto a través de la siguiente fórmula:

$$PUSC = \frac{G_c - T}{V}$$

Donde:

PUSC= Peso unitario compactado, (kg/m³).

G_c= Peso del recipiente lleno de muestra, (kg).

T= Peso del recipiente vacío, (kg).

V= Volumen del recipiente, (m³).

2.7.3.2. Peso unitario compactado

- Colocar la tercera parte del volumen total en el recipiente y asegurarse de que la superficie quede nivelada utilizando los dedos. Compactar de manera uniforme esta capa de agregado aplicando veinticinco golpes con una varilla lisa. Luego, llenar el recipiente hasta dos tercios de su capacidad y repetir el proceso descrito anteriormente. Finalmente, llenar el recipiente con un exceso de material y compactar nuevamente siguiendo las mismas indicaciones previas. Después de esto, realizar la nivelación de la superficie del agregado utilizando los dedos o una espátula de forma que las partículas se dispersen ligeramente para cubrir cualquier vacío grande que pueda existir.
- Definir la masa del recipiente cuando este con y sin material; registrar estos valores con una precisión de 0.05 kg.
- Calcular el peso unitario compactado empleando la siguiente fórmula:

$$PUSC = \frac{G_c - T}{V}$$

Donde:

PUSC= Peso unitario compactado, (kg/m³).

G_c= Peso del recipiente lleno de muestra, (kg).

T= Peso del recipiente vacío, (kg).

V= Volumen del recipiente, (m³).

2.7.4. Peso específico y absorción de los agregados

Para llevar a cabo estos ensayos, se aplicarán los pasos definidos en dos normativas específicas. Para el agregado fino se tendrá en cuenta la norma NTP.400.022, mientras que para el agregado grueso se utilizará la norma NTP.400.021. Ambas normativas constan de los siguientes pasos:

2.7.4.1. Peso específico y absorción del agregado fino

- Llenar de forma parcial el picnómetro con agua y añadir $500g \pm 10g$ de agregado fino, completando hasta el 90% de su capacidad con agua. Agitar o rodar el picnómetro manualmente para eliminar las burbujas de aire.
- Sacar el agregado fino del picnómetro y secarlo con la ayuda de un horno a una temperatura constante de $110^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$. Luego, enfriarlo a temperatura ambiente durante $1 \text{ hora} \pm 1/2 \text{ hora}$ y determinar su masa.
- Determinar la masa del picnómetro lleno hasta su capacidad de calibración con agua a una temperatura de $23^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$.
- Calcular la densidad y la absorción del agregado fino empleando las fórmulas de a continuación:

$$Pe = 997.5 \left[\frac{A}{B + S - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[\frac{S - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

Pe= Peso específico.

A=Peso de la muestra seca, (gr.).

B= Peso del frasco lleno de agua hasta la marca de calibración, (gr.).

S: Peso de la arena en estado SSS, (gr.).

C: Peso del frasco lleno con agua y arena, (gr.).

2.7.4.2. Peso específico y absorción del agregado grueso

- Realizar el secado del material con la ayuda de una estufa hasta alcanzar una masa constante a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Luego, dejarlo a temperatura ambiente durante un período de una a tres horas.
- Sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente durante 24 horas \pm 4 horas.
- Quitar el material del agua para luego realizar el secado correspondiente con un paño absorbente. Registrar la masa del material ensayado en estado saturado seco, anotando esta medida y todas las siguientes que se encuentren dentro de 0.5 gramos o 0.05% de la masa de la muestra.
- Colocar inmediatamente la muestra saturada con superficie seca dentro del embace del material y calcular su masa aparente en agua a las temperaturas de $23^{\circ}\text{C} \pm 2.0^{\circ}\text{C}$.
- Volver a secar la muestra ensayada con la ayuda de una estufa hasta obtener una masa constante a la temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. Posteriormente, dejarla ventilar a temperatura ambiente durante un período de 1 a 3 horas y determinar la masa.
- Calcular la densidad y la absorción del agregado grueso utilizando las siguientes fórmulas:

$$Pe = 997.5 \left[\frac{A}{B - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[\frac{B - A}{A} \right] * 100$$

Donde:

Pe= Peso específico.

A=Peso de la muestra seca, (gr.).

B= Peso de la muestra SSS, en el aire, (gr.).

C= Peso sumergido de la muestra SSS, (gr.).

2.7.5. Diseño de mezcla

Nos permitirá determinar las cantidades necesarias de cada componente a emplear en la preparación del concreto, utilizando para ello el diseño de mezcla de acuerdo al método establecido por el ACI 211.

2.7.6. Ensayos del concreto en estado fresco

2.7.6.1. Temperatura del concreto

Para este ensayo se seguirá las indicaciones dadas en la NTP.339.184, la cual consta de los siguientes pasos:

- Poner el termómetro dentro del concreto fresco, hundiéndolo a una profundidad mínima de 75 mm. Ejercer una ligera presión alrededor del termómetro con el concreto, con el fin de asegurar que la temperatura ambiente no influya en el resultado.
- Dejar el termómetro en la posición especificada en el primer paso durante al menos 2 minutos, asegurándose de no sobrepasar los 5 minutos. Luego, proceder a tomar la lectura de la temperatura con una precisión de 0.5°C y registrarla. Es importante tener precaución y evitar sacar el termómetro cuando se esté realizando la lectura.

2.7.6.2. Asentamiento del concreto

Para este ensayo se tendrán en cuenta las indicaciones dadas en la NTP.339.035, el cual consta de los siguientes pasos:

- Empapar el molde a emplear y la superficie plana, rígida y no absorbente sobre la que se pondrá. Poner el molde en su posición de manera firme mientras se llena, ya sea ejerciendo presión sobre las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa de base, y manteniendo el área siempre limpia. El proceso de llenado del molde se divide en tres capas de igual volumen. El vaciado se realiza moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde, asegurando de esta manera una distribución uniforme y evitando la segregación del material.
- Después de verter cada capa, es importante compactarla adecuadamente mediante la aplicación de veinticinco golpes con una barra lisa compactadora. Estos golpes deben distribuirse uniformemente en toda la sección de la capa. En la primera capa, se recomienda inclinar ligeramente la barra y aplicar la mitad de los golpes cerca del perímetro, avanzando gradualmente en forma de espiral hacia el centro de la sección. Todas las capas deben compactarse totalmente, y en las capas segunda y tercera, se debe hundir la barra lisa ligeramente en la capa inmediatamente inferior para asegurar una compactación adecuada.
- Colocar un exceso de concreto en la última capa y nivelarla pasando la barra lisa compactadora sobre el borde superior del molde. Luego, retirar el molde de manera inmediata y con cuidado, levantándolo a una altura de 30 cm en un lapso de 5 segundos, con un movimiento constante hacia arriba. Es crucial llevar a cabo todo el proceso de manera continua y no exceder un tiempo de 2.5 minutos.
- La medición del asentamiento implica calcular la diferencia entre la altura del molde y la altura del punto central desplazado de la superficie superior.

2.7.6.3. Peso unitario del concreto

El procedimiento para llevar a cabo este ensayo sigue las pautas establecidas en la norma NTP.339.046 y consta de los siguientes pasos:

- Seleccionar el método de consolidación del concreto en función de su asentamiento. Para concretos con un asentamiento mayor a 75 mm, se aplicará el

método de apisonado. Si el asentamiento se encuentra en el rango de 25 mm a 75 mm, se utilizará el método de apisonado o vibrado. En el caso de concretos con un asentamiento menor de 25 mm, se empleará el método de vibrado.

- Verter el concreto sobre el molde que será utilizado para la medición utilizando el cucharón descrito en la norma. Se debe mover la cuchara alrededor del perímetro interno del recipiente para distribuir el concreto de manera uniforme y evitar la segregación.
- Llenar el molde que será usado para la medición con el concreto que estará dividido en tres capas de igual volumen. Cada capa debe ser apisonada con veinticinco golpes si se utiliza un recipiente de 14L o menor, y con cincuenta golpes si se emplean recipientes de 28L. La primera capa se compacta a lo largo de todo su espesor sin golpear con tanta fuerza el fondo del recipiente. En la segunda y tercera capa, deberá hundirse la barra aproximadamente 2.5 cm en la capa anterior. Después de apisonar todas las capas, se deberán golpear los costados del recipiente con un martillo de goma entre 10 a 15 veces.
- Rellenar la última capa con el fin de que no exista un exceso sustancial ni una falta de concreto. Un exceso de 3 mm se considera óptimo.
- Proceder a nivelar y llenar la superficie del recipiente para obtener una superficie uniforme. Se deben aplicar golpes continuos en el borde del plato para asegurar que la superficie quede lisa y completamente llena.
- A continuación, limpiar cualquier exceso de concreto que pueda estar adherido a las paredes exteriores del recipiente y determinar su masa.
- Para determinar el peso unitario del concreto en kg, se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Donde:

P_u = Peso unitario del concreto.

M_c = Masa del recipiente de medida lleno de concreto.

M_m = Masa del recipiente vacío.

V_m = Volumen del molde.

2.7.7. Ensayos del concreto en estado endurecido

2.7.7.1. Densidad del concreto

Para este ensayo se tendrán en cuenta las indicaciones dadas en la NTP.399.604, el cual consta de los siguientes pasos

- Colocar los especímenes de prueba en agua a una temperatura que oscile entre 15.6°C y 26.7°C durante un período de 24 horas. Posteriormente, pesar los especímenes mientras se encuentran suspendidos por un alambre de metal y completamente sumergidos en el agua, y registrar este peso como " W_i " (Peso sumergido).
- Retirar los especímenes del agua y permitir que drenen durante 1 minuto colocándolos en una malla de alambre con una abertura más grueso de 9.5 mm. Después de este período, eliminar el agua visible utilizando un paño húmedo. Luego, pesar los especímenes y anotar este peso como " W_s " (Peso saturado).
- Luego de la saturación, proceder a secar los especímenes en un horno ventilado a una temperatura entre 100°C y 115°C durante un período no menor a 24 horas, o hasta que dos mediciones sucesivas realizadas con un intervalo de 2 horas muestren un aumento en la pérdida de peso que no exceda el 0.2% del peso final previamente determinado del espécimen. Registrar los pesos de los especímenes secados como " W_d " (Peso secado al horno).
- Determinar la densidad del concreto aplicando la siguiente fórmula:

$$D\left(\frac{kg}{m^3}\right) = \left[\frac{Wd}{(Ws - Wi)} \right] * 1000$$

Donde:

Wd = Peso seco al horno del espécimen, (kg).

Ws = Peso saturado del espécimen, (kg).

Wi= Peso sumergido del espécimen, (kg).

2.7.7.2. Resistencia a la compresión del concreto

El procedimiento para llevar a cabo este ensayo sigue las directrices establecidas en la norma NTP.339.034 y consta de los siguientes pasos:

- Se deben cuidar los cilindros de manera que no se pierda la humedad durante el período que transcurre entre el retiro de las probetas de la poza de curado y el momento de realizar el ensayo. Esto se debe a que los cilindros deben mantenerse húmedos para poder ser evaluados.
- Ubicar el bloque de rotura inferior con la cara hacia arriba sobre la platina de la máquina de compresión, posicionándolo directamente debajo del bloque de apoyo superior con asiento esférico.
- Mantener limpia las superficies de contacto tanto del bloque inferior de rotura como del bloque superior, así como las de la probeta cilíndrica que se va a ensayar. Luego, ubicar la probeta cilíndrica sobre el bloque inferior de rotura.
- Alinear cuidadosamente los ejes del cilindro con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.
- Aplicar fuerza de compresión gradualmente hasta que se observe que la carga disminuye de manera constante y se presente una fractura en la probeta ensayada.

- Anotar el máximo valor alcanzado por la probeta ensayada y tomar nota del tipo de fractura observada. Si se nota que la resistencia medida es menor de lo esperado, examinar la fractura del espécimen.
- Determinar el valor de resistencia a la compresión de cada probeta utilizando la siguiente fórmula:

$$f'c = \frac{F}{A}$$

Donde:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto, (kg/cm²).

F = Fuerza aplicada por la prensa de ensayo, (kg).

A = Área de la sección transversal del espécimen, (cm²).

2.7.7.3. Succión capilar

El procedimiento para llevar a cabo este ensayo sigue las directrices establecidas en la ASTM C 1585-2004: Standard Test Method for measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic Cement Concrete y consta de los siguientes pasos:

- Sacar la muestra del recipiente de almacenamiento y anotar su masa con una precisión de 0.01 gramos antes de cerrar las superficies laterales.
- Medir al menos cuatro diámetros en la superficie del espécimen que estará expuesta al agua. Realizar estas mediciones con una precisión de 0.1 milímetros y calcular el diámetro promedio con la misma precisión.

- Sellar la superficie lateral de cada espécimen utilizando un material adecuado y cubrir la parte que no entrará en contacto con el agua.
- Utilizar el siguiente procedimiento para determinar la velocidad de absorción del agua en función del tiempo. Realizar el proceso de absorción a una temperatura de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ utilizando agua potable acondicionada a la misma temperatura.
- Realizar la medición de la masa de la muestra sellada con una precisión de 0.01 gramos y registrarla con el nombre de masa inicial para los cálculos de absorción de agua.
- Poner el dispositivo que nos servirá de apoyo en lo más hondo del recipiente para proceder a realizar el llenado con agua potable, teniendo un nivel de agua en el rango de 1 mm a 3 mm por encima del tope del dispositivo de apoyo durante toda la duración de los ensayos.
- Una opción para mantener el agua en un nivel constante es poner una botella con agua con una abertura, tal forma que esta se encuentre en contacto con el nivel deseado de agua.
- Activar el cronómetro y, de inmediato, colocar la superficie de ensayo del espécimen en el dispositivo de apoyo. Anotar el tiempo y la fecha en que se realizó el primer contacto con el agua.
- Registrar la masa en los intervalos especificados en la norma, después del primer contacto del espécimen con el agua. Para el primer punto de medición, se debe registrar a los 60 segundos ± 2 segundos desde el primer contacto, y el segundo punto a los 5 minutos ± 10 segundos. Las medidas posteriores deben registrarse en intervalos de ± 2 minutos a los 10 minutos, 20 minutos, 30 minutos y 60 minutos. El tiempo real debe registrarse con una precisión de ± 10 segundos. Continuar con las mediciones cada hora, con una tolerancia de ± 5 minutos, hasta 6 horas después del primer contacto del espécimen con

el agua. Registre el tiempo con una precisión de ± 1 minuto. Luego de 6 horas primeras horas se deben realizar mediciones una vez al día durante 3 días, para después seguir con 3 mediciones con al menos 24 horas de diferencia durante un período de 4 a 7 días. Por último, se debe tomar una medición final que sea al menos 24 horas después de la última medición a los 7 días; esto nos brindará 7 valores para el tiempo de contacto durante los días 2 al 8.

- En cada ocasión en que se tome el valor de la masa, se debe retirar muestra del recipiente, parar el cronómetro si el tiempo de contacto es menor de 10 minutos y proceder al secado de la superficie con una toalla de papel o un paño húmedo. Después de haber eliminado el exceso de agua, invertir la muestra de manera que la superficie mojada no entre en contacto con el platillo de la balanza (esto evita la necesidad de secar el platillo de la balanza). Luego de 15 segundos desde la retirada del recipiente, medir la masa con una precisión de 0.01 gramos. Inmediatamente, volver a colocar el espécimen en el dispositivo de apoyo y reiniciar el cronómetro.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

Tabla 11.

Caracterización del agregado fino

| AGREGADO FINO-ARENA GRUESA ZARANDEADA | | | |
|--|-------------------|---------------|------------------|
| Ensayo | U.M. | Norma | Resultado |
| Contenido de humedad | % | N.T.P.339.185 | 2 |
| Peso específico | g/cm ³ | N.T.P.400.022 | 2.48 |
| Absorción | % | N.T.P.400.022 | 1.7 |
| Peso unitario suelto | kg/m ³ | N.T.P.400.017 | 1650 |
| Peso unitario compactado | kg/m ³ | N.T.P.400.017 | 1840 |
| Módulo de finura | - | N.T.P.400.012 | 2.5 |

Nota: Se presentan aquí la cantidad de pruebas efectuadas en el caso del agregado fino, el cual se trata de una arena de granulometría más gruesa obtenida mediante zarandeo, junto con la presentación de los resultados y las regulaciones que se aplicaron durante su proceso de realización.

Tabla 12.

Caracterización del agregado grueso.

| AGREGADO GRUESA-PIEDRA CHANCADA 3/4" | | | |
|---|-------------------|---------------|------------------|
| Ensayo | U.M. | Norma | Resultado |
| Contenido de humedad | % | N.T.P.339.185 | 1.1 |
| Peso específico | g/cm ³ | N.T.P.400.022 | 2.50 |
| Absorción | % | N.T.P.400.022 | 1.2 |
| Peso unitario suelto | kg/m ³ | N.T.P.400.017 | 1568 |
| Peso unitario compactado | kg/m ³ | N.T.P.400.017 | 1730 |
| Módulo de finura | - | N.T.P.400.012 | 6.5 |

Nota: Se presenta el recuento completo de los análisis llevados a cabo en el agregado grueso, que se refiere a una piedra chancada con un tamaño máximo nominal (TMN) de 3/4, perteneciente a un Huso 67. Se proporcionan los resultados obtenidos y se detallan las normativas que se aplicaron durante todo el proceso de desarrollo.

3.2. Diseño de mezcla

Tabla 13.

Diseño de mezcla del concreto patrón.

| Material | Unidad | Peso Húmedo |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| Cemento | kg | 387.000 |
| Agua | lt/m ³ | 215.746 |
| Agregado fino | kg | 467.084 |
| Agregado grueso | kg | 1131.612 |

Nota: Se muestran los pesos húmedos de los materiales a utilizar en el diseño de concreto patrón, los cuales se hallaron mediante el método ACI 211.

Tabla 14.

Diseño de mezcla del concreto con 5% de Perlita.

| Material | Unidad | Peso Húmedo |
|-----------------|-------------------|--------------------|
| Cemento | kg | 387.000 |
| Agua | lt/m ³ | 215.746 |

| | | |
|-----------------|----|----------|
| Agregado fino | kg | 443.730 |
| Agregado grueso | kg | 1131.612 |
| Perlita | kg | 0.105 |

Nota: Se muestran los pesos húmedos de los materiales a utilizar en el diseño de concreto con 5% de Perlita, los cuales se hallaron mediante el método ACI 211.

Tabla 15.

Diseño de mezcla del concreto con 10% de Perlita.

| Material | Unidad | Peso Húmedo |
|-----------------|-------------------|-------------|
| Cemento | kg | 387.000 |
| Agua | lt/m ³ | 215.746 |
| Agregado fino | kg | 420.376 |
| Agregado grueso | kg | 1131.612 |
| Perlita | kg | 0.210 |

Nota: Se muestran los pesos húmedos de los materiales a utilizar en el diseño de concreto con 10% de Perlita, los cuales se hallaron mediante el método ACI 211.

Tabla 16.

Diseño de mezcla del concreto con 15% de Perlita.

| Material | Unidad | Peso Húmedo |
|-----------------|-------------------|-------------|
| Cemento | kg | 387.000 |
| Agua | lt/m ³ | 215.746 |
| Agregado fino | kg | 397.021 |
| Agregado grueso | kg | 1131.612 |
| Perlita | kg | 0.316 |

Nota: Se muestran los pesos húmedos de los materiales a utilizar en el diseño de concreto con 15% de Perlita, los cuales se hallaron mediante el método ACI 211.

Tabla 17.

Diseño de mezcla del concreto con 20% de Perlita.

| Material | Unidad | Peso Húmedo |
|----------|--------|-------------|
| Cemento | kg | 387 |

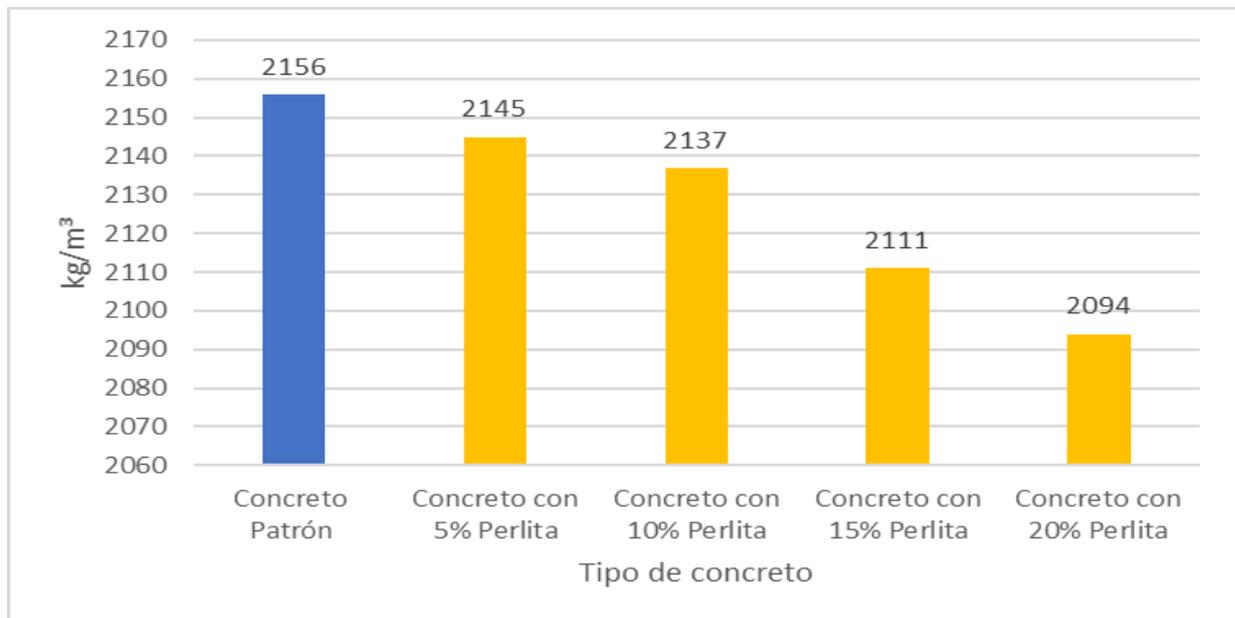
| | | |
|-----------------|-------------------|----------|
| Agua | lt/m ³ | 215.746 |
| Agregado fino | kg | 373.667 |
| Agregado grueso | kg | 1131.612 |
| Perlita | kg | 0.422 |

Nota: Se muestran los pesos húmedos de los materiales a utilizar en el diseño de concreto con 20% de Perlita, los cuales se hallaron mediante el método ACI 211.

3.3. Densidad del concreto

Figura 2.

Densidad del concreto a la edad de 28 días.

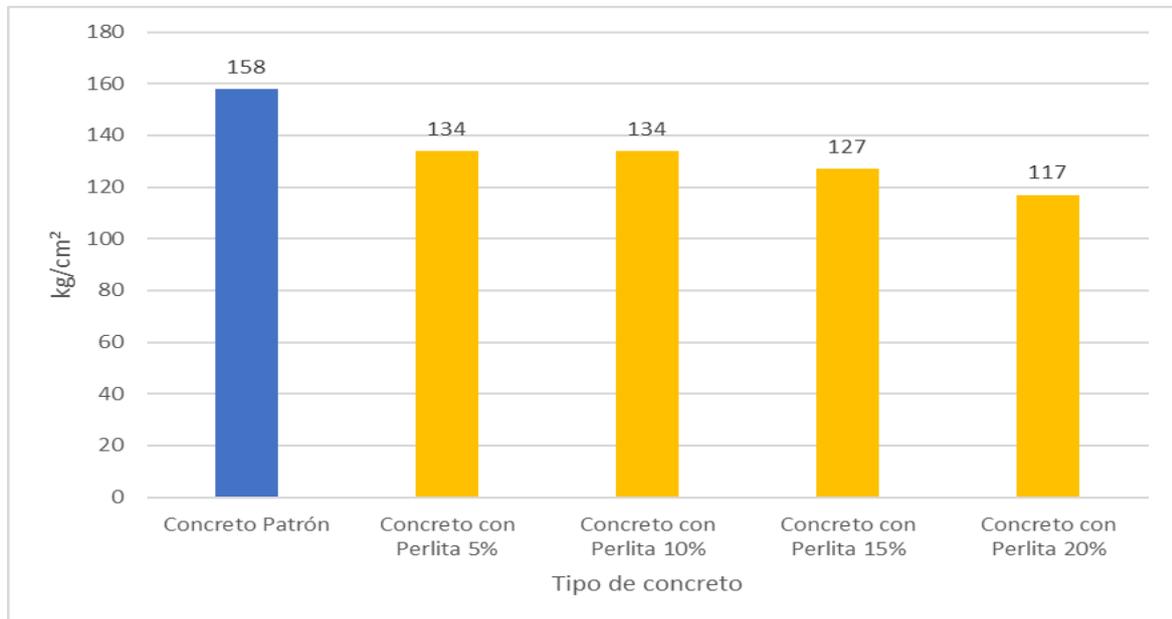


Nota: Se muestran los promedios de los resultados de densidad obtenidos a la edad de 28 días, en la cual se observa un descenso constante a medida que aumentan los porcentajes de perlita en el concreto.

3.3. Resistencia a la compresión del concreto

Figura 3.

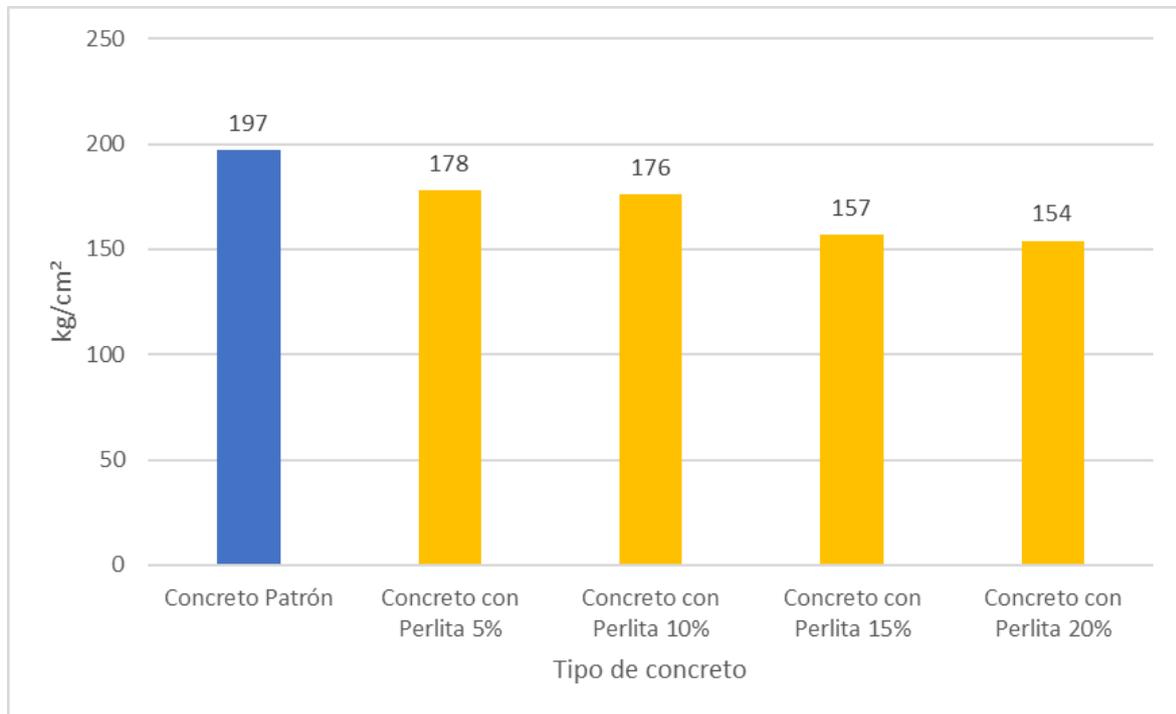
Resistencia a la compresión a la edad de 3 días.



Nota: Se muestran los promedios de los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 3 días, en la cual se observa un descenso constante a medida que aumentan los porcentajes de perlita en el concreto.

Figura 4.

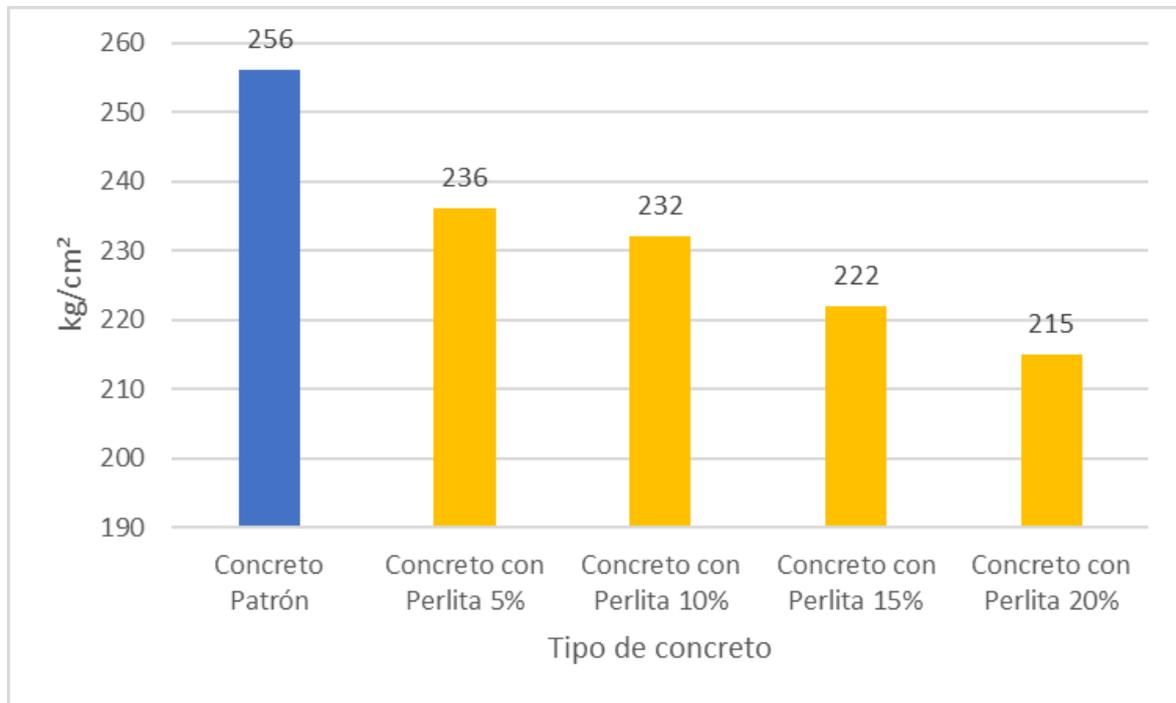
Resistencia a la compresión a la edad de 7 días.



Nota: Se muestran los promedios de los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 7 días, en la cual se observa un descenso constante a medida que aumentan los porcentajes de perlita en el concreto.

Figura 5.

Resistencia a la compresión a la edad de 28 días.

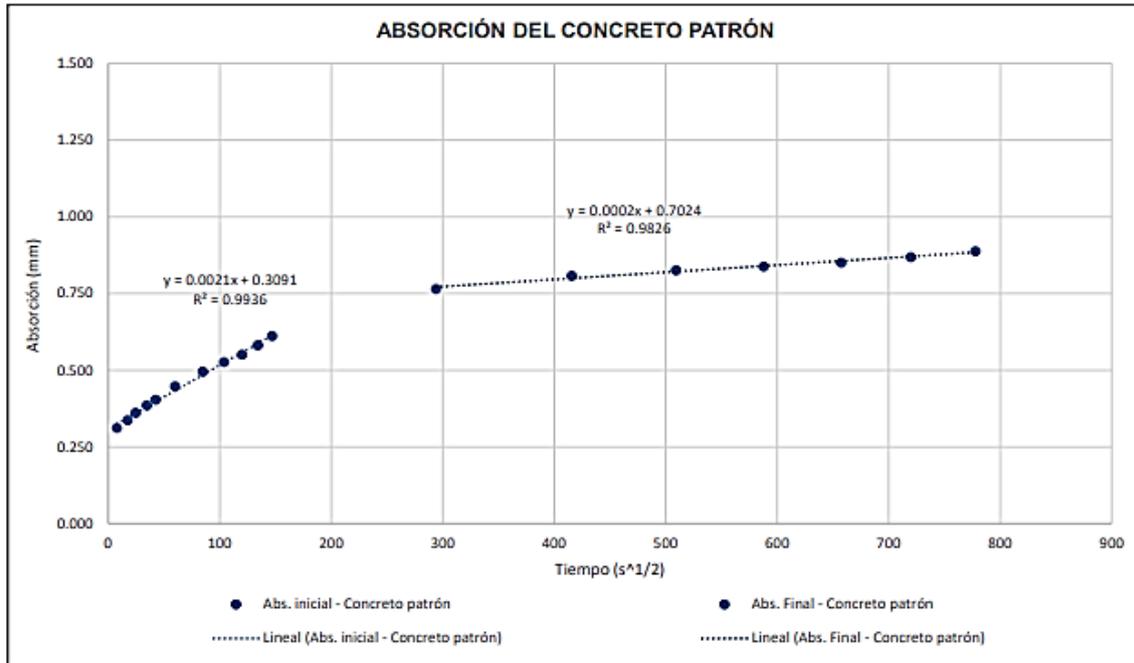


Nota: Se muestran los promedios de los resultados de resistencia a la compresión obtenidos a la edad de 28 días, en la cual se observa un descenso constante a medida que aumentan los porcentajes de perlita en el concreto.

3.4. Succión capilar

Figura 6.

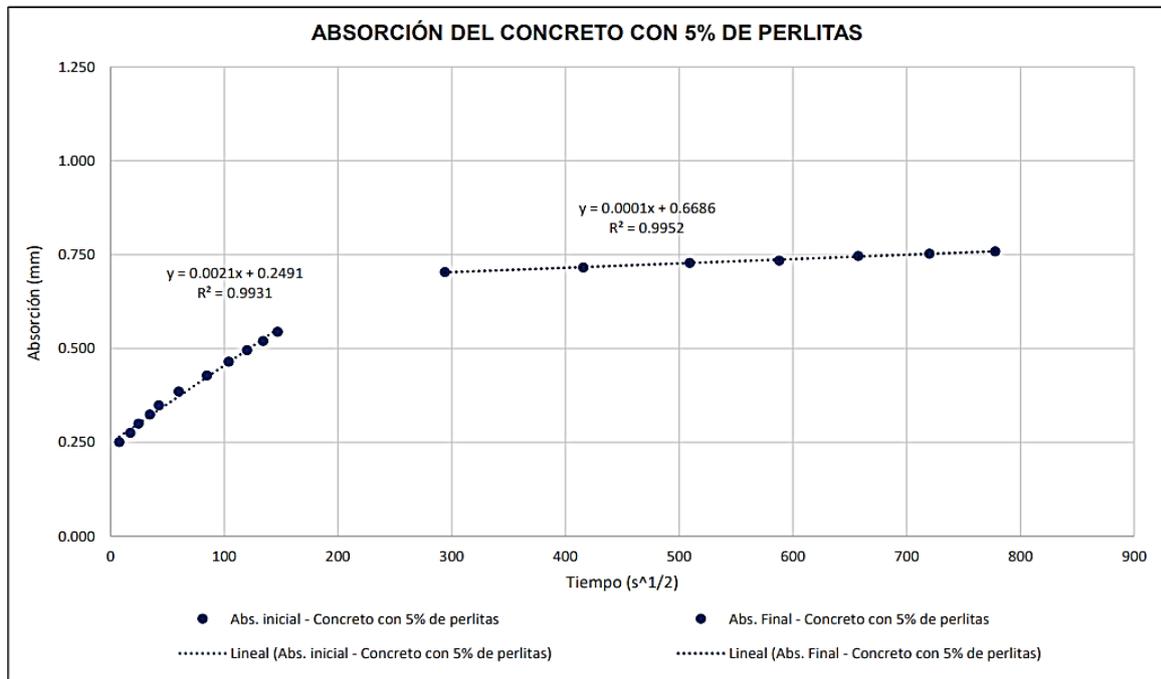
Absorción del concreto patrón.



Nota: Se presenta los resultados del ensayo de absorción del concreto patrón, se observa que la velocidad de absorción en los periodos de 0 a 6 horas y del primer día al octavo día, se encuentra en aumento estando por encima de los 0.750 mm. en la absorción final.

Figura 7.

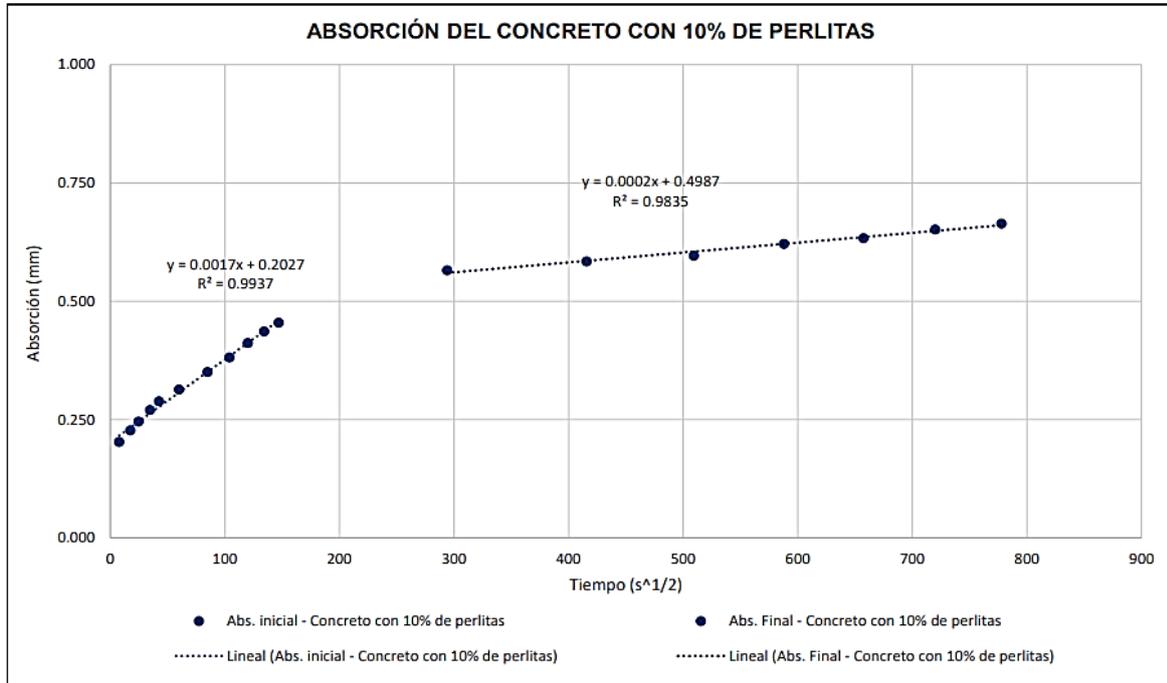
Absorción del concreto con 5% de perlita.



Nota: Se presenta los resultados del ensayo de absorción del concreto con 5% de perlita, se observa que la velocidad de absorción en los periodos de 0 a 6 horas y del primer día al octavo día, se encuentra en aumento estando entre 0.500 mm. y 0.750 mm. en la absorción final.

Figura 8.

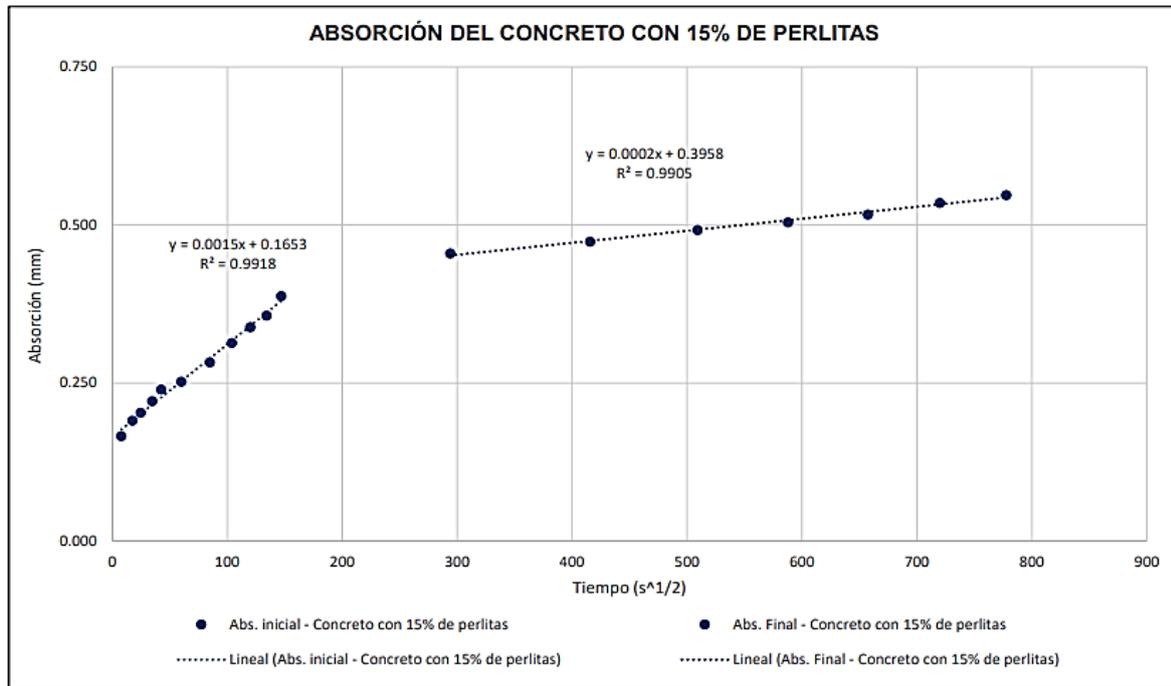
Absorción del concreto con 10% de perlita.



Nota: Se presenta los resultados del ensayo de absorción del concreto con 5% de perlita, se observa que la velocidad de absorción en los periodos de 0 a 6 horas y del primer día al octavo día, se encuentra en aumento estando entre 0.500 mm. y 0.750 mm. en la absorción final.

Figura 9.

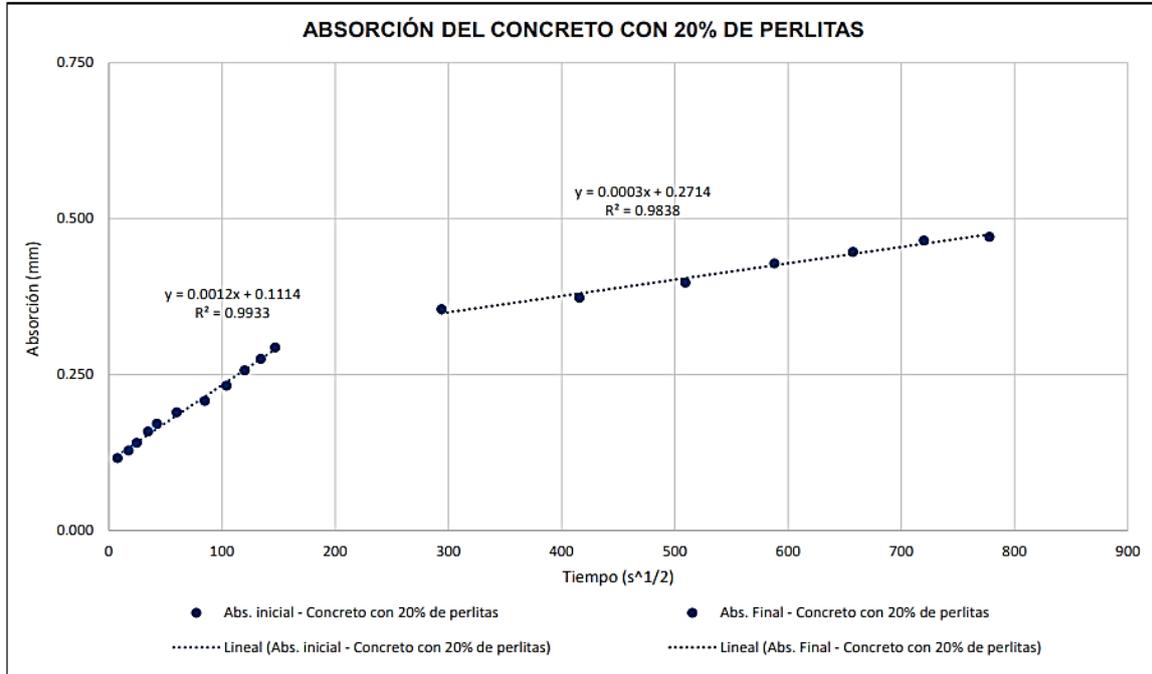
Absorción del concreto con 15% de perlita.



Nota: Se presenta los resultados del ensayo de absorción del concreto con 5% de perlita, se observa que la velocidad de absorción en los periodos de 0 a 6 horas y del primer día al octavo día, se encuentra en aumento estando entre 0.250 mm. y 0.750 mm. en la absorción final.

Figura 10.

Absorción del concreto con 20% de perlita.



Nota: Se presenta los resultados del ensayo de absorción del concreto con 5% de perlita, se observa que la velocidad de absorción en los periodos de 0 a 6 horas y del primer día al octavo día, se encuentra en aumento estando entre 0.250 mm. y 0.500 mm. en la absorción final.

3.5. Prueba de Hipótesis

3.5.1. Análisis de distribución normal

Tabla 18.

Prueba de Normalidad de resistencia a la compresión a 3 días de curado.

| Shapiro-Wilk | | | |
|---------------------|-------------|----|-------|
| Concreto | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 0.832 | 3 | 0.194 |
| 5% Perlas | 0.998 | 3 | 0.915 |

| | | | |
|------------|-------|---|-------|
| 10% Perlas | 0.936 | 3 | 0.510 |
| 15% Perlas | 0.807 | 3 | 0.132 |
| 20% Perlas | 0.750 | 3 | 0.174 |

Nota: Se muestra la prueba de normalidad denominada Shapiro Wilk para la resistencia a la compresión a la edad de 3 días de curado, donde se observa una significancia mayor al 5%, por lo que podemos aceptar la hipótesis nula, la que nos dice que la muestra se distribuye de manera normal.

Tabla 19.

Prueba de Normalidad de resistencia a la compresión a 7 días de curado.

| Shapiro-Wilk | | | |
|---------------------|-------------|----|-------|
| Concreto | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 0.996 | 3 | 0.878 |
| 5% Perlas | 0.991 | 3 | 0.817 |
| 10% Perlas | 0.942 | 3 | 0.537 |
| 15% Perlas | 0.964 | 3 | 0.637 |
| 20% Perlas | 0.980 | 3 | 0.726 |

Nota: Se muestra la prueba de normalidad denominada Shapiro Wilk para la resistencia a la compresión a la edad de 7 días de curado, donde se observa una significancia mayor al 5%, por lo que podemos aceptar la hipótesis nula, la que nos dice que la muestra se distribuye de manera normal.

Tabla 20.

Prueba de Normalidad de resistencia a la compresión a 28 días de curado.

| Shapiro-Wilk | | | |
|---------------------|-------------|----|-------|
| Concreto | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 0.979 | 6 | 0.949 |
| 5% Perlas | 0.957 | 6 | 0.792 |
| 10% Perlas | 0.921 | 6 | 0.515 |
| 15% Perlas | 0.886 | 6 | 0.297 |

| | | | |
|------------|-------|---|-------|
| 20% Perlas | 0.904 | 6 | 0.400 |
|------------|-------|---|-------|

Nota: Se muestra la prueba de normalidad denominada Shapiro Wilk para la resistencia a la compresión a la edad de 28 días de curado, donde se observa una significancia mayor al 5%, por lo que podemos aceptar la hipótesis nula, la que nos dice que la muestra se distribuye de manera normal.

Tabla 21.

Prueba de Normalidad de densidad a 28 días de curado.

| Shapiro-Wilk | | | |
|---------------------|-------------|----|-------|
| Concreto | Estadístico | gl | Sig. |
| Patrón | 0.881 | 3 | 0.328 |
| 5% Perlas | 0.750 | 3 | 0.000 |
| 10% Perlas | 0.964 | 3 | 0.637 |
| 15% Perlas | 0.997 | 3 | 0.900 |
| 20% Perlas | 0.750 | 3 | 0.000 |

Nota: Se muestra la prueba de normalidad denominada Shapiro Wilk para la densidad a la edad de 28 días de curado, donde se observa una significancia mayor al 5%, por lo que podemos aceptar la hipótesis nula, la que nos dice que la muestra se distribuye de manera normal.

3.5.2. Análisis de varianza

Tabla 22.

Análisis de varianza de resistencia a la compresión a 3 días de curado.

| Anova de un factor | | | | | |
|---------------------------|-------------------|----|------------------|--------|-------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | 2791.733 | 4 | 697.933 | 10.047 | 0.002 |

| | | | |
|------------------|----------|----|--------|
| Dentro de grupos | 694.667 | 10 | 69.467 |
| Total | 3486.400 | 14 | |

Nota: Se muestra la prueba Anova de un factor que es de tipo paramétrica para la resistencia a la compresión a la edad de 3 días de curado, esto después de verificar la distribución normal mediante la prueba de normalidad (Shapiro Wilk), teniendo en cuenta el valor de significancia es menor al 5%, por ello se acepta la hipótesis de alternativa, la que nos indica que existe diferencia significativa entre la varianza poblacional y la varianza hipotética.

Tabla 23.

Análisis de varianza de resistencia a la compresión a 7 días de curado.

| Anova de un factor | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----|---------------------|--------|-------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | 3709.333 | 4 | 927.333 | 23.145 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 400.667 | 10 | 40.067 | | |
| Total | 4110.000 | 14 | | | |

Nota: Se muestra la prueba Anova de un factor que es de tipo paramétrica para la resistencia a la compresión a la edad de 7 días de curado, esto después de verificar la distribución normal mediante la prueba de normalidad (Shapiro Wilk), teniendo en cuenta el valor de significancia es menor al 5%, por ello se acepta la hipótesis de alternativa, la que nos indica que existe diferencia significativa entre la varianza poblacional y la varianza hipotética.

Tabla 24.

Análisis de varianza de resistencia a la compresión a 28 días de curado.

| Anova de un factor | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----|---------------------|--------|-------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | 5425.800 | 4 | 1356.450 | 22.874 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 1482.500 | 25 | 59.300 | | |
| Total | 6908.300 | 29 | | | |

Nota: Se muestra la prueba Anova de un factor que es de tipo paramétrica para la resistencia a la compresión a la edad de 28 días de curado, esto después de verificar la distribución normal mediante la prueba de normalidad (Shapiro Wilk), teniendo en cuenta el valor de significancia es menor al 5%, por ello se acepta la hipótesis de alternativa, la que nos indica que existe diferencia significativa entre la varianza poblacional y la varianza hipotética.

Tabla 25.

Análisis de varianza de densidad a 3 días de curado.

| Anova de un factor | | | | | |
|---------------------------|----------------------|----|---------------------|--------|-------|
| | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F | Sig. |
| Entre grupos | 7724.267 | 4 | 1931.067 | 29.497 | 0.000 |
| Dentro de grupos | 654.667 | 10 | 65.467 | | |
| Total | 8378.933 | 14 | | | |

Nota: Se muestra la prueba Anova de un factor que es de tipo paramétrica para densidad a la edad de 28 días de curado, esto después de verificar la distribución normal mediante la prueba de normalidad (Shapiro Wilk), teniendo en cuenta el valor de significancia es menor

al 5%, por ello se acepta la hipótesis de alternativa, la que nos indica que existe diferencia significativa entre la varianza poblacional y la varianza hipotética.

3.5.3. Post Prueba

Tabla 26.

Post prueba de resistencia a la compresión a 3 días de curado.

| HSD Tukey^a | | | |
|------------------------------|---|------------------------------|----------|
| TIPO DE CONCRETO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| 20%PERLAS | 3 | 116.6667 | |
| 15%PERLAS | 3 | 126.6667 | |
| 5%PERLAS | 3 | 133.3333 | |
| 10%PERLAS | 3 | 134.3333 | |
| PATRÓN | 3 | | 158.0000 |
| Sig. | | 0.145 | 1.000 |

Nota: Se muestra la post prueba paramétrica HSD Tukey^a para la resistencia a la compresión a la edad de 3 días de curado, esta nos confirma la hipótesis planteada al inicio de la investigación, la cual nos indica que la perlita influye significativamente en la variable antes mencionada, todo esto gracias a la ayuda de la agrupación por subconjuntos.

Tabla 27.

Post prueba de resistencia a la compresión a 7 días de curado.

| HSD Tukey^a | | | | |
|------------------------------|---|------------------------------|-----------|---|
| TIPO DE CONCRETO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | |
| | | 1 | 2 | 3 |
| 20%PERLAS | 3 | 153.3333 | | |
| 15%PERLAS | 3 | 156.6667 | | |
| 10%PERLAS | 3 | | 176 | |
| 5%PERLAS | 3 | | 177.33333 | |

| | | | | |
|--------|---|-------|-------|-----------|
| PATRÓN | 3 | | | 196.66667 |
| Sig. | | 0.964 | 0.999 | 1 |

Nota: Se muestra la post prueba paramétrica HSD Tukey^a para la resistencia a la compresión a la edad de 7 días de curado, esta nos confirma la hipótesis planteada al inicio de la investigación, la cual nos indica que la perlita influye significativamente en la variable antes mencionada, todo esto gracias a la ayuda de la agrupación por subconjuntos.

Tabla 28.

Post prueba de resistencia a la compresión a 28 días de curado.

| HSD Tukey^a | | | | | |
|------------------------------|---|------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| TIPO DE CONCRETO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | | | |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 20%PERLAS | 6 | 217.3333 | | | |
| 15%PERLAS | 6 | 221.8333 | 221.83333 | | |
| 10%PERLAS | 6 | | 232 | 232 | |
| 5%PERLAS | 6 | | | 236.5 | |
| PATRÓN | 6 | | | | 255.83333 |
| Sig. | | 0.847 | 0.182 | 0.8473589 | 1 |

Nota: Se muestra la post prueba paramétrica HSD Tukey^a para la resistencia a la compresión a la edad de 28 días de curado, esta nos confirma la hipótesis planteada al inicio de la investigación, la cual nos indica que la perlita influye significativamente en la variable antes mencionada, todo esto gracias a la ayuda de la agrupación por subconjuntos.

Tabla 29.

Post prueba de densidad a 28 días de curado.

| HSD Tukey^a | | | |
|------------------------------|---|------------------------------|-----------|
| TIPO DE CONCRETO | N | Subconjunto para alfa = 0.05 | |
| | | 1 | 2 |
| 20%PERLAS | 3 | 2093.6667 | |
| 15%PERLAS | 3 | 2111.0000 | |
| 10%PERLAS | 3 | | 2136.6667 |
| 5%PERLAS | 3 | | 2144.3333 |
| PATRÓN | 3 | | 2155.6667 |
| Sig. | | 0.139 | 0.095 |

Nota: Se muestra la post prueba paramétrica HSD Tukey^a para la densidad a la edad de 28

días de curado, esta nos confirma la hipótesis planteada al inicio de la investigación, la cual nos indica que la perlita influye significativamente en la variable antes mencionada, todo esto gracias a la ayuda de la agrupación por subconjuntos.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

Se llevó a cabo la caracterización de los agregados fino y grueso extraídos de la cantera El Milagro, ubicada en Trujillo. Se iniciaron las pruebas con el agregado fino, comenzando por el análisis granulométrico según la norma NTP.400.012. Los resultados de este análisis mostraron que los porcentajes de partículas que pasan la malla se encuentran dentro de los límites establecidos por la norma NTP.400.037.

El módulo de finura del agregado fino resultó ser de 2.50, cumpliendo con el rango establecido de la norma que oscila entre 2.3 y 3.1. Esto clasifica al agregado como arena gruesa. Los ensayos restantes ejecutados para este no tienen límites o rangos específicos establecidos en la norma, lo que significa que los resultados se pueden utilizar para la formulación de diseños de mezcla de concreto u otros materiales sin restricciones. En el caso del agregado grueso, el análisis granulométrico lo rige la norma NTP.400.012, mostró que el primer peso retenido se encuentra en el tamiz de $\frac{3}{4}$ ", que corresponde a su tamaño máximo nominal. Además, los porcentajes de partículas que pasan por los tamices se ajustan a los rangos definidos para un agregado de Huso 67 en la norma NTP.400.037. Los otros ensayos efectuados a este agregado no tienen límites o rangos establecidos, por lo tanto, los valores obtenidos de estos ensayos se pueden utilizar directamente en la elaboración del diseño de mezcla. En base en los resultados obtenidos durante la caracterización de los agregados, y con la ayuda de la información proporcionada en la ficha técnica del cemento y del aditivo utilizado, se llevaron a cabo la elaboración de cinco diseños de mezcla, uno sin aditivo y los demás con porcentajes de perlita al 5%, 10%, 15% y 20%, los cuales fueron proyectados para un $f'c=210/cm^2$; desde la tabla N° 38 hasta la N° 42 se muestran los valores de densidad

a los 28 días de curado, logrando observar una disminución a medida que se van incrementando los porcentajes de perlita; teniendo en cuenta que el valor más alto se da con la adición de 5% de perlita; desde la tabla N° 43 hasta la N° 57 se evidencian los valores de la resistencia a la compresión a las edades de 3, 7 y 28 días de curado; teniendo en cuenta que el valor más óptimo se da con la adición de 5% de perlita; para todas las edades; desde la tabla N°58 hasta la N° 67 se observan los valores de succión capilar a los 28 días de curado, evidenciando una disminución en la velocidad de absorción conforme aumenta la incorporación de perlita, obteniendo el valor más óptimo en la adición de 20% de perlita.

En la presente investigación, se planteó como objetivo principal, determinar la influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023; teniendo en cuenta algunos antecedentes, dentro de los cuales, se consideró primero a la investigación de Enriquez & Orbegoso (2020), quienes concluyeron que, emplear perlas de poliestireno de 5mm es posible, teniendo como valor más alto de resistencia a la compresión fue adicionando 0.5% de perla de poliestireno, el cual dio como promedio un valor de 95 kg/cm². Llegando a la conclusión que la incorporación de perla de poliestireno de 5mm al 0.5%, 1 %y 1.5% no cumpla con la resistencia para un concreto $f'c$ 210, la presente investigación se opone a dichos autores; pues a diferencia de ellos, la resistencia a la compresión cumplía con el $f'c=210$ kg/cm² a la edad de 28 días de curado en todos los porcentajes (5%, 10%, 15% y 20%).

En el siguiente antecedente de Ventura (2021), concluyó que adicionando el 15% de perlas de poliestireno, se logró una resistencia óptima y adicionando 20% de esta misma se obtuvo una resistencia mayor a la de diseño. El presente estudio corrobora, que la

incorporación de perlita al 15% y 20% superan la resistencia a la compresión de diseño $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$.

En el antecedente de la investigación de Chuquilín (2018), concluyó que a mayores porcentajes de perlas de poliestireno en lugar de agregado fino para un concreto liviano estructural genera una disminución en la resistencia a la compresión y para el asentamiento aumenta; todo ello, en comparación con la presente investigación, ayuda a reforzarlo, pues al igual que Chuquilín, se evidencio que conforme se aumentaba los porcentajes de perlita presentaba una disminución tanto en la resistencia a la compresión como en el asentamiento.

Por otro lado, Cruz & Trujillo (2022), quienes concluyeron que al agregar perlas de poliestireno al 0%, 0.10%, 0.15% y 0.20% generan una baja importante hacia la resistencia a la compresión; al igual que Chuquilín, la presente investigación refuerza que, sin importar los diferentes porcentajes de perlita, que en esta tesis fueron de 5%, 10%, 15% y 20%, igualmente se genera una disminución en la resistencia a la compresión a medida que se van aumentando los porcentajes.

Continuando con el antecedente de Acha (2018), concluyó que la mezcla presentó mejor resistencia a compresión simple fue ceniza de elaboración de ladrillo (CELU) 7%+ perlita expandida molida (PEM) 5%, superando a la mezcla testigo; realizando una comparación con la investigación de Acha, de acuerdo a sus valores obtenidos en su resistencia a la compresión simple incorporando esos aditivos se observa un incremento a medida que aumentan las edades de curado; a diferencia de la presente investigación que los valores de resistencia a la compresión incorporando perlita genera una disminución a medida que van aumentando las edades de curado.

Finalmente, se consideró como último antecedente a la investigación de Villareal & Toro (2019), quienes concluyeron que el reemplazo de diversos porcentajes de agregado fino por perlas de EPS influye de una manera inversamente proporcional a las propiedades físico-mecánicas del hormigón endurecido a la edad de 28 días; constatando lo expresado por Villareal & Toro; en la presente investigación, se realizó un reemplazo de agregado fino por el de perlita a diferentes porcentajes, obteniendo también valores inversamente proporcionales en la densidad y la resistencia a la compresión en todas las edades de curado.

La dificultad que más destacó en la presente investigación fue la búsqueda de la Norma Nacional que brinde información acerca del ensayo de succión capilar; por lo que tuvimos que recurrir a una norma extranjera, la cual fue ASTM C 1585-2004: Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes, la cual describe el procedimiento de prueba para evaluar la velocidad de absorción de agua en concretos de cemento hidráulico, midiendo cómo aumenta la masa del objeto debido a la absorción de agua a lo largo del tiempo, cuando sólo una superficie del espécimen es expuesta al agua.

Como implicancia de la presente investigación, en base a los resultados de los ensayos se logró probar la influencia de perlita sobre tres propiedades del concreto, siendo éstas la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar, estas tres son fundamentales si se trata de losas aligeradas. La densidad y la resistencia a la compresión, afecta de manera inversamente proporcional a las propiedades antes mencionadas en las edades de 3, 7 y 28 días para la resistencia a la compresión y de 28 días para la densidad. En el caso de la succión capilar se trabajó también a una de edad de 28 días, se evidenció la reducción de la velocidad de absorción conforme se incrementan los porcentajes de perlita en el concreto, siendo la

adición de 20% de perlita la que más impacto tiene con respecto al concreto patrón. Por último, se comprobó que la incorporación de perla de poliestireno tiende atrapar aire dentro de la estructura y funciona bien como aislante térmico ya que absorben agua, por lo cual se recomienda el uso de concreto con perlita en la construcción de losas aligeradas.

4.2. Conclusiones

- Se determinó la influencia del porcentaje de perlitas sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, llegando a la conclusión que la incorporación de perlita ocasiona una disminución en la resistencia a la compresión, en la densidad y succión capilar; a las edades de 3, 7 y 28 días para la resistencia a la compresión, a la edad de 28 días para la densidad y succión capilar ; con respecto a los valores obtenidos en el concreto patrón.
- Se realizó la caracterización de agregados provenientes de la cantera El Milagro, situada en la ciudad de Trujillo, los ensayos realizados a los agregados fino y grueso fueron regidos según lo indicado en las NTP. El agregado fino, presentó un peso unitario suelto 1645 kg/m^3 , un peso compactado de 1840 kg/m^3 , un peso específico de 2480 kg/m^3 , un módulo de finura de 2.50, además de un porcentaje de absorción de 1.7 y un porcentaje de humedad de 2. Por otro lado, en el agregado grueso se obtuvo un peso unitario suelto 1568 kg/m^3 , un peso compactado de 1722 kg/m^3 , un peso específico de 2500 kg/m^3 , un módulo de finura de 6.54, finalmente un porcentaje de absorción de 1.2 y un porcentaje de humedad de 1.1, el tamaño máximo nominal obtenido fue de $\frac{3}{4}$ ".
- Se obtuvo el diseño de mezcla para una resistencia estructural de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$; se elaboraron cinco diseños de mezclas, uno como concreto patrón y los demás reemplazando 5%, 10%, 15% y 20% de perlita en el agregado fino.
- Se determinó la densidad del concreto a la edad de 28 días, según la NTP.339.604, 2002; estos resultados permiten concluir que conforme se aumentan los porcentajes

de perlita, se genera una disminución en los valores de densidad con respecto al concreto patrón.

- Se determinó la resistencia a la compresión del concreto a las edades de 3, 7 y 28 días, según la NTP.339.034, 2015; estos resultados permiten concluir que conforme se aumentan los porcentajes de perlita, se genera una disminución en los valores de resistencia con respecto al concreto patrón.
- Se determinó la succión capilar a la edad de 28 días, según la ASTM C1585-2007; en presencia a los valores obtenidos expresados mediante tablas y gráficas, se observa la reducción de la velocidad de absorción conforme aumenta la incorporación de los porcentajes de perlita con respecto al concreto patrón.

4.3. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar el aditivo perlita para la elaboración de concreto liviano en losas aligeradas, ya que logró demostrar una disminución en la densidad, así mismo, logra alcanzar un valor mayor al $f^c=210$ kg/cm²; siendo estas unas características importantes para la elaboración de losas aligeradas.
- Se recomienda realizar una evaluación para concretos que tengan mayores porcentajes de perlita, ya que, en esta investigación solo se trabajó hasta el 20% de perlita, todo con el fin de determinar si influye de manera positiva o negativamente en las propiedades mencionadas anteriormente; así mismo se sugiere emplear otros aditivos como micro sílice, piedra pómez, entre otros.
- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil emplear la presente investigación como base para el estudio de otras propiedades del concreto, tales como la consistencia normal, aislamiento térmico, trabajabilidad, entre otros; y cómo influye la incorporación de perlita en estos.
- Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil que se involucren y fomenten la investigación, ya que de esta manera podrán demostrar cómo se comporta la unidad en estudio ante diferentes factores o situaciones. Esto, a su vez, abrirá la puerta a nuevas líneas de investigación y proporcionará una base para futuros estudios.

REFERENCIAS

- Acha J. (2018). *Propiedades físico-mecánicas de morteros de cemento elaborados con ceniza de elaboración de ladrillo y perlita expandida*. [Tesis de pregrado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. Obtenido de http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/7664
- Arias U. (2018). *Resistencia del concreto $f'c=210$ kg/cm² con sustitución de 15% por cemento por ceniza de hoja de espino*. [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. Obtenido de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/10398>
- ASTM C1585 – 04. (2007). *Standard Test Method for Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic-Cement Concretes*. Estados Unidos.
- Chuquilín J. (2018). *Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a la compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/14821>
- Cordero G., Cárdenas J. & Rojas J. (2018). Diseño de mezclas de concreto aplicando el método ACI. *Universidad Francisco de Paula Santander*, 99, 23-32. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/1380>
- Cruz P. & Trujillo A. (2022). *Efecto de adición de perlas de poliestireno expandido en la resistencia a la compresión del concreto $F'c=220$ kg/Cm², en Trujillo,2022*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/110527>

Cruzado J. (2022). *Influencia del aditivo Sika WT-200P en la resistencia a la compresión y permeabilidad de concretos para estructuras hidráulicas, Trujillo 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/31731>

Enriquez V. & Orbegoso J. (2020). *Diseño de un concreto celular con la aplicación de perlas de poliestireno para mejorar la resistencia a compresión. Tarapoto, 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/54623>

INACAL. (2015). *Norma Técnica Peruana. 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas*. Perú. <https://doku.pub/documents/ntp-339034-metodo-de-ensayo-normalizado-para-la-determinacion-de-la-resistencia-a-la-compresion-del-concreto-en-muestras-cilindricas-408g7zr6o7qx>

INACAL. (2014). *Norma Técnica Peruana. 339.035. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto del cemento portland*. Perú.

INACAL. (2014). *Norma Técnica Peruana. 339.184. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto)*. Perú.

INACAL. (2008). *Norma Técnica Peruana 339.046. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto)*. Perú.

INACAL. (2014). *Norma Técnica Peruana 400.012. Análisis granulométrico del agregado grueso, fino y global*. Perú.

INACAL. (2014). *Norma Técnica Peruana 400.017. Método de ensayo para determinar es peso unitario del agregado*. Perú.

INACAL. (2014). *Norma Técnica Peruana 400.021. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso*. Perú.

INACAL. (2014). *Norma Técnica Peruana. 400.022. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino*. Perú.

INACAL. (2014). *Norma Técnica Peruana. 400.037. AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Perú.

Taus V. & Zega C. (2006). Succión capilar en hormigones reciclados expuestos a diferentes condiciones de curado. *Comisión de Investigaciones Científicas*, 13, 21-30.
<https://digital.cic.gba.gob.ar/items/d4add1c4-2ba1-4756-b05b-24a28033080d%7D>

Valdez L. & Suárez G. (2010). *Hormigones Livianos*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Obtenido de [https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10620/1/Hormigones%20livianos%20\(%20Luis%20Valdez-Gabriel%20Suarez\).pdf](https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10620/1/Hormigones%20livianos%20(%20Luis%20Valdez-Gabriel%20Suarez).pdf)

Vásquez V. (2021). *Influencia del aditivo espumante y microsíllice sobre el peso unitario y resistencia a compresión del concreto para la obtención de concreto ligero estructural, Trujillo 2021*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte].
<https://hdl.handle.net/11537/28567>

Ventura E. (2021). *Evaluación de perlas de poliestireno en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para losas aligeradas, Chiclayo*. [Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo]. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86156>

Villareal G. & Toro E. (2019). *Análisis comparativo de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón alivianado con poliestireno expandido con relación a un hormigón de peso normal*. [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica de Ecuador].

Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/items/f8d8cc0e-ea3b-40f4-88d0-4cf56d6581ee>

ANEXOS

ANEXO N°1. Desarrollo de tesis

▪ Granulometría de los agregados

Tabla 30.

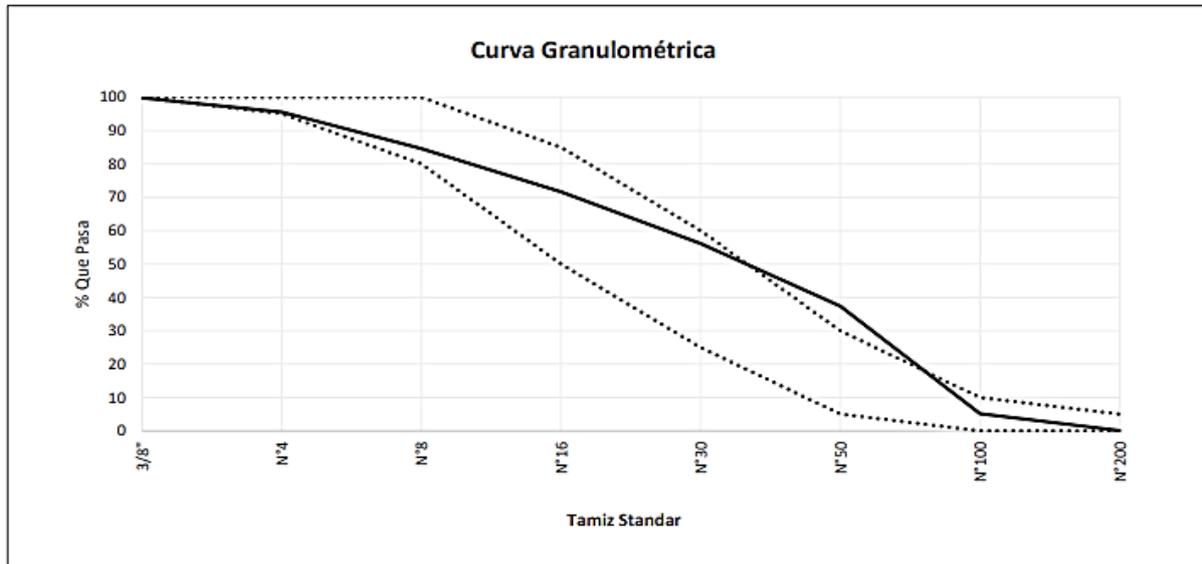
Granulometría del agregado fino.

| Tamiz | Abert. (mm) | Peso Ret. (gr) | % Ret Parcial (%) | Ret Acumulado (%) | % Que Pasa (%) | NTP. 400.037 | |
|--------|----------------|----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|--------------|--------|
| | | | | | | Mínimo | Máximo |
| 3/8" | 9.500 | 1.0 | 0.2 | 0.2 | 99.8 | 100 | 100 |
| N° 4 | 4.750 | 21.2 | 4.2 | 4.4 | 95.6 | 95 | 100 |
| N° 8 | 2.360 | 54.8 | 11.0 | 15.4 | 84.6 | 80 | 100 |
| N° 16 | 1.180 | 64.8 | 13.0 | 28.4 | 71.6 | 50 | 85 |
| N° 30 | 0.600 | 77.5 | 15.5 | 43.9 | 56.1 | 25 | 60 |
| N° 50 | 0.300 | 93.7 | 18.7 | 62.6 | 37.4 | 5 | 30 |
| N° 100 | 0.150 | 161.2 | 32.2 | 94.8 | 5.2 | 0 | 10 |
| N° 200 | 0.075 | 25.4 | 5.1 | 99.9 | 0.1 | 0 | 5 |
| Fondo | | 0.4 | 0.1 | 100.0 | 0.0 | - | - |
| | | 500.0 | 100.0 | | | - | - |

Nota: Se evidencia la granulometría del agregado fino.

Figura 11.

Curva granulométrica del agregado fino.



Nota: Se evidencia la curva Granulométrica del agregado fino.

Tabla 31.

Granulometría del agregado grueso.

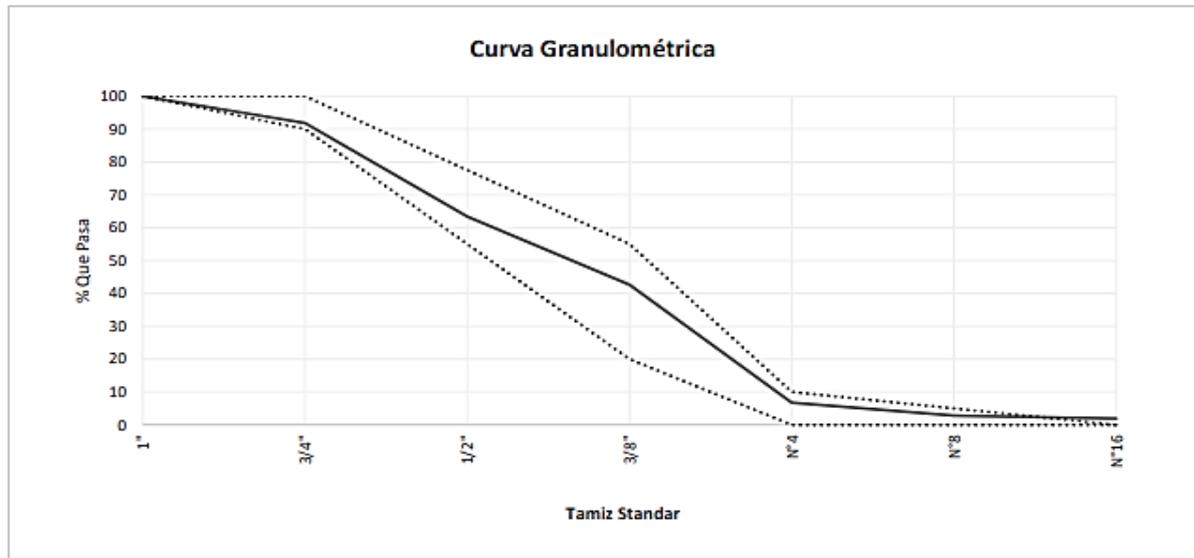
| Tamiz | Abert. (mm) | Peso Ret. (gr) | % Ret Parcial (%) | Ret Acumulado (%) | % Que Pasa (%) | NTP. 400.037 | |
|--------|----------------|-------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|--------------|--------|
| | | | | | | Mínimo | Máximo |
| 1 1/2" | 37.50 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | | |
| 1" | 25.00 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 100 | 100 | 100 |
| 3/4" | 19.00 | 408.8 | 8.2 | 8.2 | 91.8 | 90 | 100 |
| 1/2" | 12.50 | 1420.0 | 28.4 | 36.6 | 63.4 | | |
| 3/8" | 9.50 | 1038.2 | 20.8 | 57.4 | 42.6 | 20 | 55 |
| Nº | 4.75 | 1790.4 | 35.8 | 93.2 | 6.8 | 0 | 10 |
| Nº8 | 2.36 | 196.7 | 3.9 | 7.2 | 2.8 | 0 | 5 |
| Nº16 | 1.18 | 45.9 | 0.9 | 98.1 | 1.9 | | |
| Fondo | | 95.1 | 1.9 | 100.0 | 0.0 | | |
| | | 4995.1 | 100.0 | | | | |

Nota: Se evidencia la granulometría del agregado grueso.

Figura

12.

Curva granulométrica del agregado grueso.



Nota: Se evidencia la curva Granulométrica del agregado grueso.

▪ **Humedad de los agregados**

Tabla 32.

Contenido de humedad del agregado fino.

| Descripcion | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|----------|------------|------------|------------|------------|
| Peso del recipiente | gr. | 0 | 0 | 0 | |
| Peso del recipiente + muestra humeda | gr. | 500 | 500 | 500 | |
| Peso del recipiente + muestra seca | gr. | 489.7 | 490.7 | 489.7 | |
| Peso de muestra humeda | gr. | 500 | 500 | 500 | |
| Peso de muestra seca | gr. | 489.7 | 490.7 | 489.7 | |
| Peso del agua | gr. | 10 | 9 | 10 | |
| Contenido de humedad | % | 2.1 | 1.9 | 2.1 | 2.0 |

Nota: Se muestran los resultados obtenidos de contenido de humedad del agregado fino.

Tabla 33.

Contenido de humedad del agregado grueso.

| Descripcion | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|--------------------------------------|----------|------------|------------|------------|
| Peso del recipiente | gr. | 283.1 | 282.6 | |
| Peso del recipiente + muestra humeda | gr. | 4317.6 | 4327.4 | |
| Peso del recipiente + muestra seca | gr. | 4271.9 | 4283.3 | |
| Peso de muestra humeda | gr. | 4034.5 | 4044.8 | |
| Peso de muestra seca | gr. | 3988.8 | 4000.7 | |
| Peso del agua | gr. | 45.7 | 44.1 | |
| Contenido de humedad | % | 1.1 | 1.1 | 1.1 |

Nota: Se muestran los resultados obtenidos de contenido de humedad del agregado grueso.

▪ **Peso unitario de los agregados**

Tabla 34.

Peso unitario del agregado fino.

| Descripcion | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|---|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Peso del recipiente + muestra suelta | kg | 21.540 | 21.520 | 21.540 | |
| Peso del recipiente + muestra apisonada | kg | 23.280 | 23.320 | 23.320 | |
| Peso del recipiente | kg | 6.560 | 6.560 | 6.560 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 14.980 | 14.960 | 14.980 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 16.720 | 16.760 | 16.760 | |
| Volumen del recipiente | m ³ | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m³ | 1.646 | 1.644 | 1.646 | 1.645 |
| Peso unitario compactado | kg/m³ | 1.837 | 1.842 | 1.842 | 1.840 |

Nota: Se muestra el peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

Tabla 35.

Peso unitario del agregado grueso.

| Descripcion | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|------|----------|----------|----------|----------|
| Peso del recipiente + muestra suelta | kg | 20.800 | 20.780 | 20.840 | |

| | | | | | |
|---|-------------------------|--------|--------|--------|-------------|
| Peso del recipiente + muestra apisonada | kg | 22.200 | 22.220 | 22.220 | |
| Peso del recipiente | kg | 6.540 | 6.540 | 6.540 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 14.260 | 14.240 | 14.300 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 15.660 | 15.680 | 15.680 | |
| Volumen del recipiente | m ³ | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m³ | 1567 | 1565 | 1571 | 1568 |
| Peso unitario compactado | kg/m³ | 1721 | 1723 | 1723 | 1722 |

Nota: Se muestra el peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.

▪ **Peso específico y absorción de los agregados**

Tabla 36.

Peso específico y absorción del agregado fino.

| Descripcion | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|---|--------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Peso de la muestra seca en horno al aire | gr. | 491.5 | 490.1 | |
| Peso del picnómetro lleno de agua | gr. | 1438.8 | 1438.8 | |
| Peso del picnómetro lleno de muestra y agua | gr. | 1740.4 | 1738.9 | |
| Peso de la muestra en estado SSS | gr. | 500 | 498.3 | |
| Peso específico base seca | gr/cm³ | 2.48 | 2.47 | 2.48 |
| Peso específico base SSS | gr/cm ⁴ | 2.52 | 2.51 | 2.52 |
| Absorción | % | 1.7 | 1.7 | 1.7 |

Nota: Se muestra el peso específico y absorción del agregado fino.

Tabla 37.

Peso específico y absorción del agregado grueso.

| Descripcion | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|--|-------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Peso de la muestra seca en horno al aire | gr. | 3078 | 3329 | |
| Peso de la muestra en estado SSS al aire | gr. | 3115 | 3365 | |
| Peso de la muestra saturada en agua | gr. | 1884 | 2027 | |

| | | | | |
|----------------------------------|--------------------|------|------|-------------|
| Peso específico base seca | gr/cm ³ | 2.5 | 2.49 | 2.50 |
| Peso específico base SSS | gr/cm ³ | 2.53 | 2.51 | 2.52 |
| Absorción | % | 1.2 | 1.1 | 1.2 |

Nota: Se muestra el peso específico y absorción del agregado grueso.

▪ **Densidad del concreto**

Tabla 38.

Densidad de concreto patrón a 28 días de curado.

| MUESTRA | DESCRIPCIÓN | PESO | DENSIDAD PROMEDIO | |
|---------|---------------------|------|-------------------|------|
| PTR-01 | Peso sumergido (Wi) | 2183 | 2160 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3838 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3575 | | |
| PTR-02 | Peso sumergido (Wi) | 2196 | 2149 | 2156 |
| | Peso saturado (Ws) | 3893 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3646 | | |
| PTR-03 | Peso sumergido (Wi) | 2180 | 2158 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3854 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3611 | | |

Nota: Se muestran los resultados de densidad con 0% de perlitas.

Tabla 39.

Densidad de concreto con 5% de perlitas a 28 días de curado.

| MUESTRA | DESCRIPCIÓN | PESO | DENSIDAD PROMEDIO | |
|---------|---------------------|------|-------------------|------|
| PERL-01 | Peso sumergido (Wi) | 2146 | 2145 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3805 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3558 | | |
| PERL-02 | Peso sumergido (Wi) | 2138 | 2143 | 2145 |
| | Peso saturado (Ws) | 3813 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3590 | | |
| PERL-03 | Peso sumergido (Wi) | 2163 | 2145 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3855 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3629 | | |

Nota: Se muestran los resultados de densidad con 5% de perlitas.

Tabla 40.

Densidad de concreto con 10% de perlitas a 28 días de curado.

| MUESTRA | DESCRIPCIÓN | PESO | DENSIDAD | PROMEDIO |
|---------|---------------------|------|----------|----------|
| PERL-04 | Peso sumergido (Wi) | 2220 | 2137 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3897 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3584 | | |
| PERL-05 | Peso sumergido (Wi) | 2233 | 2135 | 2137 |
| | Peso saturado (Ws) | 3926 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3615 | | |
| PERL-06 | Peso sumergido (Wi) | 2217 | 2138 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3897 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3591 | | |

Nota: Se muestran los resultados de densidad con 10% de perlitas.

Tabla 41.

Densidad de concreto con 15% de perlitas a 28 días de curado.

| MUESTRA | DESCRIPCIÓN | PESO | DENSIDAD | PROMEDIO |
|---------|---------------------|------|----------|----------|
| PERL-07 | Peso sumergido (Wi) | 2142 | 2128 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3832 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3596 | | |
| PERL-08 | Peso sumergido (Wi) | 2083 | 2095 | 2111 |
| | Peso saturado (Ws) | 3754 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3499 | | |
| PERL-09 | Peso sumergido (Wi) | 2175 | 2110 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3896 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3631 | | |

Nota: Se muestran los resultados de densidad con 15% de perlitas.

Tabla 42.

Densidad de concreto con 20% de perlitas a 28 días de curado.

| MUESTRA | DESCRIPCIÓN | PESO | DENSIDAD | PROMEDIO |
|---------|---------------------|------|----------|----------|
| PERL-10 | Peso sumergido (Wi) | 2119 | 2096 | 2094 |
| | Peso saturado (Ws) | 3812 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3549 | | |
| PERL-11 | Peso sumergido (Wi) | 2106 | 2096 | |
| | Peso saturado (Ws) | 3776 | | |
| | Peso seco (Wd) | 3502 | | |

| | | | |
|---------|---------------------|------|------|
| | Peso sumergido (Wi) | 2076 | |
| PERL-12 | Peso saturado (Ws) | 3746 | 2089 |
| | Peso seco (Wd) | 3489 | |

Nota: Se muestran los resultados de densidad con 20% de perlitas.

▪ **Resistencia a la compresión del concreto**

Tabla 43.

Resistencia a la compresión de concreto patrón a 3 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PTR-01 | 10.15 | 80.9 | 138.8 | 175 |
| PTR-02 | 10.15 | 80.9 | 119.9 | 151 |
| PTR-03 | 10.15 | 81.7 | 118.5 | 148 |
| Resistencia promedio | | | | 158 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 44.

Resistencia a la compresión de concreto patrón a 7 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PTR-04 | 10.20 | 81.7 | 158.0 | 197 |
| PTR-05 | 10.20 | 81.7 | 153.8 | 192 |
| PTR-06 | 10.20 | 81.7 | 161.2 | 201 |
| Resistencia promedio | | | | 197 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 45.

Resistencia a la compresión de concreto patrón a 28 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PTR-07 | 10.20 | 81.7 | 208.6 | 260 |
| PTR-08 | 10.20 | 81.7 | 206.4 | 258 |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|------|-------|------------|
| PTR-09 | 10.20 | 81.7 | 203.6 | 254 |
| PTR-10 | 10.20 | 81.7 | 216.6 | 270 |
| PTR-11 | 10.20 | 81.7 | 201.6 | 252 |
| PTR-12 | 10.20 | 81.7 | 192.9 | 241 |
| Resistencia promedio | | | | 256 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 46.

Resistencia a la compresión de concreto con 5% de perlitas a 3 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-13 | 10.20 | 81.7 | 106.6 | 133 |
| PERL-14 | 10.20 | 81.7 | 102.0 | 127 |
| PERL-15 | 10.20 | 81.7 | 112.4 | 140 |
| Resistencia promedio | | | | 134 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 5% de perlita.

Tabla 47.

Resistencia a la compresión de concreto con 5% de perlitas a 7 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-16 | 10.20 | 81.7 | 143.0 | 178 |
| PERL-17 | 10.20 | 81.7 | 137.3 | 171 |
| PERL-18 | 10.20 | 81.7 | 146.5 | 183 |
| Resistencia promedio | | | | 178 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 5% de perlita.

Tabla 48.

Resistencia a la compresión de concreto con 5% de perlitas a 28 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-19 | 10.20 | 81.7 | 184.6 | 230 |
| PERL-20 | 10.20 | 81.7 | 188.7 | 236 |
| PERL-21 | 10.25 | 82.5 | 191.6 | 237 |
| PERL-22 | 10.25 | 82.5 | 184.4 | 228 |
| PERL-23 | 10.20 | 81.7 | 198.8 | 248 |
| PERL-24 | 10.25 | 82.5 | 194.4 | 240 |
| Resistencia promedio | | | | 236 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 5% de perlita.

Tabla 49.

Resistencia a la compresión de concreto con 10% de perlitas a 3 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-25 | 10.20 | 81.7 | 102.4 | 128 |
| PERL-26 | 10.20 | 81.7 | 108.7 | 136 |
| PERL-27 | 10.20 | 81.3 | 110.7 | 139 |
| Resistencia promedio | | | | 134 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 10% de perlita.

Tabla 50.

Resistencia a la compresión de concreto con 10% de perlitas a 7 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-28 | 10.20 | 81.7 | 143.9 | 180 |
| PERL-29 | 10.25 | 82.5 | 141.2 | 175 |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|------|-------|------------|
| PERL-30 | 10.20 | 81.7 | 138.4 | 173 |
| Resistencia promedio | | | | 176 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 10% de perlita.

Tabla 51.

Resistencia a la compresión de concreto con 10% de perlitas a 28 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-31 | 10.25 | 82.5 | 191.4 | 237 |
| PERL-32 | 10.20 | 81.7 | 176.0 | 220 |
| PERL-33 | 10.20 | 81.7 | 192.5 | 240 |
| PERL-34 | 10.30 | 83.3 | 188.1 | 230 |
| PERL-35 | 10.20 | 81.7 | 190.0 | 237 |
| PERL-36 | 10.20 | 81.7 | 182.7 | 228 |
| Resistencia promedio | | | | 232 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 10% de perlita.

Tabla 52.

Resistencia a la compresión de concreto con 15% de perlitas a 3 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-37 | 10.20 | 81.7 | 98.6 | 123 |
| PERL-38 | 10.20 | 81.7 | 97.5 | 122 |
| PERL-39 | 10.20 | 81.7 | 108.1 | 135 |
| Resistencia promedio | | | | 127 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 15% de perlita.

Tabla 53.

Resistencia a la compresión de concreto con 15% de perlitas a 7 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-40 | 10.30 | 83.3 | 130.3 | 159 |
| PERL-41 | 10.25 | 82.5 | 117 | 145 |
| PERL-42 | 10.25 | 82.5 | 134.3 | 166 |
| Resistencia promedio | | | | 157 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 15% de perlita.

Tabla 54.

Resistencia a la compresión de concreto con 15% de perlitas a 28 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-43 | 10.25 | 82.5 | 183.4 | 227 |
| PERL-44 | 10.20 | 81.7 | 179.7 | 224 |
| PERL-45 | 10.20 | 81.7 | 165.1 | 206 |
| PERL-46 | 10.15 | 80.9 | 178.1 | 224 |
| PERL-47 | 10.20 | 81.7 | 175.2 | 219 |
| PERL-48 | 10.20 | 81.7 | 185.1 | 231 |
| Resistencia promedio | | | | 222 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 15% de perlita.

Tabla 55.

Resistencia a la compresión de concreto con 20% de perlitas a 3 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|---------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-49 | 10.20 | 81.7 | 94.2 | 118 |
| PERL-50 | 10.20 | 81.7 | 93.2 | 116 |

| | | | | |
|-----------------------------|-------|------|------|------------|
| PERL-51 | 10.20 | 81.7 | 93.1 | 116 |
| Resistencia promedio | | | | 117 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 20% de perlita.

Tabla 56.

Resistencia a la compresión de concreto con 20% de perlitas a 7 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-52 | 10.25 | 82.5 | 124.7 | 154 |
| PERL-53 | 10.20 | 81.7 | 119.8 | 149 |
| PERL-54 | 10.20 | 81.7 | 126.2 | 157 |
| Resistencia promedio | | | | 154 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 20% de perlita.

Tabla 57.

Resistencia a la compresión de concreto con 20% de perlitas a 28 días de curado.

| Identificación de testigo | Diametro (cm) | Area (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la compresión (kg/cm ²) |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|-------------------|---|
| PERL-55 | 10.20 | 81.7 | 178.5 | 223 |
| PERL-56 | 10.20 | 81.7 | 177.3 | 221 |
| PERL-57 | 10.15 | 80.9 | 174.4 | 220 |
| PERL-58 | 10.20 | 81.7 | 170.5 | 213 |
| PERL-59 | 10.15 | 80.9 | 168.3 | 212 |
| PERL-60 | 10.20 | 81.7 | 160.4 | 200 |
| Resistencia promedio | | | | 215 |

Nota: Se evidencian los resultados del ensayo de resistencia a la compresión con 20% de perlita.

▪ Succión Capilar

Tabla 58.

Velocidad de absorción de Concreto patrón.

| Tiempo | Tiempo (s) | | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) |
|--------|------------|-----|----------|--------|-----------------------------|--------|----------------|--------|--------------------|
| | | | CP (1) | CP (2) | CP (1) | CP (2) | CP (1) | CP (2) | |
| 0 min | 0 | 0 | 897.4 | 874.9 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 899.8 | 877.6 | 2.40 | 2.70 | 0.294 | 0.330 | 0.312 |
| 5 min | 300 | 17 | 900.1 | 877.7 | 2.70 | 2.80 | 0.330 | 0.343 | 0.337 |
| 10 min | 600 | 24 | 900.3 | 877.9 | 2.90 | 3.00 | 0.355 | 0.367 | 0.361 |
| 20 min | 1200 | 35 | 900.5 | 878.1 | 3.10 | 3.20 | 0.379 | 0.392 | 0.385 |
| 30 min | 1800 | 42 | 900.6 | 878.3 | 3.20 | 3.40 | 0.392 | 0.416 | 0.404 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 901.0 | 878.6 | 3.60 | 3.70 | 0.441 | 0.453 | 0.447 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 901.4 | 879.0 | 4.00 | 4.10 | 0.490 | 0.502 | 0.496 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 901.6 | 879.3 | 4.20 | 4.40 | 0.514 | 0.538 | 0.526 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 901.8 | 879.5 | 4.40 | 4.60 | 0.538 | 0.563 | 0.551 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 902.1 | 879.7 | 4.70 | 4.80 | 0.575 | 0.587 | 0.581 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 902.4 | 879.9 | 5.00 | 5.00 | 0.612 | 0.612 | 0.612 |
| 1 día | 86400 | 294 | 903.9 | 880.9 | 6.50 | 6.00 | 0.795 | 0.734 | 0.765 |
| 2 día | 172800 | 416 | 904.3 | 881.2 | 6.90 | 6.30 | 0.844 | 0.771 | 0.808 |
| 3 día | 259200 | 509 | 904.3 | 881.5 | 6.90 | 6.60 | 0.844 | 0.808 | 0.826 |
| 4 día | 345600 | 588 | 904.4 | 881.6 | 7.00 | 6.70 | 0.857 | 0.820 | 0.838 |
| 5 día | 432000 | 657 | 904.5 | 881.7 | 7.10 | 6.80 | 0.869 | 0.832 | 0.851 |
| 6 día | 518400 | 720 | 904.7 | 881.8 | 7.30 | 6.90 | 0.893 | 0.844 | 0.869 |
| 7 día | 604800 | 778 | 904.8 | 882.0 | 7.40 | 7.10 | 0.906 | 0.869 | 0.887 |
| 8 día | 691200 | 831 | 904.9 | 882.1 | 7.50 | 7.20 | 0.918 | 0.881 | 0.899 |

Nota: Se muestran los tiempos trabajados para calcular la velocidad de absorción.

Tabla 59.

Datos de concreto patrón para el ensayo de Succión Capilar.

| # de Espécimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|------------|
| Espécimen 1 | CP-210-28D | 102.0 | 102.0 | 51.0 | 8171.3 | 897.4 | 12:00 p.m. |
| Espécimen 2 | CP-210-28D | 102.0 | 102.0 | 49.0 | 8171.3 | 874.9 | 12:00 p.m. |

Nota: Se muestran datos de los especímenes trabajados.

Tabla 60.

Velocidad de absorción de Concreto con 5% de perlitas a 28 días de curado.

| Tiempo | Tiempo (s) | | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) |
|--------|---------------|-----|----------|-------|-----------------------------------|------|-------------------|-------|--------------------------|
| | | | CE1 | CE1 | CE1 | CE1 | CE1 | CE1 | |
| | | | (1) | (2) | (1) | (2) | (1) | (2) | |
| 0 min | 0 | 0 | 928.8 | 926.9 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 930.9 | 928.9 | 2.10 | 2.00 | 0.257 | 0.245 | 0.251 |
| 5 min | 300 | 17 | 931.0 | 929.2 | 2.20 | 2.30 | 0.269 | 0.281 | 0.275 |
| 10 min | 600 | 24 | 931.2 | 929.4 | 2.40 | 2.50 | 0.294 | 0.306 | 0.300 |
| 20 min | 1200 | 35 | 931.4 | 929.6 | 2.60 | 2.70 | 0.318 | 0.330 | 0.324 |
| 30 min | 1800 | 42 | 931.6 | 929.8 | 2.80 | 2.90 | 0.343 | 0.355 | 0.349 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 931.8 | 930.2 | 3.00 | 3.30 | 0.367 | 0.404 | 0.385 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 932.2 | 930.5 | 3.40 | 3.60 | 0.416 | 0.441 | 0.428 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 932.6 | 930.7 | 3.80 | 3.80 | 0.465 | 0.465 | 0.465 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 932.8 | 931.0 | 4.00 | 4.10 | 0.490 | 0.502 | 0.496 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 933.0 | 931.2 | 4.20 | 4.30 | 0.514 | 0.526 | 0.520 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 933.2 | 931.4 | 4.40 | 4.50 | 0.538 | 0.551 | 0.545 |
| 1 día | 86400 | 294 | 934.5 | 932.7 | 5.70 | 5.80 | 0.698 | 0.710 | 0.704 |
| 2 día | 172800 | 416 | 934.5 | 932.9 | 5.70 | 6.00 | 0.698 | 0.734 | 0.716 |
| 3 día | 259200 | 509 | 934.6 | 933.0 | 5.80 | 6.10 | 0.710 | 0.747 | 0.728 |
| 4 día | 345600 | 588 | 934.6 | 933.1 | 5.80 | 6.20 | 0.710 | 0.759 | 0.734 |
| 5 día | 432000 | 657 | 934.7 | 933.2 | 5.90 | 6.30 | 0.722 | 0.771 | 0.747 |
| 6 día | 518400 | 720 | 934.7 | 933.3 | 5.90 | 6.40 | 0.722 | 0.783 | 0.753 |
| 7 día | 604800 | 778 | 934.8 | 933.3 | 6.00 | 6.40 | 0.734 | 0.783 | 0.759 |
| 8 día | 691200 | 831 | 934.8 | 933.4 | 6.00 | 6.50 | 0.734 | 0.795 | 0.765 |

Nota: Se muestran los tiempos trabajados para calcular la velocidad de absorción.

Tabla

61.

Datos de concreto con 5% de perlita para el ensayo de Succión Capilar.

| # de Especímen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|---------------|
| Especímen 1 | CE1-210- 28D | 102.0 | 102.0 | 41.0 | 8171.3 | 928.8 | 12:00 p.m. |
| Especímen 2 | CE1-210- 28D | 102.0 | 102.0 | 49.0 | 8171.3 | 926.9 | 12:00 p.m. |

Nota: Se muestran datos de los especímenes trabajados.

Tabla 62.

Velocidad de absorción de Concreto con 10% de perlitas a 28 días de curado.

| Tiempo | Tiempo (s) | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) | |
|--------|------------|----------|---------|----------------------|---------|----------------|---------|--------------------|-------|
| | | CE2 (1) | CE2 (2) | CE2 (1) | CE2 (2) | CE2 (1) | CE2 (2) | | |
| | | 0 min | 0 | 0 | 916.6 | 871.4 | 0.00 | | 0.00 |
| 1 min | 60 | 8 | 918.2 | 873.1 | 1.60 | 1.70 | 0.198 | 0.208 | 0.203 |
| 5 min | 300 | 17 | 918.4 | 873.3 | 1.80 | 1.90 | 0.222 | 0.233 | 0.227 |
| 10 min | 600 | 24 | 918.6 | 873.4 | 2.00 | 2.00 | 0.247 | 0.245 | 0.246 |
| 20 min | 1200 | 35 | 918.8 | 873.6 | 2.20 | 2.20 | 0.272 | 0.269 | 0.271 |
| 30 min | 1800 | 42 | 918.9 | 873.8 | 2.30 | 2.40 | 0.284 | 0.294 | 0.289 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 919.1 | 874.0 | 2.50 | 2.60 | 0.309 | 0.318 | 0.314 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 919.5 | 874.2 | 2.90 | 2.80 | 0.358 | 0.343 | 0.351 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 919.8 | 874.4 | 3.20 | 3.00 | 0.395 | 0.367 | 0.381 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 920.0 | 874.7 | 3.40 | 3.30 | 0.420 | 0.404 | 0.412 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 920.2 | 874.9 | 3.60 | 3.50 | 0.445 | 0.428 | 0.437 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 920.3 | 875.1 | 3.70 | 3.70 | 0.457 | 0.453 | 0.455 |
| 1 día | 86400 | 294 | 921.3 | 875.9 | 4.70 | 4.50 | 0.581 | 0.551 | 0.566 |
| 2 día | 172800 | 416 | 921.5 | 876.0 | 4.90 | 4.60 | 0.606 | 0.563 | 0.584 |
| 3 día | 259200 | 509 | 921.6 | 876.1 | 5.00 | 4.70 | 0.618 | 0.575 | 0.597 |
| 4 día | 345600 | 588 | 921.8 | 876.3 | 5.20 | 4.90 | 0.643 | 0.600 | 0.621 |
| 5 día | 432000 | 657 | 921.9 | 876.4 | 5.30 | 5.00 | 0.655 | 0.612 | 0.633 |
| 6 día | 518400 | 720 | 922.0 | 876.6 | 5.40 | 5.20 | 0.667 | 0.636 | 0.652 |
| 7 día | 604800 | 778 | 922.1 | 876.7 | 5.50 | 5.30 | 0.680 | 0.649 | 0.664 |
| 8 día | 691200 | 831 | 922.2 | 876.8 | 5.60 | 5.40 | 0.692 | 0.661 | 0.676 |

Nota: Se muestran los tiempos trabajados para calcular la velocidad de absorción.

Tabla 63.

Datos de concreto con 10% de perlita para el ensayo de Succión Capilar.

| # de Espécimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|-------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|------------|
| Espécimen 1 | CE2-210-28D | 101.0 | 102.0 | 50.0 | 8091.4 | 916.6 | 12:00 p.m. |
| Espécimen 2 | CE2-210-28D | 102.0 | 102.0 | 47.0 | 8171.3 | 871.4 | 12:00 p.m. |

Nota: Se muestran datos de los especímenes trabajados.

Tabla 64.

Velocidad de absorción de Concreto con 15% de perlitas a 28 días de curado.

| Tiempo | Tiempo (s) | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) | |
|--------|------------|----------|---------|-----------------------------|---------|----------------|---------|--------------------|-------|
| | | CE3 (1) | CE3 (2) | CE3 (1) | CE3 (2) | CE3 (1) | CE3 (2) | | |
| 0 min | 0 | 0 | 815.6 | 879.5 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 817.0 | 880.8 | 1.40 | 1.30 | 0.173 | 0.159 | 0.166 |
| 5 min | 300 | 17 | 817.2 | 881.0 | 1.60 | 1.50 | 0.198 | 0.184 | 0.191 |
| 10 min | 600 | 24 | 817.3 | 881.1 | 1.70 | 1.60 | 0.210 | 0.196 | 0.203 |
| 20 min | 1200 | 35 | 817.4 | 881.3 | 1.80 | 1.80 | 0.222 | 0.220 | 0.221 |
| 30 min | 1800 | 42 | 817.6 | 881.4 | 2.00 | 1.90 | 0.247 | 0.233 | 0.240 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 817.7 | 881.5 | 2.10 | 2.00 | 0.260 | 0.245 | 0.252 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 817.9 | 881.8 | 2.30 | 2.30 | 0.284 | 0.281 | 0.283 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 818.2 | 882.0 | 2.60 | 2.50 | 0.321 | 0.306 | 0.314 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 818.4 | 882.2 | 2.80 | 2.70 | 0.346 | 0.330 | 0.338 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 818.6 | 882.3 | 3.00 | 2.80 | 0.371 | 0.343 | 0.357 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 818.8 | 882.6 | 3.20 | 3.10 | 0.395 | 0.379 | 0.387 |
| 1 día | 86400 | 294 | 819.3 | 883.2 | 3.70 | 3.70 | 0.457 | 0.453 | 0.455 |
| 2 día | 172800 | 416 | 819.5 | 883.3 | 3.90 | 3.80 | 0.482 | 0.465 | 0.474 |
| 3 día | 259200 | 509 | 819.6 | 883.5 | 4.00 | 4.00 | 0.494 | 0.490 | 0.492 |
| 4 día | 345600 | 588 | 819.7 | 883.6 | 4.10 | 4.10 | 0.507 | 0.502 | 0.504 |
| 5 día | 432000 | 657 | 819.8 | 883.7 | 4.20 | 4.20 | 0.519 | 0.514 | 0.517 |
| 6 día | 518400 | 720 | 820.0 | 883.8 | 4.40 | 4.30 | 0.544 | 0.526 | 0.535 |
| 7 día | 604800 | 778 | 820.1 | 883.9 | 4.50 | 4.40 | 0.556 | 0.538 | 0.547 |
| 8 día | 691200 | 831 | 820.2 | 884.0 | 4.60 | 4.50 | 0.569 | 0.551 | 0.560 |

Nota: Se muestran los tiempos trabajados para calcular la velocidad de absorción.

Tabla 65.

Datos de concreto con 15% de perlita para el ensayo de Succión Capilar.

| # de Espécimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|-------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|------------|
| Espécimen 1 | CE3-210-28D | 101.0 | 102.0 | 49.0 | 8091.4 | 815.6 | 12:00 p.m. |
| Espécimen 2 | CE3-210-28D | 102.0 | 102.0 | 47.0 | 8171.3 | 879.5 | 12:00 p.m. |

Nota: Se muestran datos de los especímenes trabajados.

Tabla 66.

Velocidad de absorción de Concreto con 20% de perlitas a 28 días de curado.

| Tiempo | Tiempo (s) | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) | |
|--------|---------------|------------|------------|-----------------------------------|------------|-------------------|------------|--------------------------|-------|
| | | CE4 (1) | CE4 (2) | CE4 (1) | CE4 (2) | CE4 (1) | CE4 (2) | | |
| | | 0 min | 0 | 0 | 920.7 | 894.4 | 0.00 | | 0.00 |
| 1 min | 60 | 8 | 921.7 | 895.3 | 1.00 | 0.90 | 0.122 | 0.110 | 0.116 |
| 5 min | 300 | 17 | 921.8 | 895.4 | 1.10 | 1.00 | 0.135 | 0.122 | 0.128 |
| 10 min | 600 | 24 | 921.9 | 895.5 | 1.20 | 1.10 | 0.147 | 0.135 | 0.141 |
| 20 min | 1200 | 35 | 922.0 | 895.7 | 1.30 | 1.30 | 0.159 | 0.159 | 0.159 |
| 30 min | 1800 | 42 | 922.1 | 895.8 | 1.40 | 1.40 | 0.171 | 0.171 | 0.171 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 922.2 | 896.0 | 1.50 | 1.60 | 0.184 | 0.196 | 0.190 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 922.4 | 896.1 | 1.70 | 1.70 | 0.208 | 0.208 | 0.208 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 922.7 | 896.2 | 2.00 | 1.80 | 0.245 | 0.220 | 0.233 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 922.9 | 896.4 | 2.20 | 2.00 | 0.269 | 0.245 | 0.257 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 923.1 | 896.5 | 2.40 | 2.10 | 0.294 | 0.257 | 0.275 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 923.2 | 896.7 | 2.50 | 2.30 | 0.306 | 0.281 | 0.294 |
| 1 día | 86400 | 294 | 923.7 | 897.2 | 3.00 | 2.80 | 0.367 | 0.343 | 0.355 |
| 2 día | 172800 | 416 | 923.9 | 897.3 | 3.20 | 2.90 | 0.392 | 0.355 | 0.373 |
| 3 día | 259200 | 509 | 924.1 | 897.5 | 3.40 | 3.10 | 0.416 | 0.379 | 0.398 |
| 4 día | 345600 | 588 | 924.3 | 897.8 | 3.60 | 3.40 | 0.441 | 0.416 | 0.428 |
| 5 día | 432000 | 657 | 924.5 | 897.9 | 3.80 | 3.50 | 0.465 | 0.428 | 0.447 |
| 6 día | 518400 | 720 | 924.7 | 898.0 | 4.00 | 3.60 | 0.490 | 0.441 | 0.465 |
| 7 día | 604800 | 778 | 924.7 | 898.1 | 4.00 | 3.70 | 0.490 | 0.453 | 0.471 |
| 8 día | 691200 | 831 | 924.8 | 898.3 | 4.10 | 3.90 | 0.502 | 0.477 | 0.490 |

Nota: Se muestran los tiempos trabajados para calcular la velocidad de absorción.

Tabla 67.

Datos de concreto con 20% de perlita para el ensayo de Succión Capilar.

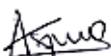
| # de Especimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|-----------------|----------------------------|------------------------|---------------|
| Especimen 1 | CE4-210- 28D | 102.0 | 102.0 | 50.0 | 8171.3 | 920.7 | 12:00 p.m. |
| Especimen 2 | CE4-210- 28D | 102.0 | 102.0 | 51.0 | 8171.3 | 894.4 | 12:00 p.m. |

Nota: Se muestran datos de los especímenes trabajados.

ANEXO N°2. Validación de instrumento por experto

Figura 13.

Matriz de evaluación de expertos.

| MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS | | | | |
|---|--|---------|----|---------------|
| Título de la investigación: | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano estructural en losas aligeradas, Trujillo 2023. | | | |
| Línea de investigación: | Tecnologías Emergentes | | | |
| Apellidos y nombres del experto: | Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén | | | |
| El instrumento de medición pertenece a la variable: | Densidad del concreto, Resistencia a la compresión y Succión Capilar | | | |
| Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio. | | | | |
| Ítems | Preguntas | Aprecia | | Observaciones |
| | | SÍ | NO | |
| 1 | ¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado? | ✓ | | |
| 2 | ¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación? | ✓ | | |
| 3 | ¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación? | ✓ | | |
| 4 | ¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación? | ✓ | | |
| 5 | ¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio? | ✓ | | |
| 6 | ¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores? | ✓ | | |
| 7 | ¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos? | ✓ | | |
| 8 | ¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio? | ✓ | | |
| 9 | ¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos? | ✓ | | |
| Sugerencias: | | | | |
| <p>Firma del experto:</p> <div style="text-align: center;">  <small>Alberto Rubén Vásquez Díaz ING. CIVIL R.L. CP: N° 196228</small> </div> <p>..... Ing. Vásquez Díaz, Alberto Rubén</p> | | | | |

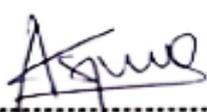
Nota: Se muestra la matriz de evaluación de expertos empleada.

ANEXO N°3. Formatos de guías de observación

▪ Guía de observación para la variable densidad

Figura 14.

Guía de observación para la variable densidad.

| GUIA DE OBSERVACIÓN (Densidad) | | |
|---|------------------------------|---------|
| 1. DATOS INFORMATIVOS | | |
| 1.1 Nombre del investigador | | |
| 1.2 Ubicación | | |
| 1.3. Fecha de Observación | | |
| 1.4. Hora de investigación | | |
| 1.5. N° de guía | | |
| 1.6. Número de molde | | |
| 2. DATOS ESPECIFICOS | | |
| 2.1. Tiempo de curado | | 28 días |
| 2.2. Datos de Probeta | a) Peso sumergido (W_i): | |
| | b) Peso saturado (W_s): | |
| | c) Peso seco (W_d): | |
| 2.3. Perlita | | 0% |
| | | 5% |
| | | 10% |
| | | 15% |
| | | 20% |
| Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos | | |
|  ----- Alberto Rubén Yásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. N° 156228 | | |

Nota: Se muestra la guía de observación firmada por el asesor.

▪ **Guía de observación para la variable resistencia a la compresión**

Figura 15.

Guía de observación para la variable resistencia a la compresión.

| GUIA DE OBSERVACIÓN (Resistencia a la compresión) | |
|---|-------------------------------------|
| 1. DATOS INFORMATIVOS | |
| 1.1 Nombre del investigador | |
| 1.2 Ubicación | |
| 1.3. Fecha de Observación | |
| 1.4. Hora de investigación | |
| 1.5. N° de guía | |
| 1.6. Número de molde | |
| 2. DATOS ESPECIFICOS | |
| 2.1. Tiempo de curado | 3 días |
| | 7 días |
| | 28 días |
| 2.2. Datos de Probeta | a) Área sección (cm ²): |
| | b) Carga máxima (Kn): |
| | c) Esfuerzo (kg/cm ²): |
| 2.3. Perlita | 0% |
| | 5% |
| | 10% |
| | 15% |
| | 20% |
| Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos | |
|  ----- Alberto Rubén Yásquez Díaz ING. CIVIL R. CIP. Nº 156228 | |

Nota: Se muestra la guía de observación firmada por el asesor.

▪ **Guía de observación para la variable succión capilar**

Figura 16.

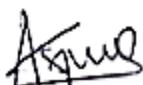
Guía de observación para la variable succión capilar.

| | | | |
|---------------------|--|------------------|--|
| Fecha de Moldeado: | | Edad de curado: | |
| Fecha de Recepción: | | Fecha de Ensayo: | |

| # Espécimen | Código | Diámetro 1 | Diámetro 2 | Espesor | Área | Masa Inicial | Hora de inicio |
|-------------|--------|------------|------------|---------|------|--------------|----------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| Tiempo | Tiempo (s) | s ^{1/2} | Masa (g) | |
|--------|------------|------------------|-------------|-------------|
| | | | Muestra (1) | Muestra (2) |
| 0 min | 0 | 0 | | |
| 1 min | 60 | 8 | | |
| 5 min | 300 | 17 | | |
| 10 min | 600 | 24 | | |
| 20 min | 1200 | 35 | | |
| 30 min | 1800 | 42 | | |
| 1 hr | 3600 | 60 | | |
| 2 hr | 7200 | 85 | | |
| 3 hr | 10800 | 104 | | |
| 4 hr | 14400 | 120 | | |
| 5 hr | 18000 | 134 | | |
| 6 hr | 21600 | 147 | | |
| 1 día | 86400 | 294 | | |
| 2 días | 172800 | 416 | | |
| 3 días | 259200 | 509 | | |
| 4 días | 345600 | 588 | | |
| 5 días | 432000 | 657 | | |
| 6 días | 518400 | 720 | | |
| 7 días | 604400 | 777 | | |
| 8 días | 691200 | 831 | | |

Firma de experto validando el instrumento a utilizar en la recolección de datos.



Abanto Rubén Yáñez Díaz
ING. CIVIL
R. CIP. Nº 166228

Nota: Se muestra la guía de observación firmada por el asesor.

ANEXO N°4. Certificados de ensayos de laboratorio

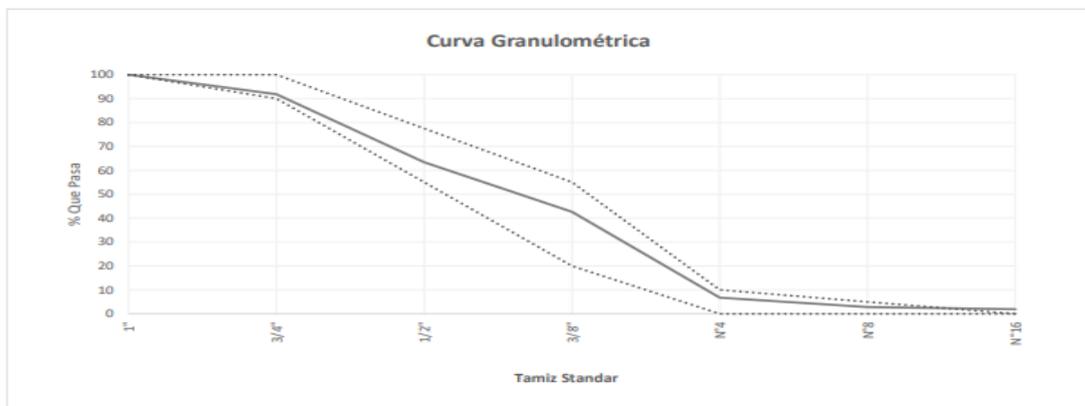
Figura 17.

Certificado de Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

| ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--|------------------|------------------|----------------|------------|-------------------------------|--------|--|
| NORMA DE ENSAYO NTP 400.012 | | | | | | | | |
| MATERIAL | : AGREGADO GRUESO | | | | | | | |
| PROCEDENCIA | : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO | | | | | | | |
| SOLICITANTES | : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA | | | | | | | |
| FECHA DE ENSAYO | : 31/05/2023 | | | | | | | |
| Tamiz Estándar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Límites Huso 67 (NTP 400.037) | | Datos de la muestra |
| | | | | | | Mínimo | Máximo | |
| 1 1/2" | 37.50 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | | | Características físicas: Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 1.1 % Modulo de Finura: 6.54 |
| 1" | 25.00 | 0 | 0.0 | 0.0 | 100.0 | 100 | 100 | |
| 3/4" | 19.00 | 408.8 | 8.2 | 8.2 | 91.8 | 90 | 100 | |
| 1/2" | 12.50 | 1420.0 | 28.4 | 36.6 | 63.4 | | | |
| 3/8" | 9.50 | 1038.2 | 20.8 | 57.4 | 42.6 | 20 | 55 | |
| N°4 | 4.75 | 1790.4 | 35.8 | 93.2 | 6.8 | 0 | 10 | |
| N°8 | 2.36 | 196.7 | 3.9 | 97.2 | 2.8 | 0 | 5 | |
| N°16 | 1.18 | 45.9 | 0.9 | 98.1 | 1.9 | | | |
| Fondo | - | 95.1 | 1.9 | 100.0 | 0.0 | | | |
| | | 4995.1 | 100.0 | | | | | |



OBSERVACIONES:
La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191

Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av. Oswaldo Herculles 390 Urb. Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 18.

Certificado de Humedad del agregado grueso.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD
NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA
FECHA DE ENSAYO : 31/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|----------------------------------|------|------------|------------|------------|
| Peso recipiente | gr | 283.1 | 282.6 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr | 4,317.6 | 4,327.4 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr | 4,271.9 | 4,283.3 | |
| Peso de muestra húmeda | gr | 4,034.5 | 4,044.8 | |
| Peso de muestra seca | gr | 3,988.8 | 4,000.7 | |
| Peso de agua | gr | 45.7 | 44.1 | |
| Contenido de humedad | % | 1.1 | 1.1 | 1.1 |

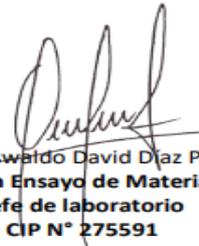
OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 19.

Certificado de peso específico y absorción del agregado grueso.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA
FECHA DE ENSAYO : 31/05/2023

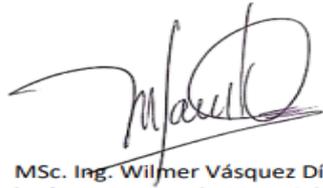
2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|--|--------------------|----------|----------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr | 3,078 | 3,329 | |
| Peso de la muestra en estado SSS al aire | gr | 3,115 | 3,365 | |
| Peso de la muestra saturada en agua | gr | 1,884 | 2,027 | |
| Peso específico base seca | gr/cm ³ | 2.50 | 2.49 | 2.50 |
| Peso específico base SSS | gr/cm ³ | 2.53 | 2.51 | 2.52 |
| Absorción | % | 1.2 | 1.1 | 1.2 |

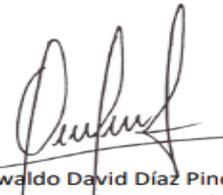
OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 20.

Certificado de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

MATERIAL : AGREGADO GRUESO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA
FECHA DE ENSAYO : 31/05/2023

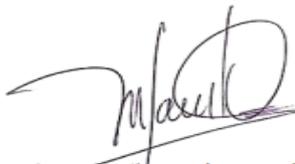
2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|-------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 20.800 | 20.780 | 20.840 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 22.200 | 22.220 | 22.220 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.540 | 6.540 | 6.540 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 14.260 | 14.240 | 14.300 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 15.660 | 15.680 | 15.680 | |
| Volumen del recipiente | m3 | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m3 | 1,567 | 1,565 | 1,571 | 1,568 |
| Peso unitario compactado | kg/m3 | 1,721 | 1,723 | 1,723 | 1,722 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 21.

Certificado de análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.

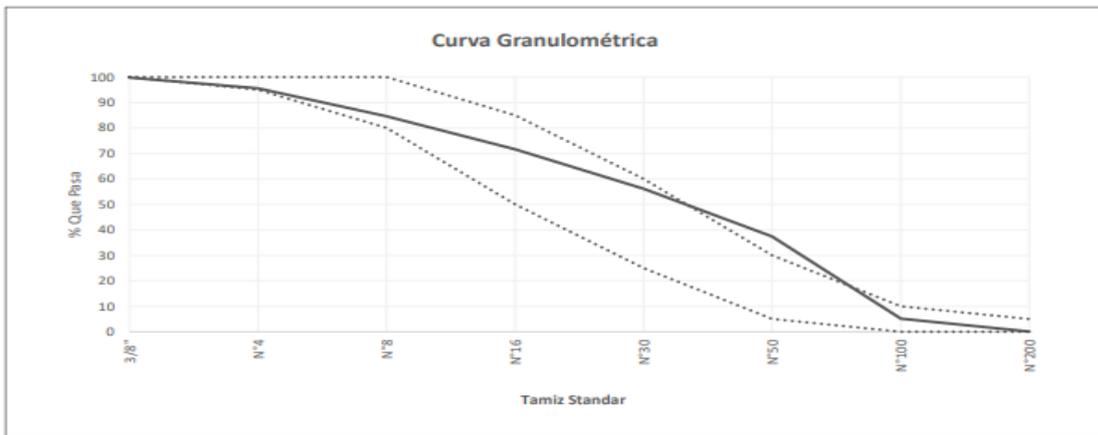


RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA
FECHA DE ENSAYO : 30/05/2023

| Tamiz Estándar | Abert. (mm) | Peso Reten. (gr) | % Reten. Parcial | % Reten. Acum. | % Que Pasa | Límites (NTP 400.037) | | Datos de la muestra |
|----------------|-------------|------------------|------------------|----------------|------------|-----------------------|--------|--|
| | | | | | | Mínimo | Máximo | |
| 3/8" | 9.500 | 1.0 | 0.2 | 0.2 | 99.8 | 100 | 100 | Características físicas: Cont. de Humedad: 2.0 % Modulo de Finura: 2.50 |
| N°4 | 4.750 | 21.2 | 4.2 | 4.4 | 95.6 | 95 | 100 | |
| N°8 | 2.360 | 54.8 | 11.0 | 15.4 | 84.6 | 80 | 100 | |
| N°16 | 1.180 | 64.8 | 13.0 | 28.4 | 71.6 | 50 | 85 | |
| N°30 | 0.600 | 77.5 | 15.5 | 43.9 | 56.1 | 25 | 60 | |
| N°50 | 0.300 | 93.7 | 18.7 | 62.6 | 37.4 | 5 | 30 | |
| N°100 | 0.150 | 161.2 | 32.2 | 94.8 | 5.2 | 0 | 10 | |
| N°200 | 0.075 | 25.4 | 5.1 | 99.9 | 0.1 | 0 | 5 | |
| Fondo | - | 0.4 | 0.1 | 100.0 | 0.0 | | | |
| | | 500.0 | 100.0 | | | | | |



OBSERVACIONES:
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 22.

Contenido de humedad del agregado fino.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

CONTENIDO DE HUMEDAD

NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

1. INFORMACION GENERAL

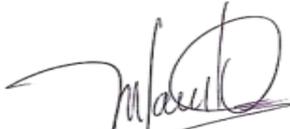
MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA
FECHA DE ENSAYO : 30/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|----------------------------------|------|------------|------------|------------|------------|
| Peso recipiente | gr | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |
| Peso recipiente + muestra húmeda | gr | 500.0 | 500.0 | 500.0 | |
| Peso recipiente + muestra seca | gr | 489.7 | 490.7 | 489.7 | |
| Peso de muestra húmeda | gr | 500.0 | 500.0 | 500.0 | |
| Peso de muestra seca | gr | 489.7 | 490.7 | 489.7 | |
| Peso de agua | gr | 10 | 9 | 10 | |
| Contenido de humedad | % | 2.1 | 1.9 | 2.1 | 2.0 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Dfaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 23.

Peso específico y absorción del agregado fino.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION

NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

1. INFORMACION GENERAL

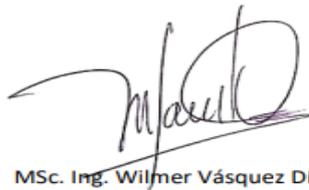
MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA
FECHA DE ENSAYO : 30/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

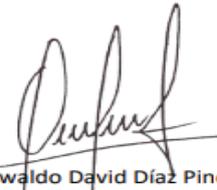
| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Promedio |
|---|--------------------|----------|----------|-------------|
| Peso de la muestra secada en horno al aire | gr | 491.5 | 490.1 | |
| Peso del picnómetro lleno de agua | gr | 1,438.8 | 1,438.8 | |
| Peso del picnómetro lleno de muestra y agua | gr | 1,740.4 | 1,738.9 | |
| Peso de la muestra en estado SSS | gr | 500.0 | 498.3 | |
| Peso específico base seca | gr/cm ³ | 2.48 | 2.47 | 2.48 |
| Peso específico base SSS | gr/cm ³ | 2.52 | 2.51 | 2.52 |
| Absorción | % | 1.7 | 1.7 | 1.7 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 24.

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO
 NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

1. INFORMACION GENERAL

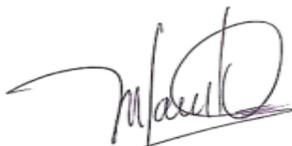
MATERIAL : AGREGADO FINO
PROCEDENCIA : CANTERA EL MILAGRO - TRUJILLO
SOLICITANTES : RENZO JEAN PIERE CHUQUILÍN GARCÍA / ROBERTI LADISLAO ABANTO ZAMORA
FECHA DE ENSAYO : 30/05/2023

2. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Descripción | U.M. | Prueba 1 | Prueba 2 | Prueba 3 | Promedio |
|--------------------------------------|-------|----------|----------|----------|--------------|
| Peso recipiente + muestra suelta | kg | 21.540 | 21.520 | 21.540 | |
| Peso recipiente + muestra apisonada | kg | 23.280 | 23.320 | 23.320 | |
| Peso de recipiente | kg | 6.560 | 6.560 | 6.560 | |
| Peso de muestra en estado suelto | kg | 14.980 | 14.960 | 14.980 | |
| Peso de muestra en estado compactado | kg | 16.720 | 16.760 | 16.760 | |
| Volumen del recipiente | m3 | 0.0091 | 0.0091 | 0.0091 | |
| Peso unitario suelto | kg/m3 | 1,646 | 1,644 | 1,646 | 1,645 |
| Peso unitario compactado | kg/m3 | 1,837 | 1,842 | 1,842 | 1,840 |

OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 25.

Certificado de densidad de concreto patrón a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 927-23-TEM

Ensayo de especímenes cilíndricos de concreto para la determinación de su densidad

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

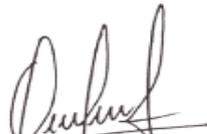
| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto patrón |

| | |
|---------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 11-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 10-07-23 |
| f'c (kg/cm2) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD

| Código Identificación | Descripción | Peso (g) | Densidad (kg/m ³) | OBSERVACIONES |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|
| 042-TEM-P61 | Peso sumergido (W _i) | 2183 | 2160 | / |
| | Peso saturado (W _s) | 3838 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3575 | | |
| 042-TEM-P62 | Peso sumergido (W _i) | 2196 | 2149 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3893 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3646 | | |
| 042-TEM-P63 | Peso sumergido (W _i) | 2180 | 2158 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3854 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3611 | | |
| | | PROMEDIO | 2156 | |


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 26.

Certificado de densidad de concreto con 5% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 928-23-TEM

Ensayo de especímenes cilíndricos de concreto para la determinación de su densidad

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 5% de perlitas |

| | |
|---------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 11-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 10-07-23 |
| f'c (kg/cm2) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD

| Código Identificación | Descripción | Peso (g) | Densidad (kg/m ³) | OBSERVACIONES |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|
| 042-TEM-P64 | Peso sumergido (W _i) | 2146 | 2145 | / |
| | Peso saturado (W _s) | 3805 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3558 | | |
| 042-TEM-P65 | Peso sumergido (W _i) | 2138 | 2143 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3813 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3590 | | |
| 042-TEM-P66 | Peso sumergido (W _i) | 2163 | 2145 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3855 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3629 | | |
| | | PROMEDIO | 2145 | |


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 27.

Certificado de densidad de concreto con 10% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 929-23-TEM

Ensayo de especímenes cilíndricos de concreto para la determinación de su densidad

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|---------------------------|----------|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García | Fecha de Emisión: | 11-09-23 |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 | Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Muestra : | Concreto con 10% de perlitas | Fecha de Ensayo: | 10-07-23 |
| | | f'c (kg/cm2) : | 210 |

RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE DENSIDAD

| Código Identificación | Descripción | Peso (g) | Densidad (kg/m ³) | OBSERVACIONES |
|-----------------------|----------------------------------|----------|-------------------------------|---------------|
| 042-TEM-P67 | Peso sumergido (W _i) | 2220 | 2137 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3897 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3584 | | |
| 042-TEM-P68 | Peso sumergido (W _i) | 2233 | 2135 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3926 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3615 | | |
| 042-TEM-P69 | Peso sumergido (W _i) | 2217 | 2138 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3897 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3591 | | |
| PROMEDIO | | | 2137 | |


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 28.

Certificado de densidad de concreto con 15% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 930-23-TEM

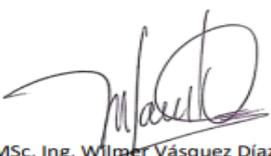
Ensayo de especímenes cilíndricos de concreto para la determinación de su densidad

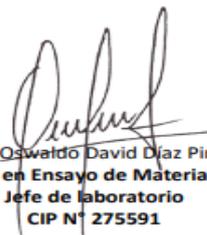
Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | | | |
|-------------------|---|----------------------------------|----------|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García | Fecha de Emisión: | 11-09-23 |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 | Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Muestra : | Concreto con 15% de perlitas | Fecha de Ensayo: | 11-07-23 |
| | | f'c (kg/cm²) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD

| Código Identificación | Descripción | Peso (g) | Densidad (kg/m ³) | OBSERVACIONES |
|-----------------------|----------------------------------|----------|-------------------------------|---------------|
| 042-TEM-P70 | Peso sumergido (W _i) | 2142 | 2128 | / |
| | Peso saturado (W _s) | 3832 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3596 | | |
| 042-TEM-P71 | Peso sumergido (W _i) | 2083 | 2095 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3754 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3499 | | |
| 042-TEM-P72 | Peso sumergido (W _i) | 2175 | 2110 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3896 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3631 | | |
| PROMEDIO | | | 2111 | |


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 29.

Certificado de densidad de concreto con 20% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 931-23-TEM

Ensayo de especímenes cilíndricos de concreto para la determinación de su densidad

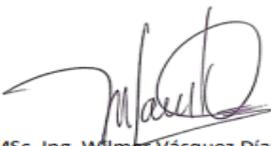
Datos de Identificación del Cliente y Muestra

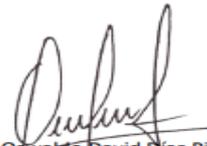
| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 20% de perlitas |

| | |
|---------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 11-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 11-07-23 |
| f'c (kg/cm2) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE ABSORCIÓN Y DENSIDAD

| Código Identificación | Descripción | Peso (g) | Densidad (kg/m ³) | OBSERVACIONES |
|-----------------------|----------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------|
| 042-TEM-P73 | Peso sumergido (W _i) | 2119 | 2096 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3812 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3549 | | |
| 042-TEM-P74 | Peso sumergido (W _i) | 2106 | 2096 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3776 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3502 | | |
| 042-TEM-P75 | Peso sumergido (W _i) | 2076 | 2089 | |
| | Peso saturado (W _s) | 3746 | | |
| | Peso seco (W _d) | 3489 | | |
| | | PROMEDIO | 2094 | |


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 30.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 3 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 894-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto patrón |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 15-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P01 | 3 | 10.15 | 80.9 | 138.8 | 17.1 | 175 | 2 |
| 042-TEM-P02 | 3 | 10.15 | 80.9 | 119.9 | 14.8 | 151 | 2 |
| 042-TEM-P03 | 3 | 10.20 | 81.7 | 118.5 | 14.5 | 148 | 2 |
| Promedio | | | | | 15.5 | 158 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 31.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 7 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 895-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto patrón |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 19-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

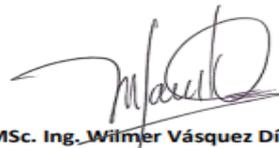
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P04 | 7 | 10.20 | 81.7 | 158.0 | 19.3 | 197 | 2 |
| 042-TEM-P05 | 7 | 10.20 | 81.7 | 153.8 | 18.8 | 192 | 2 |
| 042-TEM-P06 | 7 | 10.20 | 81.7 | 161.2 | 19.7 | 201 | 2 |
| Promedio | | | | | 19.3 | 197 | |

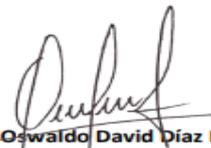
NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 32.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 896-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto patrón |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 10-07-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

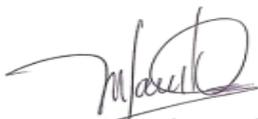
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

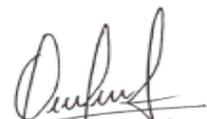
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P07 | 28 | 10.20 | 81.7 | 208.6 | 25.5 | 260 | 2 |
| 042-TEM-P08 | 28 | 10.20 | 81.7 | 206.4 | 25.3 | 258 | 2 |
| 042-TEM-P09 | 28 | 10.20 | 81.7 | 203.6 | 24.9 | 254 | 5 |
| 042-TEM-P10 | 28 | 10.20 | 81.7 | 216.6 | 26.5 | 270 | 2 |
| 042-TEM-P11 | 28 | 10.20 | 81.7 | 201.6 | 24.7 | 252 | 5 |
| 042-TEM-P12 | 28 | 10.20 | 81.7 | 192.9 | 23.6 | 241 | 2 |
| Promedio | | | | | 25.1 | 256 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 33.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlitas a los 3 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 897-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 5% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 15-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

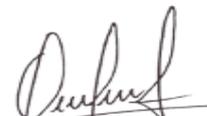
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P13 | 3 | 10.20 | 81.7 | 106.6 | 13.1 | 133 | 2 |
| 042-TEM-P14 | 3 | 10.20 | 81.7 | 102.0 | 12.5 | 127 | 5 |
| 042-TEM-P15 | 3 | 10.20 | 81.7 | 112.4 | 13.8 | 140 | 5 |
| Promedio | | | | | 13.1 | 134 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 34.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlitas a los 7 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 898-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 5% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 19-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

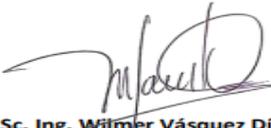
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

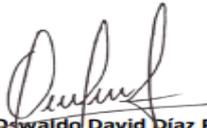
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P16 | 7 | 10.20 | 81.7 | 143.0 | 17.5 | 178 | 5 |
| 042-TEM-P17 | 7 | 10.20 | 81.7 | 137.3 | 16.8 | 171 | 5 |
| 042-TEM-P18 | 7 | 10.20 | 81.7 | 146.5 | 17.9 | 183 | 5 |
| Promedio | | | | | 17.4 | 178 | |

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Hercelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 35.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 5% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 899-23-TEM
Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 5% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 10-07-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

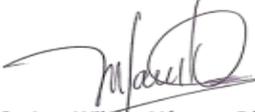
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P19 | 28 | 10.20 | 81.7 | 184.6 | 22.6 | 230 | 5 |
| 042-TEM-P20 | 28 | 10.20 | 81.7 | 188.7 | 23.1 | 236 | 5 |
| 042-TEM-P21 | 28 | 10.25 | 82.5 | 191.6 | 23.2 | 237 | 5 |
| 042-TEM-P22 | 28 | 10.25 | 82.5 | 184.4 | 22.3 | 228 | 2 |
| 042-TEM-P23 | 28 | 10.20 | 81.7 | 198.8 | 24.3 | 248 | 2 |
| 042-TEM-P24 | 28 | 10.25 | 82.5 | 194.4 | 23.6 | 240 | 5 |
| Promedio | | | | | 23.2 | 236 | |

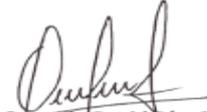
NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 36.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de perlitas a los 3 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 900-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 10% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 15-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P25 | 3 | 10.20 | 81.7 | 102.4 | 12.5 | 128 | 5 |
| 042-TEM-P26 | 3 | 10.20 | 81.7 | 108.7 | 13.3 | 136 | 5 |
| 042-TEM-P27 | 3 | 10.18 | 81.3 | 110.7 | 13.6 | 139 | 5 |
| Promedio | | | | | 13.2 | 134 | |

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herceles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 37.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de perlitas a los 7 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 901-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 10% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 19-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

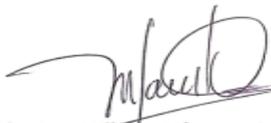
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P28 | 7 | 10.20 | 81.7 | 143.9 | 17.6 | 180 | 5 |
| 042-TEM-P29 | 7 | 10.25 | 82.5 | 141.2 | 17.1 | 175 | 5 |
| 042-TEM-P30 | 7 | 10.20 | 81.7 | 138.4 | 16.9 | 173 | 5 |
| Promedio | | | | | 17.2 | 176 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de Laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 38.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 10% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 902-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 10% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 12-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 10-07-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

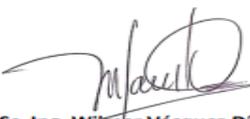
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

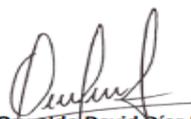
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P31 | 28 | 10.25 | 82.5 | 191.4 | 23.2 | 237 | 5 |
| 042-TEM-P32 | 28 | 10.20 | 81.7 | 176.0 | 21.5 | 220 | 5 |
| 042-TEM-P33 | 28 | 10.20 | 81.7 | 192.5 | 23.6 | 240 | 5 |
| 042-TEM-P34 | 28 | 10.30 | 83.3 | 188.1 | 22.6 | 230 | 2 |
| 042-TEM-P35 | 28 | 10.20 | 81.7 | 190.0 | 23.3 | 237 | 5 |
| 042-TEM-P36 | 28 | 10.20 | 81.7 | 182.7 | 22.4 | 228 | 2 |
| Promedio | | | | | 22.7 | 232 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 39.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de perlitas a los 3 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 903-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 15% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 16-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

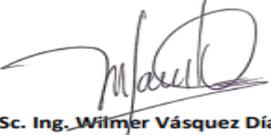
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

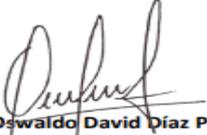
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P37 | 3 | 10.20 | 81.7 | 98.6 | 12.1 | 123 | 5 |
| 042-TEM-P38 | 3 | 10.20 | 81.7 | 97.5 | 11.9 | 122 | 5 |
| 042-TEM-P39 | 3 | 10.20 | 81.7 | 108.1 | 13.2 | 135 | 5 |
| | | | | Promedio | 12.4 | 127 | |

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 40.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de perlitas a los 7 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 904-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 15% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 20-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P40 | 7 | 10.30 | 83.3 | 130.3 | 15.6 | 159 | 5 |
| 042-TEM-P41 | 7 | 10.25 | 82.5 | 117.0 | 14.2 | 145 | 5 |
| 042-TEM-P42 | 7 | 10.25 | 82.5 | 134.3 | 16.3 | 166 | 5 |
| Promedio | | | | | 15.4 | 157 | |

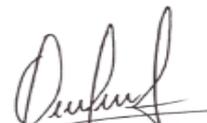
NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.

Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 41.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 15% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 905-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 15% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 11-07-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

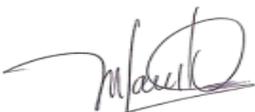
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

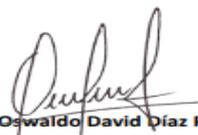
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P43 | 28 | 10.25 | 82.5 | 183.4 | 22.2 | 227 | 5 |
| 042-TEM-P44 | 28 | 10.20 | 81.7 | 179.7 | 22.0 | 224 | 5 |
| 042-TEM-P45 | 28 | 10.20 | 81.7 | 165.1 | 20.2 | 206 | 5 |
| 042-TEM-P46 | 28 | 10.15 | 80.9 | 178.1 | 22.0 | 224 | 2 |
| 042-TEM-P47 | 28 | 10.20 | 81.7 | 175.2 | 21.4 | 219 | 5 |
| 042-TEM-P48 | 28 | 10.20 | 81.7 | 185.1 | 22.6 | 231 | 5 |
| Promedio | | | | | 21.8 | 222 | |

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 42.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de perlitas a los 3 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 906-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 20% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 16-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

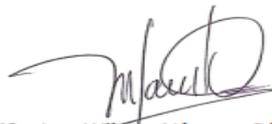
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P49 | 3 | 10.20 | 81.7 | 94.2 | 11.5 | 118 | 5 |
| 042-TEM-P50 | 3 | 10.20 | 81.7 | 93.2 | 11.4 | 116 | 5 |
| 042-TEM-P51 | 3 | 10.20 | 81.7 | 93.1 | 11.4 | 116 | 5 |
| Promedio | | | | | 11.4 | 117 | |

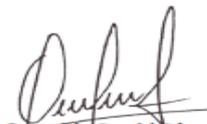
NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 43.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de perlitas a los 7 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 907-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 20% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 20-06-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

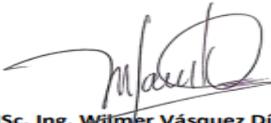
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

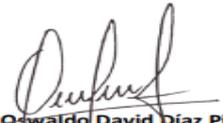
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-PS2 | 7 | 10.25 | 82.5 | 124.7 | 15.1 | 154 | 5 |
| 042-TEM-PS3 | 7 | 10.20 | 81.7 | 119.8 | 14.7 | 149 | 5 |
| 042-TEM-PS4 | 7 | 10.20 | 81.7 | 126.2 | 15.4 | 157 | 5 |
| Promedio | | | | | 15.1 | 154 | |

NOTAS:

- El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
- El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
- Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
- Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
- Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
- El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimu - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 44.

Certificado de resistencia a la compresión del concreto con 20% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
Contacto: 936194709-989712719
Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 908-23-TEM

Ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas
ASTM C39/C39M - NTP 339.034

Datos de Identificación del Cliente y Muestra

| | |
|-------------------|---|
| Cliente : | Roberti Ladislao Abanto Zamora Renzo Jean Piere Chuquilín García |
| Proyecto : | Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023 |
| Muestra : | Concreto con 20% de perlitas |

| | |
|----------------------------------|----------|
| Fecha de Emisión: | 08-09-23 |
| Fecha de Moldeado: | 13-06-23 |
| Fecha de Ensayo: | 11-07-23 |
| f'c (kg/cm²) : | 210 |

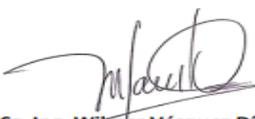
RESULTADOS DE ENSAYOS DE DETERMINACIÓN DE RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN

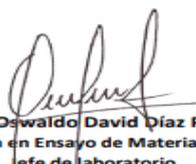
| Código Identificación | Edad Ensayo (días) | Diámetro Promedio (cm) | Área Sección (cm ²) | Carga Máxima (KN) | Resistencia a la Compresión (MPa) | Resistencia a la Compresión (kg/cm ²) | Tipo de Fractura* |
|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------|-----------------------------------|---|-------------------|
| 042-TEM-P55 | 28 | 10.20 | 81.7 | 178.5 | 21.8 | 223 | 5 |
| 042-TEM-P56 | 28 | 10.20 | 81.7 | 177.3 | 21.7 | 221 | 5 |
| 042-TEM-P57 | 28 | 10.15 | 80.9 | 174.4 | 21.6 | 220 | 2 |
| 042-TEM-P58 | 28 | 10.20 | 81.7 | 170.5 | 20.9 | 213 | 5 |
| 042-TEM-P59 | 28 | 10.15 | 80.9 | 168.3 | 20.8 | 212 | 2 |
| 042-TEM-P60 | 28 | 10.20 | 81.7 | 160.4 | 19.6 | 200 | 5 |
| Promedio | | | | | 21.1 | 215 | |

NOTAS:

1. El muestreo, moldeo y custodia in-situ de los testigos hasta el recojo, ha sido efectuado bajo responsabilidad del cliente, según las normas ASTM C172/C172M y ASTM C31/C31M.
2. El curado de los testigos se realizó en conformidad con las normas ASTM C511 y ASTM C31/C31M
3. Los ensayos se realizaron en una prensa de concreto digital marca A&A INSTRUMENTS Modelo STYE-2000 con N° Serie 210406 de 2,000 KN de capacidad con certificado de calibración N° CMC-070-2022, cumpliendo la norma ASTM C39/C39M.
4. Como elementos de distribución de carga se emplearon pads de neopreno, según norma ASTM C1231/C1231M
5. Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para las muestras ensayadas, en las condiciones en que fueron recibidas.
6. El laboratorio no se hace responsable de la información suministrada por el cliente, con respecto a los testigos ensayados, que pueda afectar la validez de los resultados

* Según ASTM C39, Se debe reportar el tipo de fractura si es diferente al cono usual


MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Gerente General
CIP N° 248191


Ing. Oswaldo David Díaz Pino
Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
Jefe de laboratorio
CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 45.

Certificado de succión capilar del concreto patrón a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1232-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto (ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : Roberti Ladislao Abanto Zamora / Renzo Jean Piere Chuquilín García

PROYECTO : Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023

MUESTRA : Concreto patrón

2. DATOS DE LA MUESTRA

| # de Espécimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|----------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Espécimen 1 | CP - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 51.0 | 8171.3 | 897.4 | 12:00 p. m. |
| Espécimen 2 | CP - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 49.0 | 8171.3 | 874.9 | 12:00 p. m. |

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Tiempo | Tiempo (s) | s ^{1/2} | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) |
|--------|------------|------------------|----------|--------|----------------------|--------|----------------|--------|--------------------|
| | | | CP (1) | CP (2) | CP (1) | CP (2) | CP (1) | CP (2) | |
| 0 min | 0 | 0 | 897.4 | 874.9 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 899.8 | 877.6 | 2.40 | 2.70 | 0.294 | 0.330 | 0.312 |
| 5 min | 300 | 17 | 900.1 | 877.7 | 2.70 | 2.80 | 0.330 | 0.343 | 0.337 |
| 10 min | 600 | 24 | 900.3 | 877.9 | 2.90 | 3.00 | 0.355 | 0.367 | 0.361 |
| 20 min | 1200 | 35 | 900.5 | 878.1 | 3.10 | 3.20 | 0.379 | 0.392 | 0.385 |
| 30 min | 1800 | 42 | 900.6 | 878.3 | 3.20 | 3.40 | 0.392 | 0.416 | 0.404 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 901.0 | 878.6 | 3.60 | 3.70 | 0.441 | 0.453 | 0.447 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 901.4 | 879.0 | 4.00 | 4.10 | 0.490 | 0.502 | 0.496 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 901.6 | 879.3 | 4.20 | 4.40 | 0.514 | 0.538 | 0.526 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 901.8 | 879.5 | 4.40 | 4.60 | 0.538 | 0.563 | 0.551 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 902.1 | 879.7 | 4.70 | 4.80 | 0.575 | 0.587 | 0.581 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 902.4 | 879.9 | 5.00 | 5.00 | 0.612 | 0.612 | 0.612 |
| 1 día | 86400 | 294 | 903.9 | 880.9 | 6.50 | 6.00 | 0.795 | 0.734 | 0.765 |
| 2 día | 172800 | 416 | 904.3 | 881.2 | 6.90 | 6.30 | 0.844 | 0.771 | 0.808 |
| 3 día | 259200 | 509 | 904.3 | 881.5 | 6.90 | 6.60 | 0.844 | 0.808 | 0.826 |
| 4 día | 345600 | 588 | 904.4 | 881.6 | 7.00 | 6.70 | 0.857 | 0.820 | 0.838 |
| 5 día | 432000 | 657 | 904.5 | 881.7 | 7.10 | 6.80 | 0.869 | 0.832 | 0.851 |
| 6 día | 518400 | 720 | 904.7 | 881.8 | 7.30 | 6.90 | 0.893 | 0.844 | 0.869 |
| 7 día | 604800 | 778 | 904.8 | 882.0 | 7.40 | 7.10 | 0.906 | 0.869 | 0.887 |
| 8 día | 691200 | 831 | 904.9 | 882.1 | 7.50 | 7.20 | 0.918 | 0.881 | 0.899 |



Msc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 46.

Certificado de succión capilar del concreto con 5% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1233-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto (ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : Roberti Ladislao Abanto Zamora / Renzo Jean Piere Chuquilín García

PROYECTO : Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023

MUESTRA : Concreto con 5% de perlitas

2. DATOS DE LA MUESTRA

| # de Espécimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Espécimen 1 | CE1 - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 41.0 | 8171.3 | 928.8 | 12:00 p. m. |
| Espécimen 2 | CE1 - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 49.0 | 8171.3 | 926.9 | 12:00 p. m. |

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Tiempo | Tiempo (s) | s ^{1/2} | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) |
|--------|------------|------------------|----------|---------|----------------------|---------|----------------|---------|--------------------|
| | | | CE1 (1) | CE1 (2) | CE1 (1) | CE1 (2) | CE1 (1) | CE1 (2) | |
| 0 min | 0 | 0 | 928.8 | 926.9 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 930.9 | 928.9 | 2.10 | 2.00 | 0.257 | 0.245 | 0.251 |
| 5 min | 300 | 17 | 931.0 | 929.2 | 2.20 | 2.30 | 0.269 | 0.281 | 0.275 |
| 10 min | 600 | 24 | 931.2 | 929.4 | 2.40 | 2.50 | 0.294 | 0.306 | 0.300 |
| 20 min | 1200 | 35 | 931.4 | 929.6 | 2.60 | 2.70 | 0.318 | 0.330 | 0.324 |
| 30 min | 1800 | 42 | 931.6 | 929.8 | 2.80 | 2.90 | 0.343 | 0.355 | 0.349 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 931.8 | 930.2 | 3.00 | 3.30 | 0.367 | 0.404 | 0.385 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 932.2 | 930.5 | 3.40 | 3.60 | 0.416 | 0.441 | 0.428 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 932.6 | 930.7 | 3.80 | 3.80 | 0.465 | 0.465 | 0.465 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 932.8 | 931.0 | 4.00 | 4.10 | 0.490 | 0.502 | 0.496 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 933.0 | 931.2 | 4.20 | 4.30 | 0.514 | 0.526 | 0.520 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 933.2 | 931.4 | 4.40 | 4.50 | 0.538 | 0.551 | 0.545 |
| 1 día | 86400 | 294 | 934.5 | 932.7 | 5.70 | 5.80 | 0.698 | 0.710 | 0.704 |
| 2 día | 172800 | 416 | 934.5 | 932.9 | 5.70 | 6.00 | 0.698 | 0.734 | 0.716 |
| 3 día | 259200 | 509 | 934.6 | 933.0 | 5.80 | 6.10 | 0.710 | 0.747 | 0.728 |
| 4 día | 345600 | 588 | 934.6 | 933.1 | 5.80 | 6.20 | 0.710 | 0.759 | 0.734 |
| 5 día | 432000 | 657 | 934.7 | 933.2 | 5.90 | 6.30 | 0.722 | 0.771 | 0.747 |
| 6 día | 518400 | 720 | 934.7 | 933.3 | 5.90 | 6.40 | 0.722 | 0.783 | 0.753 |
| 7 día | 604800 | 778 | 934.8 | 933.3 | 6.00 | 6.40 | 0.734 | 0.783 | 0.759 |
| 8 día | 691200 | 831 | 934.8 | 933.4 | 6.00 | 6.50 | 0.734 | 0.795 | 0.765 |


 MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av. Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 47.

Certificado de succión capilar del concreto con 10% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1234-23-TEM
 Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto
 (ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

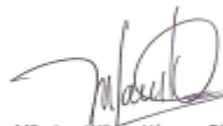
SOLICITANTES : Roberti Ladislao Abanto Zamora / Renzo Jean Piere Chuquilín García
PROYECTO : Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023
MUESTRA : Concreto con 10% de perlitas

2. DATOS DE LA MUESTRA

| # de Espécimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Espécimen 1 | CE2 - 210 - 28D | 101.0 | 102.0 | 50.0 | 8091.4 | 916.6 | 12:00 p. m. |
| Espécimen 2 | CE2 - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 47.0 | 8171.3 | 871.4 | 12:00 p. m. |

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Tiempo | Tiempo (s) | s ^{1/2} | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) |
|--------|------------|------------------|----------|---------|----------------------|---------|----------------|---------|--------------------|
| | | | CE2 (1) | CE2 (2) | CE2 (1) | CE2 (2) | CE2 (1) | CE2 (2) | |
| 0 min | 0 | 0 | 916.6 | 871.4 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 918.2 | 873.1 | 1.60 | 1.70 | 0.198 | 0.208 | 0.203 |
| 5 min | 300 | 17 | 918.4 | 873.3 | 1.80 | 1.90 | 0.222 | 0.233 | 0.227 |
| 10 min | 600 | 24 | 918.6 | 873.4 | 2.00 | 2.00 | 0.247 | 0.245 | 0.246 |
| 20 min | 1200 | 35 | 918.8 | 873.6 | 2.20 | 2.20 | 0.272 | 0.269 | 0.271 |
| 30 min | 1800 | 42 | 918.9 | 873.8 | 2.30 | 2.40 | 0.284 | 0.294 | 0.289 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 919.1 | 874.0 | 2.50 | 2.60 | 0.309 | 0.318 | 0.314 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 919.5 | 874.2 | 2.90 | 2.80 | 0.358 | 0.343 | 0.351 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 919.8 | 874.4 | 3.20 | 3.00 | 0.395 | 0.367 | 0.381 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 920.0 | 874.7 | 3.40 | 3.30 | 0.420 | 0.404 | 0.412 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 920.2 | 874.9 | 3.60 | 3.50 | 0.445 | 0.428 | 0.437 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 920.3 | 875.1 | 3.70 | 3.70 | 0.457 | 0.453 | 0.455 |
| 1 día | 86400 | 294 | 921.3 | 875.9 | 4.70 | 4.50 | 0.581 | 0.551 | 0.566 |
| 2 día | 172800 | 416 | 921.5 | 876.0 | 4.90 | 4.60 | 0.606 | 0.563 | 0.584 |
| 3 día | 259200 | 509 | 921.6 | 876.1 | 5.00 | 4.70 | 0.618 | 0.575 | 0.597 |
| 4 día | 345600 | 588 | 921.8 | 876.3 | 5.20 | 4.90 | 0.643 | 0.600 | 0.621 |
| 5 día | 432000 | 657 | 921.9 | 876.4 | 5.30 | 5.00 | 0.655 | 0.612 | 0.633 |
| 6 día | 518400 | 720 | 922.0 | 876.6 | 5.40 | 5.20 | 0.667 | 0.636 | 0.652 |
| 7 día | 604800 | 778 | 922.1 | 876.7 | 5.50 | 5.30 | 0.680 | 0.649 | 0.664 |
| 8 día | 691200 | 831 | 922.2 | 876.8 | 5.60 | 5.40 | 0.692 | 0.661 | 0.676 |


 MSc. Ing. Warner Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191


 Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herculles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 48.

Certificado de succión capilar del concreto con 15% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1235-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto (ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : Roberti Ladislao Abanto Zamora / Renzo Jean Piere Chuquilín García

PROYECTO : influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023

MUESTRA : Concreto con 15% de perlitas

2. DATOS DE LA MUESTRA

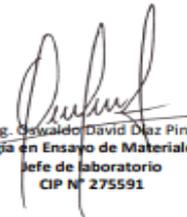
| # de Espécimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Espécimen 1 | CE3 - 210 - 28D | 101.0 | 102.0 | 49.0 | 8091.4 | 815.6 | 12:00 p. m. |
| Espécimen 2 | CE3 - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 47.0 | 8171.3 | 879.5 | 12:00 p. m. |

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Tiempo | Tiempo (s) | s ^{1/2} | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) |
|--------|------------|------------------|----------|---------|----------------------|---------|----------------|---------|--------------------|
| | | | CE3 (1) | CE3 (2) | CE3 (1) | CE3 (2) | CE3 (1) | CE3 (2) | |
| 0 min | 0 | 0 | 815.6 | 879.5 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 817.0 | 880.8 | 1.40 | 1.30 | 0.173 | 0.159 | 0.166 |
| 5 min | 300 | 17 | 817.2 | 881.0 | 1.60 | 1.50 | 0.198 | 0.184 | 0.191 |
| 10 min | 600 | 24 | 817.3 | 881.1 | 1.70 | 1.60 | 0.210 | 0.196 | 0.203 |
| 20 min | 1200 | 35 | 817.4 | 881.3 | 1.80 | 1.80 | 0.222 | 0.220 | 0.221 |
| 30 min | 1800 | 42 | 817.6 | 881.4 | 2.00 | 1.90 | 0.247 | 0.233 | 0.240 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 817.7 | 881.5 | 2.10 | 2.00 | 0.260 | 0.245 | 0.252 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 817.9 | 881.8 | 2.30 | 2.30 | 0.284 | 0.281 | 0.283 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 818.2 | 882.0 | 2.60 | 2.50 | 0.321 | 0.306 | 0.314 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 818.4 | 882.2 | 2.80 | 2.70 | 0.346 | 0.330 | 0.338 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 818.6 | 882.3 | 3.00 | 2.80 | 0.371 | 0.343 | 0.357 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 818.8 | 882.6 | 3.20 | 3.10 | 0.395 | 0.379 | 0.387 |
| 1 día | 86400 | 294 | 819.3 | 883.2 | 3.70 | 3.70 | 0.457 | 0.453 | 0.455 |
| 2 día | 172800 | 416 | 819.5 | 883.3 | 3.90 | 3.80 | 0.482 | 0.465 | 0.474 |
| 3 día | 259200 | 509 | 819.6 | 883.5 | 4.00 | 4.00 | 0.494 | 0.490 | 0.492 |
| 4 día | 345600 | 588 | 819.7 | 883.6 | 4.10 | 4.10 | 0.507 | 0.502 | 0.504 |
| 5 día | 432000 | 657 | 819.8 | 883.7 | 4.20 | 4.20 | 0.519 | 0.514 | 0.517 |
| 6 día | 518400 | 720 | 820.0 | 883.8 | 4.40 | 4.30 | 0.544 | 0.526 | 0.535 |
| 7 día | 604800 | 778 | 820.1 | 883.9 | 4.50 | 4.40 | 0.556 | 0.538 | 0.547 |
| 8 día | 691200 | 831 | 820.2 | 884.0 | 4.60 | 4.50 | 0.569 | 0.551 | 0.560 |



MSc. Ing. Wilther Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av. Oswaldo Herceles 390 Urb. Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 49.

Certificado de succión capilar del concreto con 20% de perlitas a los 28 días de curado.



RUC: 20608132016
 Contacto: 936194709-989712719
 Email: ventas@tem-concrete.com

INFORME DE ENSAYO N° 1236-23-TEM

Ensayo de determinación de la velocidad de absorción del concreto (ASTM C-1585)

1. INFORMACIÓN GENERAL

SOLICITANTES : Roberti Ladislao Abanto Zamora / Renzo Jean Piere Chuquilín García
PROYECTO : Influencia del porcentaje de perlita sobre la densidad, resistencia a la compresión y succión capilar para un concreto liviano en losas aligeradas, Trujillo 2023
MUESTRA : Concreto con 20% de perlitas

2. DATOS DE LA MUESTRA

| # de Especimen | Código | Diámetro (mm) | Diámetro (mm) | Espesor (mm) | Área (mm ²) | Masa Inicial (g) | Hora |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|--------------|-------------------------|------------------|-------------|
| Especimen 1 | CE4 - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 50.0 | 8171.3 | 920.7 | 12:00 p. m. |
| Especimen 2 | CE4 - 210 - 28D | 102.0 | 102.0 | 51.0 | 8171.3 | 894.4 | 12:00 p. m. |

3. RESULTADOS DEL ENSAYO

| Tiempo | Tiempo (s) | s ^{1/2} | Masa (g) | | Δ Masa Acumulada (g) | | Absorción (mm) | | Abs. Promedio (mm) |
|--------|------------|------------------|----------|---------|----------------------|---------|----------------|---------|--------------------|
| | | | CE4 (1) | CE4 (2) | CE4 (1) | CE4 (2) | CE4 (1) | CE4 (2) | |
| 0 min | 0 | 0 | 920.7 | 894.4 | 0.00 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 1 min | 60 | 8 | 921.7 | 895.3 | 1.00 | 0.90 | 0.122 | 0.110 | 0.116 |
| 5 min | 300 | 17 | 921.8 | 895.4 | 1.10 | 1.00 | 0.135 | 0.122 | 0.128 |
| 10 min | 600 | 24 | 921.9 | 895.5 | 1.20 | 1.10 | 0.147 | 0.135 | 0.141 |
| 20 min | 1200 | 35 | 922.0 | 895.7 | 1.30 | 1.30 | 0.159 | 0.159 | 0.159 |
| 30 min | 1800 | 42 | 922.1 | 895.8 | 1.40 | 1.40 | 0.171 | 0.171 | 0.171 |
| 1 hr | 3600 | 60 | 922.2 | 896.0 | 1.50 | 1.60 | 0.184 | 0.196 | 0.190 |
| 2 hr | 7200 | 85 | 922.4 | 896.1 | 1.70 | 1.70 | 0.208 | 0.208 | 0.208 |
| 3 hr | 10800 | 104 | 922.7 | 896.2 | 2.00 | 1.80 | 0.245 | 0.220 | 0.233 |
| 4 hr | 14400 | 120 | 922.9 | 896.4 | 2.20 | 2.00 | 0.269 | 0.245 | 0.257 |
| 5 hr | 18000 | 134 | 923.1 | 896.5 | 2.40 | 2.10 | 0.294 | 0.257 | 0.275 |
| 6 hr | 21600 | 147 | 923.2 | 896.7 | 2.50 | 2.30 | 0.306 | 0.281 | 0.294 |
| 1 día | 86400 | 294 | 923.7 | 897.2 | 3.00 | 2.80 | 0.367 | 0.343 | 0.355 |
| 2 día | 172800 | 416 | 923.9 | 897.3 | 3.20 | 2.90 | 0.392 | 0.355 | 0.373 |
| 3 día | 259200 | 509 | 924.1 | 897.5 | 3.40 | 3.10 | 0.416 | 0.379 | 0.398 |
| 4 día | 345600 | 588 | 924.3 | 897.8 | 3.60 | 3.40 | 0.441 | 0.416 | 0.428 |
| 5 día | 432000 | 657 | 924.5 | 897.9 | 3.80 | 3.50 | 0.465 | 0.428 | 0.447 |
| 6 día | 518400 | 720 | 924.7 | 898.0 | 4.00 | 3.60 | 0.490 | 0.441 | 0.465 |
| 7 día | 604800 | 778 | 924.7 | 898.1 | 4.00 | 3.70 | 0.490 | 0.453 | 0.471 |
| 8 día | 691200 | 831 | 924.8 | 898.3 | 4.10 | 3.90 | 0.502 | 0.477 | 0.490 |



MSc. Ing. Wilmer Vásquez Díaz
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Gerente General
 CIP N° 248191



Ing. Oswaldo David Díaz Pino
 Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.
 Jefe de laboratorio
 CIP N° 275591

Oficina: Enrique Barrón 1231 Of. 104 - Urb. Santa Beatriz - Lima.
Laboratorio: Av Oswaldo Herccelles 390 Urb Chimú - Trujillo

website: www.tem-concrete.com

Fuente: TEM Tecnología en Ensayo de Materiales S.A.C.

Figura 50.

Fotografía de cuarteo de Agregado Fino.



Figura 51.

Fotografía del tamizado de los agregados.



Figura 52.

Fotografía obteniendo el peso unitario del agregado fino.



Figura 53.

Fotografía obteniendo el peso unitario del agregado grueso.



Figura 54.

Fotografía de ingreso de agregados al horno perteneciente al ensayo de contenido de humedad.



Figura 55.

Fotografía de incorporación de perlitas a la mezcla de concreto.



Figura 56.

Fotografía de obtención de slump del concreto en estado fresco.



Figura 57.

Fotografía de elaboración de probetas.



Figura 58.

Fotografía de elaboración de probetas.



Figura 59.

Fotografía de probetas de concreto con 5% de perlita.



Figura 60.

Fotografía de probetas de concreto con 10% de perlita.



Figura 61.

Fotografía de probetas de concreto con 15% de perlita.



Figura 62.

Fotografía de probetas de concreto con 20% de perlita.



Figura 63.

Fotografía de ensayo de densidad.



Figura 64.

Fotografía de ruptura de probetas.



Figura 65.

Fotografía de ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 66.

Fotografía de ensayo de resistencia a la compresión.



Figura 67.

Fotografía de ensayo de Succión capilar.

