



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018”

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

AUTOR:

Héctor Manuel, Amasifuén Polo

ASESOR:

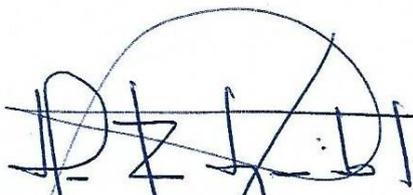
Ing. M. Sc. Eduardo, Pinchi Vásquez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Edificaciones Especiales

PERÚ - 2018

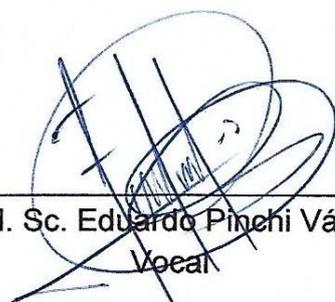
Página del jurado



Ing. Mg. Juan Fredi Segundo Sota
Presidente



Ing. Artemio Del Aguila Panduro
Secretario



Ing. M. Sc. Eduardo Pinchi Vásquez
Vocal

Dedicatoria

A Dios, por haberme brindado las fuerzas y la salud necesaria para llegar hasta donde hoy me encuentro, cumpliendo uno de mis más grandes anhelos; aunque el camino no ha sido del todo fácil, siempre fuiste la luz que brillaba en la oscuridad, no solo guiándome, también, cuidando de mi y de los que amo, como muestra de tu gran amor e infinita bondad. Así mismo, se lo dedico a mis padres, a esos seres maravillosos “Benito y María” que no solo me dieron la vida, también cuidaron de mí y aun lo siguen haciendo, desde aquella maravillosa vez en la que nos conocimos; este proyecto también es suyo, pues gran parte de su esfuerzo, confianza y entrega incondicional en mi persona, hoy se ven reflejados en la materialización y el orgullo que sienten tanto ustedes como yo por este logro. No menos importante es preciso dedicarlo a Liz, quien es alguien muy especial en mi vida, con mucho amor, cariño y gratitud, por tu apoyo incondicional y las palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante constantemente.

Agradecimiento

A Benito Amasifuén y María Polo, quienes con su infinito apoyo me motivaron a seguir adelante. Así mismo, a la Universidad Cesar Vallejo, quien a través de su plana docente me acogió a lo largo de mi formación profesional, así también, mi reconocimiento a los Ingenieros, Eduardo Pinchi y Andrés Pinedo, quienes en su calidad de Docente y Asesor de “Desarrollo de Proyecto de Investigación” respectivamente, me apoyaron y motivaron con la realización y culminación de este proyecto; finalmente, no me queda más que dar las gracias a todas aquellas personas que aunque al momento de escribir esta líneas no recuerde sus nombres, contribuyeron de manera directa e indirecta en la realización de este Proyecto de Investigación.

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Héctor Manuel Amasifuén Polo, identificado con DNI N° 70650463, estudiante del programa de estudios de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada: “Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018”;

Declaro bajo juramento que:

La tesis es de mi autoría.

He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

La tesis no ha sido autoplagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto, 25 de Octubre de 2018


.....
Héctor Manuel Amasifuén Polo
DNI: 70650463

Presentación

Señores miembros del jurado calificador, cumpliendo con las disposiciones establecidas en el reglamento de grado y títulos de la Universidad César Vallejo, pongo a vuestra consideración la presente investigación titulada: “**Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018**”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Civil.

La investigación está dividida en siete capítulos:

- I. INTRODUCCIÓN.** Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.
- II. MÉTODO.** Se menciona el diseño de la investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.
- III. RESULTADOS.** En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.
- IV. DISCUSIÓN.** Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante la tesis.
- V. CONCLUSIONES.** Se considera en enunciados corto, teniendo en cuenta los objetivos planteados.
- VI. RECOMENDACIONES.** Se precisa en base a los hallazgos encontrados.
- VII. REFERENCIAS.** Se consigna todos los autores de la investigación.

Índice

Página del jurado	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Resumen	xv
Abstract	xvi
I. INTRODUCCIÓN	
1.1. Realidad problemática	17
1.2. Trabajos previos	18
1.3. Teorías relacionadas al tema	21
1.4. Formulación del problema	33
1.5. Justificación del estudio	33
1.6. Hipótesis	35
1.7. Objetivos	35
II. MÉTODO	
2.1. Diseño de investigación	37
2.2. Variables, operacionalización	37
2.3. Población y muestra	39
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	39
2.5. Método de análisis de datos	40
2.6. Aspectos éticos	41
III. RESULTADOS	42
IV. DISCUSIÓN	73
V. CONCLUSIONES	76
VI. RECOMENDACIONES	78
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

ANEXOS

Matriz de consistencia

Instrumento de recolección de datos

Acta de aprobación de originalidad

Porcentaje de turnitin

Acta de aprobación de tesis

Autorización de publicación de tesis al repositorio

Autorización de la versión final del trabajo de I.

Memoria de cálculo

Fotos

Índice de tablas

Tabla 1. Dimensiones de unidades de albañilería convencionales.....	31
Tabla 2. Dimensiones de bloques usualmente empleados como unidades de albañilería ...	32
Tabla 3. Clasificación de las unidades de albañilería	32
Tabla 4. Operacionalización de la variable	38
Tabla 5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	40
Tabla 6. Coordenadas de georreferenciación de la cantera de extracción del agregado	42
Tabla 7. Forma y textura del agregado fino empleado en el diseño de la mezcla.....	43
Tabla 8. Módulo de finura del agregado fino	44
Tabla 9. Análisis granulométrico del agregado fino empleado en el diseño de la mezcla de concreto ligero	45
Tabla 10. Porcentaje de agregado fino que pasa la malla N°200	46
Tabla 11. Resultados del análisis del agregado fino para ensayos de peso específico y absorción	47
Tabla 12. Datos para el ensayo de contenido de humedad del agregado fino	49
Tabla 13. Peso unitario del agregado fino en estado suelto y compactado	50
Tabla 14. Características físicas y mecánicas de las perlas de poliestireno	51
Tabla 15. Composición física y química del cemento portland	52
Tabla 16. Límites de impureza permitidos en el agua para la mezcla	53
Tabla 17. Proporción de materiales para un diseño de 1200 kg/m ³	54
Tabla 18. Proporción de materiales para un diseño de 1400 kg/m ³	55
Tabla 19. Proporción de materiales para un diseño de 1600 kg/m ³	56
Tabla 20. Dimensiones de los moldes para los especímenes de prueba	57
Tabla 21. Resultados del ensayo de la consistencia del diseño de la mezcla de concreto ligero	58
Tabla 22. Ensayo de peso unitario, densidad teórica y contenido de aire	59
Tabla 23. Cuadro de resumen de la resistencia a la compresión promedio de los especímenes cilíndricos	61
Tabla 24. Resultados del cálculo del módulo de elasticidad de los especímenes cilíndricos de prueba	62

Tabla 25. Resultados del ensayo para determinar el peso específico y la absorción de los especímenes cilíndricos de prueba	63
Tabla 26. Análisis comparativo entre el peso de los especímenes cilíndricos a base de concreto ligero y concreto convencional	64
Tabla 27. Proporción óptima de materiales para ser empleada en el diseño de bloques de concreto ligero	65
Tabla 28. Tipo y dimensiones del bloque de concreto ligero	66
Tabla 29. Resistencia a la compresión de los bloques de concreto ligero	68
Tabla 30. Resultados del ensayo para el control del módulo de elasticidad de los bloques de concreto ligero	69
Tabla 31. Control del peso específico y la absorción de los bloques de concreto ligero ...	70
Tabla 32. Datos preliminares para el diseño de concreto con densidad 1200 kg/m^3	90
Tabla 33. Datos preliminares para el diseño de concreto con densidad 1400 kg/m^3	92
Tabla 34. Datos preliminares para el diseño de concreto con densidad 1600 kg/m^3	95

Índice de figuras

Figura 1. Fotografía satelital con la ubicación de la cantera de extracción del agregado fino.....	42
Figura 2. Forma y textura del agregado fino empleado en el diseño	43
Figura 3. Módulo de finura del agregado obtenida de laboratorio	44
Figura 4. Curva granulométrica del agregado fino	45
Figura 5. Proceso de tamizado para la obtención del material más fino	46
Figura 6. Proceso de obtención del peso específico y la absorción del agregado fino	48
Figura 7. Peso de la muestra de agregado fino en estado natural	49
Figura 8. Peso de la muestra de agregado fino para el ensayo de peso unitario suelto	50
Figura 9. Perlas de poliestireno	51
Figura 10. Proporción de materiales por m ³ de concreto ligero	54
Figura 11. Proporción de materiales por m ³ de concreto ligero	55
Figura 12. Proporción de materiales por m ³ de concreto ligero	56
Figura 13. Especímenes cilíndricos para ensayos en concreto ligero	57
Figura 14. Toma de resultados del diámetro de dispersión del concreto ligero	58
Figura 15. Peso de la masa, para el cálculo del peso específico, densidad teórica y contenido de aire	60
Figura 16. Resistencia promedio de los tres diseños a los 7, 14 y 28 días	61
Figura 17. Resistencia promedio del módulo de elasticidad correspondiente a los especímenes cilíndricos de prueba	62
Figura 18. Porcentaje de absorción promedio de los especímenes cilíndricos con diferentes densidades de diseño	63
Figura 19. Peso específico promedio de los especímenes cilíndricos con diferentes densidades de diseño	64
Figura 20. Proceso de elaboración de la mezcla de concreto ligero optimo cuya densidad de diseño es 1600 kg/m ³	65
Figura 21. Molde para la fabricación de bloques de concreto ligero	66
Figura 22. Bloque de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno	67
Figura 23. Resistencia promedio de los bloques de concreto ligero	68
Figura 24. Control del módulo de elasticidad en bloques de concreto ligero	69

Figura 25. Límite para el porcentaje de absorción de los bloques de concreto ligero según la NTP 399.602	70
Figura 26. Control del peso específico de los bloques de concreto ligero	71
Figura 27. Análisis de costos unitarios del bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno de 90 x 190 x 390 mm	72
Figura 28. Análisis de costos unitarios del bloque de concreto convencional de 90 x 190 x 390 mm	72
Figura 29. Muestra del agregado fino, llevada al laboratorio para su análisis	98
Figura 30. Método del cuarteo para la toma de muestra del agregado fino	98
Figura 31. Secado del agregado fino a temperatura ambiente	99
Figura 32. Toma de muestra para el análisis de humedad natural del agregado	99
Figura 33. Extracción de la muestra de agregado fino del horno luego de 24h	100
Figura 34. Horno para el secado de la muestra de agregado fino a 110 °C	100
Figura 35. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	101
Figura 36. Empleo del tamizador portátil electrónico	101
Figura 37. Toma de peso del recipiente para el análisis de peso unitario	102
Figura 38. Calibrador Bernie para la toma de medidas exactas	102
Figura 39. Peso unitario suelto del agregado fino	103
Figura 40. Peso unitario compactado del agregado fino	103
Figura 41. Realizando el ensayo del cono de absorción de arena	104
Figura 42. Ensayo de peso específico y absorción	104
Figura 43. Moldes cilíndricos para la fabricación de probetas	105
Figura 44. Vertido de las perlas de poliestireno en la mezcla de concreto ligero	105
Figura 45. Mezclado de los materiales para el concreto ligero	106
Figura 46. Ensayo de fluidez de la mezcla de concreto ligero	106
Figura 47. Ensayo de peso específico de la masa de concreto ligero fresco	107
Figura 48. Vertido de la mezcla de concreto ligero en los moldes cilíndricos	107
Figura 49. Moldes cilíndricos llenos de concreto ligero	108
Figura 50. Curado de los especímenes cilíndricos de concreto ligero	108
Figura 51. Curado de los especímenes cilíndricos de concreto ligero	109

Figura 52. Especímenes cilíndricos de concreto ligero para pruebas	109
Figura 53. Ensayo de resistencia a la compresión simple de las probetas	110
Figura 54. Ensayo de peso específico y absorción de las probetas	110
Figura 55. Toma de peso de materiales para la mezcla de concreto ligero	111
Figura 56. Preparación de la mezcla de concreto ligero	111
Figura 57. Fabricación de los bloques de concreto ligero	112
Figura 58. Curado de los bloques de concreto ligero	112
Figura 59. Ensayo de peso específico y absorción del bloque de concreto	113
Figura 60. Ensayo de resistencia a la compresión simple de los bloques	113
Figura 61. Ficha técnica de las perlas de poliestireno, parte 1 de 3	114
Figura 62. Ficha técnica de las perlas de poliestireno, parte 2 de 3	115
Figura 63. Ficha técnica de las perlas de poliestireno, parte 3 de 3	116
Figura 64. Ficha técnica del cemento portland	117
Figura 65. Certificado del análisis de humedad natural del agregado fino	119
Figura 66. Certificado del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino	120
Figura 67. Certificado del peso específico, absorción, peso unitario y cantidad de material fino que pasa el tamiz N°200 del agregado fino	121
Figura 68. Certificado del diseño de la mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1200 kg/m^3	122
Figura 69. Certificado del diseño de la mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1200 kg/m^3	123
Figura 70. Certificado del diseño de la mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1400 kg/m^3	124
Figura 71. Certificado del diseño de la mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1400 kg/m^3	125
Figura 72. Certificado del diseño de la mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1600 kg/m^3	126
Figura 73. Certificado del diseño de la mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1600 kg/m^3	127
Figura 74. Certificado del análisis de la consistencia y el contenido de aire en la mezcla de concreto ligero	128

Figura 75. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1200 kg/m ³ a la edad de 7 días	129
Figura 76. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1200 kg/m ³ a la edad de 14 días	130
Figura 77. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1200 kg/m ³ a la edad de 28 días	131
Figura 78. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1400 kg/m ³ a la edad de 7 días	132
Figura 79. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1400 kg/m ³ a la edad de 14 días	133
Figura 80. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1400 kg/m ³ a la edad de 28 días	134
Figura 81. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1600 kg/m ³ a la edad de 7 días	135
Figura 82. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1600 kg/m ³ a la edad de 14 días	136
Figura 83. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1600 kg/m ³ a la edad de 28 días	137
Figura 84. Certificado del análisis del módulo de elasticidad, peso específico y absorción de los especímenes cilíndricos de prueba	138
Figura 85. Certificado de rotura de los bloques de concreto ligero cuya densidad es de 1600 kg/m ³ a la edad de 7 días	139
Figura 86. Certificado de rotura de los bloques de concreto ligero cuya densidad es de 1600 kg/m ³ a la edad de 14 días	140
Figura 87. Certificado de rotura de los bloques de concreto ligero cuya densidad es de 1600 kg/m ³ a la edad de 28 días	141
Figura 88. Certificado del análisis del módulo de elasticidad, peso específico y absorción de los bloques de concreto ligero	142

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018”, está enmarcado en la búsqueda de la proporción adecuada de materiales para el diseño de una mezcla de concreto ligero, con bajo peso volumétrico, para ser empleado en la fabricación de bloques de 90x190x390mm; no obstante, este bloque de concreto ligero debe mínimamente cumplir con la resistencia requerida por la NTP y el RNE; es así que, se inició el proceso de investigación en la Universidad César Vallejo en los ambientes del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos, durante el periodo 2017 – 2018; a donde se recurrió debido a que el tipo y el diseño de la investigación lo ameritaban, pues al ser una investigación Aplicada con un diseño Experimental, existía la necesidad de manipular de manera controlada el comportamiento de los materiales, sus características y proporciones para ser aplicadas según las teorías, los métodos y procesos estipulados en la ASTM , el RNE , la NTP y la Guía del ACI; en cuanto a la población de estudio, esta estuvo conformada por los especímenes de prueba con densidades 1200 kg/m^3 , 1400 kg/m^3 y 1600 kg/m^3 , que sirvieron para identificar el diseño óptimo de las proporciones de materiales; estableciendo al diseño cuya densidad es de 1600 kg/m^3 , como el diseño óptimo, que permitió distinguir la muestra, cuyo grupo está formado por los especímenes de prueba cuya proporción fue la óptima y los bloques de concreto ligero elaboradas a partir de dicho diseño. Pudiendo llegar a la conclusión de que es posible diseñar bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, pues cumple con los requisitos mínimos de resistencia tanto para los bloques portantes como para los no portantes.

Palabras claves: Densidad, bloque macizo, concreto ligero, perlas de poliestireno.

ABSTRACT

The present work of investigation titled "Design of blocks of light concrete with the application of pearls of polystyrene, District of Tarapoto, San Martín - 2018", is framed in the search of the suitable proportion of materials for the design of a mixture of concrete light, with low volumetric weight, to be used in the manufacture of 90x190x390mm blocks; however, this lightweight concrete block must minimally meet the resistance required by the NTP and the RNE; This is how the research process began at the César Vallejo University in the environments of the Soil and Pavement Mechanics Laboratory, during the period 2017 - 2018; where it was used because the type and design of the investigation warranted it, because being an applied research with an experimental design, there was a need to manipulate in a controlled manner the behavior of materials, their characteristics and proportions to be applied according to the theories, the methods and processes stipulated in the ASTM, the RNE, the NTP and the ACI Guide; As for the study population, this was made up of test specimens with densities of 1200 kg/m³, 1400 kg/m³ y 1600 kg/m³, which were used to identify the optimal design of the proportions of materials; establishing the design whose density is 1600 kg/m³, as the optimal design, which allowed to distinguish the sample, whose group is formed by the test specimens whose proportion was optimal and the lightweight concrete blocks elaborated from said design. Being able to reach the conclusion that it is possible to design lightweight concrete blocks with the application of polystyrene beads, since it meets the minimum resistance requirements for both bearing and non-bearing blocks.

Keywords: Density, solid block, lightweight concrete, polystyrene beads.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Hoy en día el mundo está experimentando una masiva sobrepoblación, que repercute en el alto índice de crecimiento urbanístico y a su vez genera una gran demanda de viviendas, las mismas que gracias al dominio de nuevas y mejores técnicas constructivas ya no solo se expanden de manera horizontal, todo lo contrario, el cielo ya no es un límite para las estructuras que se desarrollan de manera vertical.

Actualmente, el concreto es uno de los materiales más empleados en la construcción de viviendas y la necesidad de dotarlo de mejores propiedades para ser empleado como bloque de concreto ligero, representa necesariamente modificar la forma tradicional de elaborarla.

Hoy por hoy, existen métodos en el que se incorpora aire al concreto mediante la aplicación de aditivos, que logran la reacción química necesaria para incorporárselo y así lograr su ligereza, este método ha sido razón de estudio en España.

Sin embargo, en el Perú, el desarrollo de los procesos constructivos que se ejecutan de manera cotidiana, representa hoy en día, el estancamiento de los nuevos modelos constructivos y el rechazo de nuevos materiales, que mejorarían no solo la calidad técnica, sino un aspecto muy importante, el aspecto social, el cual está direccionado, en su efecto a buscar la mejora constante; esta necesidad, ha dado paso al descubrimiento de nuevos materiales dispuestos para ese fin, uno de ellos y sobre el cual se realiza esta investigación, es el empleo de perlas de poliestireno para la elaboración de bloques de concreto ligero, con lo cual se pretende reducir las fallas que pueden presentarse en una edificación debido a la sobrecarga en su estructura.

Por todo lo anteriormente expuesto, se busca diseñar un nuevo material de construcción, que pueda ser incorporado como alternativa constructiva en la ciudad de Tarapoto, la cual consiste, como reitero, en el diseño de bloques de concreto ligero mediante la aplicación de peras de poliestireno.

1.2. Trabajos previos

A nivel internacional

PEREIRA, Aura y SANCHEZ, Jenny. En su trabajo de investigación titulado: *Diseño de un bloque compuesto de concreto ligero con polvo de aserrín*. (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela. 2006. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- El curado del bloque compuesto de concreto ligero con polvo de aserrín debe realizarse a través del rocío de aguas, ya que estos no deben ser sumergidos pasadas las 24 horas como estipula la norma.
- Es necesario el empleo de aserrín grueso, aunque esto es irrelevante, ya que se recomienda principalmente que antes de emplear arena blanca (arena de playa) optemos por un material de características areno – limoso plástico, también conocido como capa vegetal.
- El bloque en mención es ligeramente rentable, ya que presenta una reducción del 3% en su precio frente a sus similares en diseño.

MÁRQUEZ, Pablo. En su trabajo de investigación titulado: *Proporcionamiento óptimo del concreto ligero aplicado a piezas de mampostería*. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de la Construcción, D.F, México. 2000. Concluyó que:

- Es indispensable respaldarse de normas actualizadas que definan clara y precisamente los procesos de prueba y sus limitaciones para garantizar la certeza y la confiabilidad de los resultados, en el caso de este estudio el autor empleó la Norma NMX – C – 36, la misma que evalúa el esfuerzo a la compresión en bloques de mampostería.
- Definir apropiadamente el tamaño de la muestra de estudio obtendremos resultados más confiables, como en este caso el autor optó por emplear 9 unidades de albañilería para cada proporción propuesta, dividiéndolo proporcionalmente a modo que 3 de ellos se sometieran a la prueba de resistencia a los 7 días, otros 3 a los 14 días y los otros 3 restantes a los 28 días.
- La mayor resistencia al esfuerzo de compresión se logra incrementando una mayor cantidad de cemento frente a la de tepojal en la dosificación de la mezcla,

pues se obtuvieron dichos resultados en las mezclas tanto de control como en la experimental.

LUZARDO, Javier y ARRAGA, Rafael. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis del concreto celular y sus aplicaciones en la fabricación de paneles livianos*. (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela. 2004. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- La clave para conseguir un concreto airado es el tiempo de mezclado, por lo que se recomienda incrementar en un 20% más el tiempo de mezclado, con lo cual se garantiza la creación de células de aire en su interior, no obstante sobrepasarse de dicho límite conlleva a la destrucción de dichas células.
- El proceso de incorporar aire a la mezcla de concreto no solo afecta levemente la resistencia a la flexión sino también influye en gran medida en la resistencia a la compresión.
- Este tipo de concreto debe tener diferente tratamiento según la zona donde será empleada, así, por ejemplo, en climas cálidos se recomienda incrementar la dosis de aire en la mezcla puesto que un ligero aumento en la temperatura reduce drásticamente el contenido de aire en su composición, algo que no ocurre en climas templados.

A nivel nacional

ARAPA, Eugenio. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca, Perú. 2016. Concluyó que:

- El concreto celular cuenta con propiedades térmicas, así por ejemplo, al ser empleado en climas gélidos es capaz de mantener la calefacción en su punto, mientras que en climas calurosos prevé la pérdida de la temperatura generada por el aire acondicionado.
- El empleo de la espuma de poliestireno para la fabricación del concreto celular admite que dicho material sea 100% reciclado, pues no se encuentra limitaciones

por su condición física, pudiendo incluir cualquier subproducto derivado de la espuma de poliestireno.

- Dependiendo de la accesibilidad a los materiales empleados en la fabricación del concreto celular, resulta admisible el empleo del peróxido de hidrógeno como alternativa al empleo de la espuma del poliestireno, pues este genera una reacción química que permite la formación de microburbujas al interior de la mezcla.

PAULINO, Jean y ESPINO, Ronald. En su trabajo de investigación titulado: *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicados a unidades de albañilería en el Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. 2017. Llegaron a las siguientes conclusiones:

- La idea de diseñar un concreto liviano es que la mayor parte de los materiales que la conforman presenten menor densidad, ya que, es bien sabido que la resistencia depende principalmente de las proporciones de cemento y agregados que se añadan, dicho sea de paso, estos agregados pueden variar desde piedras volcánicas, virutas de madera hasta perlitas de poliestireno.
- Los bloques de concreto liviano poseen un mejor comportamiento termoacústico frente a los bloques de concreto simple, por si esto fuera poco, observó una gradual reducción del peso en los bloques de concreto liviano.
- Un punto muy importante para la materialización de los objetivos a investigar, es el diseño de la mezcla del concreto liviano y la estructura de su composición.

RODRÍGUEZ, Hugo. En su trabajo de investigación titulado: *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la fabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. 2017. Concluyó que:

- Los bloques de concreto ligero con poliestireno expandido, deben contar con un peso específico de 1624.36 kg/m^3 , para alcanzar una resistencia a la compresión de 62.75 kg/cm^2 , más del mínimo según lo estipulado en la NTP 399.600 y la NTP 399.602.

- Los bloques de concreto ligero poseen un módulo de elasticidad menor al de los bloques de concreto convencionales, esto debido en primer lugar a que posee una mayor capacidad para deformarse y, en segundo lugar, debido a que el módulo de elasticidad es mayor conforme se incrementa el peso específico.
- El bloque de concreto con perlas de poliestireno expandido tiende a reducir sus niveles de resistencia, tanto a compresión como a flexión según este vaya presentando un aumento de humedad contenida.

A nivel local

CORDOVA, Adán. En su trabajo de investigación titulado: *Dosificación de la cascarilla de arroz pulverizada para obtener bloques de concretos ligeros en el Distrito de Tarapoto – San Martín – 2014*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto, Perú. 2014. Concluyó que:

- La relación existente entre el agua y el cemento es el principal punto de partida en la elaboración de bloques de concreto ligero, ya que de ello dependerá en gran medida la trabajabilidad y el acabado final de la mezcla.
- Para ser capaz de determinar el grado de absorción que presenta el aserrín como agregado, es necesario procesarla, para lo cual es prioridad sumergir la muestra en agua por un periodo de 24 horas, para luego ser secada al horno.
- Al emplear la cascarilla de arroz como agregado para la fabricación de bloques de concreto ligero se está comprometiendo en un 50% la resistencia a la compresión, pues esta se ve afectada debido a la naturaleza orgánica del material que lo compone.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Concreto

Según RIVERA (2006, p. 246) en su libro “concreto simple”, manifiesta: que el concreto elaborado a partir de cemento portland, agua y agregados, posee un amplio campo de aplicaciones en el rubro de la construcción, debido al sin número de características favorables que posee, aunque en ciertas oportunidades su inadecuado uso restringe aprovechar al máximo sus propiedades, teniendo esto como base, se han creado y adaptado procesos que

modifican ciertas características capaces de variar dependiendo del uso que se le dé, ya sea mediante la aplicación de aditivos o sustancias especiales.

- **Materiales**

- **Cemento portland**

Según la NTP 334.001(2011, p. 5) el cemento portland es un tipo de cemento hidráulico, producido tras la pulverización del Clinker, el cual está compuesto principalmente de silicatos de calcio hidráulico que contiene por lo general uno o más partes de sulfatos de calcio como resultado de su incorporación durante el proceso de la molienda.

Así también, PEREIRA y SÁNCHEZ (2006, p. 32) lo definen como el material de naturaleza aglomerante con propiedades hidráulicas, que al entrar en contacto con materiales tales como agua, arena, grava, asbesto o cualquier otro similar, reacciona químicamente obteniendo como resultado alta resistencia y buena estabilidad.

- **Agregados**

Según estudios realizados por IZQUIERDO (2017, p. 20) define a los agregados como materia inerte, obtenida de depósitos naturales que por lo general son empleados en la construcción más que todo por obvias razones económicas, pues no solo logra ocupar alrededor del 70% de la mezcla, también está íntimamente relacionado con la resistencia que le otorga a la misma, no obstante, estos materiales suelen ser clasificados según su tamaño y uso en agregados finos y agregados gruesos.

Por otra parte, algo característico de esta mezcla entre el cemento, el agua y los agregados, es lo particular de su proceso de endurecimiento, puesto que garantiza una gran resistencia mecánica y absoluta estabilidad volumétrica.

Algunos puntos muy importantes de recalcar a la hora de clasificar a los agregados son la procedencia, el tamaño y la densidad (GUTIÉRREZ, 2003, p. 14).

- **Agua**

La NTP 339.088 (2014, p. 4) define al agua como el componente principalmente empleado para garantizar las reacciones químicas entre las partículas cementantes del concreto hidráulico o también llamado mortero de cemento portland, así mismo, uno de los requisitos indispensables para ser empleado con este fin, es que sea de naturaleza potable, o que su uso sea destinado al consumo humano, pues debido a sus características físicas y químicas el agua potable reúne los requisitos mínimos para ser empleado con dicho fin.

• **Propiedades del concreto**

Según HERNÁNDEZ (2004, p.4) en el capítulo 2 de su libro “Propiedades del concreto” reconoce cuatro propiedades del concreto como principales, estos son: trabajabilidad, cohesividad, resistencia y durabilidad, no obstante, admite tres estados como válidos, estos son: plástico, fraguado y endurecido.

• **Leyes que rigen el comportamiento del concreto**

Para PRIMI y LEÓN (2012, p.31) en su tesis “Resistencia a compresión a los 28 días de cilindros de concreto húmedos y secos para un $f'_b = 250 \text{ kg/cm}^2$ ”, existen tres (03) leyes que rigen el comportamiento del concreto.

- **Ley de Abrams**

La resistencia a la compresión de un concreto está en proporción inversa a la relación agua – cemento empleada. Esto significa que el concreto será mejor mientras menos agua se use en su preparación.

- **Ley de cemento**

Mientras menos cemento se necesite para lograr una cierta resistencia, será mejor para todas las cualidades del concreto; más cemento causa mayor retracción y agrietamiento; en consecuencia, el consumo de cemento afecta directamente el costo.

- **Ley de temperatura**

Mientras más baja la temperatura del concreto fresco, será mejor para todas sus cualidades; es decir, el calor aumenta la demanda de agua y acelera el fraguado, por tanto, el concreto será más difícil de compactar y posiblemente se vea afectada la resistencia.

1.3.2. Concreto ligero

Para IZQUIERDO y ORTEGA (2017, p.22) el concreto liviano o también conocido como concreto ligero, posee característicamente menor densidad en comparación con el concreto convencional, esta densidad puede variar de 300 – 1850 kg/m³ y su aplicación en el ámbito de la construcción, se debe a que, gracias a sus propiedades, es capaz de reducir en gran medida las solicitudes generadas por las cargas muertas en los elementos estructurales de las edificaciones.

- **Clasificación**

LAZO (2017, p.18) en su tesis “Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones”, admite que es posible clasificar al concreto ligero en función de su peso volumétrico, el material que lo compone y los métodos empleados en su fabricación.

- **De acuerdo a sus propiedades**

- Concretos ligeros de resistencia reducida y propiedades excepcionalmente buenas para el aislamiento térmico.
- Concretos ligeros de resistencia media y características adecuadas para el aislamiento térmico.

- Concretos ligeros de resistencia estructural y limitadas características para el aislamiento térmico.

Cabe recalcar que, al hablar de las propiedades del concreto ligero, se hace referencia a su resistencia, su peso volumétrico y aislamiento térmico.

- **De acuerdo al método de fabricación**

LAZO (2017, p.19) identifica tres procedimientos a través de los cuales se logra una significativa reducción del peso del concreto.

- Concreto sin finos: esta mezcla de concreto se logra, restringiendo el uso del agregado fino, esto da como resultado un concreto que presenta gran cantidad de celdas abiertas, con características de un concreto poroso.
- Concreto celular: esta mezcla de concreto, es el resultado de la incorporación de altos porcentajes de aire, ya sea mediante el empleo de aditivos espumantes u otras sustancias químicas; en el mundo de la construcción este tipo de concreto es también conocido como concreto aireado, espumoso o gaseoso.
- Concreto de agregados ligeros: esta mezcla de concreto se obtiene, al incorporar agregados ya sean naturales o artificiales que presenten un bajo peso específico, por lo general se admiten, aquel cuya densidad sea inferior a 2.6 kg/m^3 .

- **De acuerdo a su aplicación**

En esta categoría LAZO (2017, p.22) los subdivide en dos grupos según su uso.

- Concreto ligero para aislamiento: estructuralmente se restringe su uso como boque o elemento prefabricado, más no como muro divisorio empleado como aislamiento térmico.
- Concreto ligero estructural: este concreto es el resultado de la sustitución parcial o total del agregado normal por el agregado

ligero, dichos agregados ligeros deben cumplir mínimamente los requisitos establecidos en la norma ASTM C330.

1.3.3. Unidades de albañilería

- **Definición**

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) en su norma E.070 (2006, p.300) establece las siguientes características generales para las unidades de albañilería.

- Aquellas unidades que puedan ser manipuladas con una sola mano se denomina ladrillo, mientras que aquella que por sus dimensiones y peso requieran de las dos manos se denomina bloque.
- Esta norma esta direccionada específicamente para aquellas unidades de albañilería llámese ladrillo o bloque, en cuya elaboración se emplee como materia prima la arcilla, la sílice, la cal o el concreto.
- Las unidades de albañilería serán empleadas únicamente tras alcanzar la resistencia y la estabilidad volumétrica mínima, as mismo los bloques que necesiten de curado con agua quedan estrictamente prohibidos antes de cumplir los 28 días de curado.

- **Bloques de concreto**

Según la NTP 399.602 (2002, p.13) el bloque de concreto es una pieza prefabricada, elaborada con cemento, agua y áridos finos o gruesos de procedencia natural o artificial, en el cual se puede o no incorporar aditivos, además se refiere a la forma del bloque como sensiblemente prismático con dimensiones no mayores de 60cm y sin la presencia de armadura.

- **Perlas de poliestireno**

GONZÁLES (2016, p.45) lo define como un material plástico celular, su base es el estiren, un líquido cuyas moléculas se polimerizan, formando perlas de poliestireno al ser sometido al calor controlado, con lo cual se obtiene un material pre-expandido que luego de ser recalentado y gracias

a la incorporación o infusión de aire se logra que las perlas se dispersen entre sí.

Así también PAULINO y ESPINO (2017, p.37) lo define como el material de construcción en forma de planchas, bovedillas, rellenos y perlitas que pueden ser empleadas como remplazo total o parcial del agregado grueso en la elaboración de concreto liviano, pues este como agregado hace que el concreto liviano presente una buena capacidad de deformación.

- **Características físicas del poliestireno**

CORDOVA y PINCHI (2017, p.15) en su tesis, manifiestan que: la índole del poliestireno expandido para ser aplicado en la construcción debe asegurar las siguientes propiedades característicamente.

- Bajo peso y excepcional ligereza, cuya densidad oscila entre los 10 kg/m^3 - 35 kg/m^3 . Con esto se garantiza extremada ligereza y buena resistencia.
- Amortiguador o reductor de impacto.
- Resistente al agua.
- Bajos niveles de absorción.
- Resistente al envejecimiento.
- Gran resistencia mecánica.
- Higiénico, no enmohece e imputrescible. No constituye sustratos nutritivos para animales, hongos ni bacterias.
- Facilidad de conformado, admite ser moldeado o mecanizado para lograr adaptarse a cualquier forma.
- Fácil de instalar.
- Fácil de manipular.

- El poliestireno expandido es reutilizable al 100% para formar bloques del mismo material, así mismo es reciclable a fin de fabricar materias primas para otros subproductos.

- **Concreto con perlas de poliestireno**

La revista digital construcción y tecnología en concreto, define concreto con agregado de poliestireno, como un tipo de concreto ligero que tiene a capacidad de deformarse, su aplicación está limitada al uso no estructural debido a sus propiedades de baja resistencia.

Sin embargo, gracias a su alta capacidad de deformación, este material ha sido empleado en la fabricación de varios elementos estructurales, así por ejemplo en forma de paneles par revestimientos, muros, sistemas de piso, bloques de concreto para muros estructurales, pavimentos y estructuras flotantes.

- **Clasificación de los bloques**

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), en su norma E.070 reconoce dos grupos de unidades de albañilería, por una parte, los ladrillos y por otra los bloques de concreto, estos a su vez se subdividen como es el caso del ladrillo en cinco tipos, mientras que los bloques de concreto en dos, los portantes y los no portantes, ambos grupos deben cumplir con los requisitos mínimos de resistencia para ser aceptados como unidades de albañilería.

- **Normativa para la aceptación de los bloques**

La normativa que más se vincula al tema de investigación se encuentra en el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), específicamente en la norma E.070 albañilería, el cual indica los requisitos y las exigencias mínimas para la aceptación de algún espécimen tanto del bloque portante como el del no portante, algunos de estos requerimientos están relacionados con el tamaño, la resistencia a la compresión, la absorción, entre otros.

1.3.4. Ensayos para los bloques de concreto

La NTP 399.604 (2002, p.10) especifica claramente los métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto, estas se detallan a continuación.

- **Ensayo de absorción**

El procedimiento del ensayo de absorción es el siguiente.

- Sumergir en agua el espécimen por 24 horas.
- Registrar su peso sumergido.
- Transcurridas las 24 horas secar superficialmente el espécimen y pesarlo.
- Secar el espécimen en horno de 100°C – 115°C por otras 24 horas.

$$\text{Absorción } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \left[\frac{(W_s - W_d)}{W_d} \right] \times 1000$$

$$\text{Absorción } (\%) = \left(\frac{W_s - W_d}{W_d} \right) \times 100$$

Donde:

W_s : Peso saturado, kg

W_i : Peso sumergido,kg

W_d : Peso secado al horno, kg

- **Contenido de humedad y densidad**

El contenido de humedad y la densidad del espécimen se obtiene empleando las siguientes formulas.

- **Contenido de humedad**

$$W (\%) = \left(\frac{W_r - W_d}{W_s - W_d} \right) \times 100$$

Donde:

W_r : Peso recibido de la unidad, kg

W_d : Peso seco al horno, kg

W_s : Peso saturado, kg

- **Densidad**

$$D \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \left(\frac{W_d}{W_s - W_i} \right) \times 1000$$

Donde:

W_d : Peso recibido de la unidad, kg

W_s : Peso seco al horno, kg

W_i : Peso saturado, kg

• **Volumen neto, área neta media y área bruta**

El volumen neto, el área neta media, y el área bruta se obtiene empleando las siguientes formulas.

- **Volumen neto**

$$\text{Volumen neto} = V_n (\text{mm}^3) = \frac{W_d}{D} = (W_s - W_i) \times 10^4$$

- **Área neta media**

$$\text{Área neta media} = A_n (\text{mm}^2) = \frac{V_n}{H}$$

- **Área neta**

$$\text{Área neta} = L \times W$$

- **Área bruta**

$$A_g (\text{mm}^2) = L \times W$$

Donde:

H : Altura del espécimen, mm

D : Densidad, kg/m³

L : Longitud promedio, mm

W : Ancho promedio, mm

- **Compresión simple de unidades**

Según la NTP 399.604 (2002) la resistencia a la compresión del área bruta se determina dividiendo la carga máxima entre el área bruta de la unidad.

$$f'_b = \frac{P}{A_g}$$

Donde:

f'_b : Resistencia a la compresión, kg/cm²

P : Carga máxima, kg

A_g : Área bruta, cm²

- **Dimensiones para unidades de albañilería**

Según la NTP 399.602 (2002) las dimensiones de las unidades a emplearse como albañilería armada o confinada pueden ser las siguientes:

Tabla 1

Dimensiones de unidades de albañilería convencionales.

Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
39	14	
39	14	19
39	12	

Fuente: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Unidades de albañilería. Bloques de concreto para uso estructural. Requisitos. NTP 399.602. Lima: INDECOPI, 2002. 9 pp.

Así también, puede emplearse otras dimensiones para las unidades de albañilería según lo estipulado en la NTP 400.006.

Tabla 2

Dimensiones de bloques usualmente empleados como unidades de albañilería.

Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
29	19	29
39	19	19
39	29	19
29	24	29

Fuente: Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Coordinación modular de la construcción. Bloques huecos de concreto para muros y tabiques. Medidas modulares. NTP 400.006. Lima: INDECOPI, 1981. 3 pp.

- **Resistencia a la compresión de unidades de albañilería**

El RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones), en su norma E.070 albañilería, comprende los requisitos mínimos de resistencia a la compresión para las unidades de albañilería.

Tabla 3

Clasificación de las unidades de albañilería.

Clase	Variación de la dimensión (Máxima en porcentaje)			Alabeo (Máximo en mm)	Resistencia a compresión mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100mm	Hasta 150mm	Más de 150mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

Fuente: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. Albañilería. Norma E.070. Lima: El peruano, 2006. 15 pp.

1.4. Formulación del problema

1.4.1. Problema general

¿En qué medida las perlas de poliestireno influyen en la resistencia a la compresión y el peso del bloque de concreto empleado en la construcción de muros, en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018?

1.4.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades de los agregados que deben de ser empleados en el diseño de la mezcla para la elaboración de bloques de concreto ligero?
- ¿Es posible diseñar bloques de concreto ligero, con la aplicación de perlas de poliestireno, cuya resistencia a la compresión sea igual a 50 kg/cm^2 como mínimo?
- ¿Cuáles son las dimensiones óptimas y el tipo de bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno más apropiado para ser empleado en la región?
- ¿Cuál es el análisis de costos que conlleva la fabricación de bloques de concreto ligero con perlas de poliestireno por unidad de albañilería?

1.5. Justificación del estudio

Justificación teórica

Teóricamente la investigación se justifica, puesto que, con su aplicación se busca conocer la resistencia a la compresión y el peso de los bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno.

Justificación práctica

En la práctica se justifica, puesto que el desarrollo del proyecto en mención, representará un avance significativo en cuanto al empleo de bloques de concreto ligero como material para la construcción de muros tanto portantes como no portantes, los mismos que serán empleados bajo la premisa de reducir las sobrecargas en las estructuras, así mismo, esta investigación y sus resultados servirán como

antecedente para el diseño y fabricación de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno.

Justificación por conveniencia

Convenientemente con el empleo de este tipo de bloque de concreto ligero, se estará dando paso a nuevos materiales para la construcción de viviendas, permitiendo ampliar el mercado de materiales de construcción y principalmente descolmando y descentralizando las principales plantas de manufactura de unidades de albañilería, pues para elaborar este bloque de concreto no será necesario contar con conocimiento especializado alguno, bastará con seguir los lineamientos obtenidos y presentados como resultado de esta investigación.

Justificación social

Se justifica socialmente, pues con el empleo de los bloques de concreto ligero, se minimizarán los costos de construcción en cuanto a tiempo ya que acelera y optimiza los procesos constructivos que repercutan con la mejora de la calidad de vida de la comuna, adicional a esto, con el empleo de los bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, se está incentivando al cuidado del medio ambiente, por dos simples razones, la primera es que la materia prima (perlas de poliestireno) puede ser de naturaleza reciclada, este subproducto se encuentra principalmente como protector de electrodomésticos y muy prontamente terminan en los desechos, este material puede ser en la fabricación de los bloques, la segunda razón y no menos importante es que el proceso de fabricación de este bloque de concreto no necesita ser horneado como es el caso del ladrillo, con lo cual se salva de la tala de árboles y la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera.

Justificación metodológica

Desde el punto de vista metodológico, la presente investigación se justifica, debido a que se empleará en su desarrollo las bases teóricas sustentadas en la Norma Técnica Peruana, el Reglamento Nacional de Edificaciones, normas internacionales como la guía del ACI y la norma ASTM, como fuente evaluadora de procesos estructurados para el diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Con la incorporación de las perlas del poliestireno a la mezcla de concreto en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018, se obtendrá un concreto ligero que, al ser empleado en la fabricación de bloques de concreto, tendrán una resistencia a la compresión de 50 kg/cm^2 como mínimo, según lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones norma E.070 albañilería, para el diseño de boques de concreto empleado en la construcción de muros tanto portantes como no portantes.

1.6.2. Hipótesis específicas

- Conocer las propiedades de los agregados empleados en la fabricación de bloques de concreto ligero, conllevará a un óptimo diseño de la mezcla.
- Con la integración de las perlas de poliestireno en el diseño de los bloques de concreto ligero, se obtendrán especímenes significativamente más ligeros y más resistentes a los esfuerzos de compresión.
- Al emplear un acabado proporcional tanto para el largo, el alto y el ancho de las dimensiones del tipo de bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno se mejorará la resistencia y se optimizarán costos.
- En la medida en que se diseñe el bloque de concreto ligero valorando principalmente el área neta de acción de las cargas, se disminuirá el empleo de material y el empleo de mano de obra resultando significativamente más económico y sustentable.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Diseñar un bloque de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018.

1.7.2. Objetivos específicos

- Identificar la cantera de extracción del agregado fino.

- Determinar las propiedades de los agregados empleados en el diseño de la mezcla del bloque de concreto ligero.
- Determinar la dosificación óptima para el diseño de la mezcla de concreto ligero a base de perlas de poliestireno que garantice como mínimo una resistencia a la compresión de 50 kg/cm^2 , según lo establecido en la norma E.070 albañilería, para bloques de concreto portantes y no portantes.
- Determinar las dimensiones y el tipo de bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno.
- Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno.
- Determinar el análisis de costos unitarios que conlleva la fabricación de bloques de concreto ligero con perlas de poliestireno.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

“El tipo de investigación se determina de acuerdo al problema que se maneja, objetivos a lograr, búsqueda de soluciones y disponibilidad de los recursos” (HERNÁNDEZ, 1991, p.124). En ese sentido la presente investigación es del tipo APLICADA, pues busca brindar un estudio detallado del diseño de bloques de concreto ligero a base de perlas de poliestireno con el fin de explorar su comportamiento y apariencia como unidad de albañilería; totalmente sustentado bajo el RNE, la NTP, la guía del ACI y el ASTM. Así mismo, para ZORRILLA [et al.] (2000) afirma que: “la investigación experimental consiste en la manipulación de una o más variables experimentales no comprobadas, en condiciones rigurosamente controladas con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular”, por lo cual el diseño de la tesis es EXPERIMENTAL, pues se busca obtener experimentalmente la dosificación más apropiada para el diseño de la mezcla que posteriormente será empleada en el proceso de fabricación de los bloques de concreto ligero con perlas de poliestireno, que luego serán sometidas a pruebas de control para identificar cumple con los requerimientos mínimos establecidos en las guías y normas anteriormente descritas.

2.2. Variables, operacionalización

Variables

- **Variable independiente**

Aplicación de perlas de poliestireno.

- **Variable dependiente**

Diseño de bloques de concreto ligero.

Operacionalización

En la tabla 4, se muestra la operacionalización de las variables tanto de la independiente como la dependiente.

Tabla 4

Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Aplicación de perlas de poliestireno	Su diámetro oscila entre 0.3 – 2mm, este material cuenta con una baja densidad y alta resistencia física – mecánica, por lo cual posee gran trabajabilidad frente a su reducido peso, fácil manipulación, transporte y almacenamiento.	Las perlas de poliestireno son los agentes que actúan como generadores de partículas de aire, las mismas que reducen los espacios vacíos y mejoran la resistencia de los elementos a los que son incorporados.	Evaluación física Evaluación mecánica	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de perlas - Propiedades de las perlas - Tamaño de las perlas - Fabricante - Color 	Nominal
Diseño de bloques de concreto ligero	Es un producto inerte y no contaminante que con un proceso artesana que no genera ningún tipo de residuo se lo podría calificar como sustentable y ecológico por su gran estabilidad en el tiempo y el impacto positivo frente a una eficiente optimización de recursos al ser empleado en edificaciones.	Las perlas de poliestireno mejorarán la densidad de los bloques de concreto y por ende se reducirá significativamente su peso, así mismo, gracias a las características físico-mecánicas de este agregado, se logrará una óptima resistencia a la compresión.	Evaluación física Evaluación mecánica Ensayo de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> - Tamaño - Peso - Resistencia a la compresión - Densidad - Material agregado - Costo 	Razón

2.3. Población y muestra

MEDICOA (2003) habla con respecto al tipo de muestreo no probabilístico – intencional, en donde afirma que el número de especímenes para este tipo de muestreo será seleccionado a conveniencia, según el interés (color, tamaño, peso, etc.).

Población

La población de estudio está conformada por las probetas de 4” x 8” elaboradas con distintas densidades a fin de identificar el diseño óptimo de la mezcla de concreto ligero y los bloques de concreto ligero fabricados a partir de dicho diseño en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018.

Muestra

Se realizó un muestreo no probabilístico – intencional; por lo que la muestra está conformada por 27 probetas de 4” x 8” con densidades de 1200 kg/m³, 1400 kg/m³, 1600 kg/m³, elaboradas con la finalidad de determinar el diseño de la mezcla óptima de concreto ligero y un lote de 30 bloques de 90mm x 190mm x 390 mm elaborados a partir del diseño de la mezcla óptima de concreto ligero cuya $f'_b = 50 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La tabla 5 muestra las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados, en base a las características de la población de estudio.

Tabla 5*Técnicas e instrumentos de recolección de datos.*

Técnicas	Instrumentos	Fuentes
Análisis físico de los agregados	Ficha de observación Ensayo de laboratorio	- Producto de investigación propia. - Norma Técnica Peruana.
Análisis mecánico de los agregados	Ficha de observación Ensayo de laboratorio	- Reglamento Nacional de Edificaciones. - Asociación del Cemento Portland (PCA)
Ensayo de resistencia a la compresión	Ficha de observación Ensayo de Laboratorio	- Instituto Americano del Concreto (ACI)
Diseño de mezcla	Ficha de observación Ensayo de laboratorio	- Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (ASTM)
Análisis de resultados	Ensayo de laboratorio Microsoft Excel	

Validez y confiabilidad

El nivel de confiabilidad y el grado de validez de las técnicas e instrumentos de recolección de datos presentes en esta investigación, se ven sustentadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones, la Norma Técnica Peruana, normativas internacionales tales como la guía del ACI y el ASTM, y las fichas de recolección de datos brindadas por el Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos; pues dichas fuentes y recursos cuentan con procesos estandarizados que garantizan la validez y la confiabilidad de dichos procesos.

2.5. Métodos de análisis de datos**2.5.1. Análisis físico de los agregados**

Para su análisis se empleará la NTP (Norma Técnica Peruana) y el ASTM (Asociación Americana de Ensayos y Materiales), así mismo, se hará uso del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) y los ensayos de laboratorio, con lo cual se evaluará la naturaleza física de los agregados presentes en la estructura del concreto ligero con aplicación de perlas de poliestireno.

2.5.2. Análisis mecánico de los agregados

Para su análisis se empleará el RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones) y los ensayos de laboratorio, bajo los lineamientos del ASTM (Asociación Americana de Ensayos y Materiales) y la NTP (Norma Técnica Peruana) para evaluar las propiedades mecánicas de los agregados presentes en la estructura del concreto ligero con la aplicación de las perlas de poliestireno.

2.5.3. Ensayo de resistencia a la compresión

Será de vital importancia la realización de la prueba de laboratorio para garantizar una óptima resistencia a los esfuerzos de compresión, bajo los lineamientos de la NTP (Norma Técnica Peruana) y el ASTM (Asociación Americana de Ensayos y Materiales).

2.5.4. Diseño de la mezcla de concreto ligero

Para su análisis se antepondrán los ensayos de laboratorio y la observación, bajo los lineamientos de la PCA, para garantizar el óptimo diseño de la mezcla a emplear en los bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, así mismo, se regirá la investigación en bases científicas como la norma ASTM como apoyo para la etapa del cálculo y la NTP para el proceso de muestreo y selección de los métodos de ensayos.

2.6. Aspectos éticos

La presente investigación comparte el ideal de salvaguardar los derechos de autoría, por lo cual brinda el crédito debido a quien corresponda mediante la referenciación bibliográfica de los extractos extraídos de investigaciones pasadas referidas al tema en cuestión, bajo la normativa ISO 0690 para redactar citas.

III. RESULTADOS

3.1. Identificación de la cantera de extracción del agregado fino

Tabla 6

Coordenadas de georreferenciación de la cantera de extracción del agregado fino.

	Coordenadas de georreferenciación		
	Geográficas (Grados, min, seg)	Geográficas (Grados, decimales)	UTM (WGS84)
Latitud	6° 34' 29.98" S	-6.574995	351699.93
Longitud	76° 20' 28.97" W	-76.3413799	92730334.75

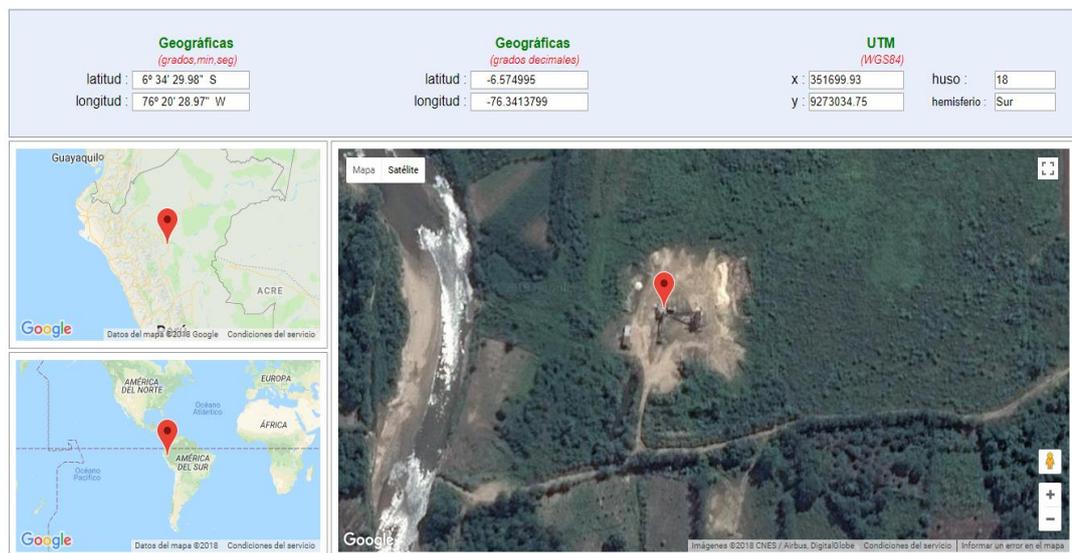


Figura 1. Fotografía satelital con la ubicación de la cantera de extracción del agregado fino.

Fuente: Extraído de <http://www.mundivideo.com/coordenadas.htm>

Interpretación

En la tabla 6, se puede observar las coordenadas de georreferenciación empleadas para ubicar la cantera de extracción del material granular; dicho yacimiento es propiedad de la planta chancadora “Gatica Perú S.A.C”, cual viene extrayendo dicho material de las márgenes del río Cumbaza en el Distrito de Juan Guerra, Provincia y Región de San Martín; como se puede observar en la figura 1, esta cantera realiza sus actividades a cielo abierto en una extensión de terreno de aproximadamente 3

km a lo largo del lecho del río Cumbaza, en promedio de esta cantera se extraen 125 m³ por día y 36000 m³ por año.

3.2. Propiedades de los agregados empleados en el diseño de la mezcla de concreto ligero

Forma y textura

Tabla 7

Forma y textura del agregado fino empleado en el diseño de la mezcla.

Forma y textura del agregado fino (NTP 400.011)	
Descripción	Resultado
Origen	Rio Cumbaza
Forma	Redondeado
Textura	Granular



Figura 2. *Forma y textura del agregado fino empleado en el diseño.*

Interpretación

En la tabla 7 se puede observar la clasificación del agregado fino en cuanto a su forma y textura, propiedades que según SANCHEZ (1997) no solo influyen en la adherencia del agregado y la pasta cementante, también está relacionada con las propiedades que adquiere el concreto en su estado endurecido, llámese densidad, resistencia a la compresión y flexión, contenido de humedad, entre otras características que serna claves en el diseño de la mezcla de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno.

Módulo de finura

Tabla 8

Módulo de finura del agregado fino

Módulo de finura (NTP 400.012)	
Descripción	Resultado
Agregado fino	2.47 %



Figura 3. *Módulo de finura del agregado obtenida de laboratorio.*

Interpretación

La NTP 400.012 en su apartado 9.2, se refiere al módulo de finura el cual es de 2.47%, resultado de la suma de los porcentajes retenido acumulados en los tamices: 150 μm (N°100), 300 μm (N°50), 600 μm (N°30), 1.18 mm (N°16), 2.36 mm (N°8), 4.75 mm (N°4), 9.5 mm (3/8”), 19.0 mm (3/4”), 37.5 mm (1 1/2 “), dividido entre 100. Dicho resultado se encuentra descrito en la tabla 8, que si bien es un índice que

medir aproximadamente el tamaño medio de agregado fino debe ser presentado en porcentaje.

Granulometría

Tabla 9

Análisis granulométrico del agregado fino empleado en el diseño de la mezcla de concreto ligero.

Mallas	Aberturas (mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	ASTM C – 33
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100% 100%
Nº 4	4.760	13.72	2.10%	2.10%	97.90%	95% 100%
Nº 8	2.380	33.21	5.08%	7.18%	92.82%	80% 100%
Nº 16	1.180	95.34	14.58%	21.75%	78.25%	50% 85%
Nº 30	0.600	163.52	25.00%	46.76%	53.24%	25% 60%
Nº 50	0.300	185.42	28.35%	75.11%	24.89%	5% 30%
Nº 100	0.150	125.73	19.22%	94.33%	5.67%	2% 10%
Nº 200	0.075	35.56	5.44%	99.77%	0.23%	0% 0%
Fondo	0.000	1.49	0.23%	100.00%	0.00%	

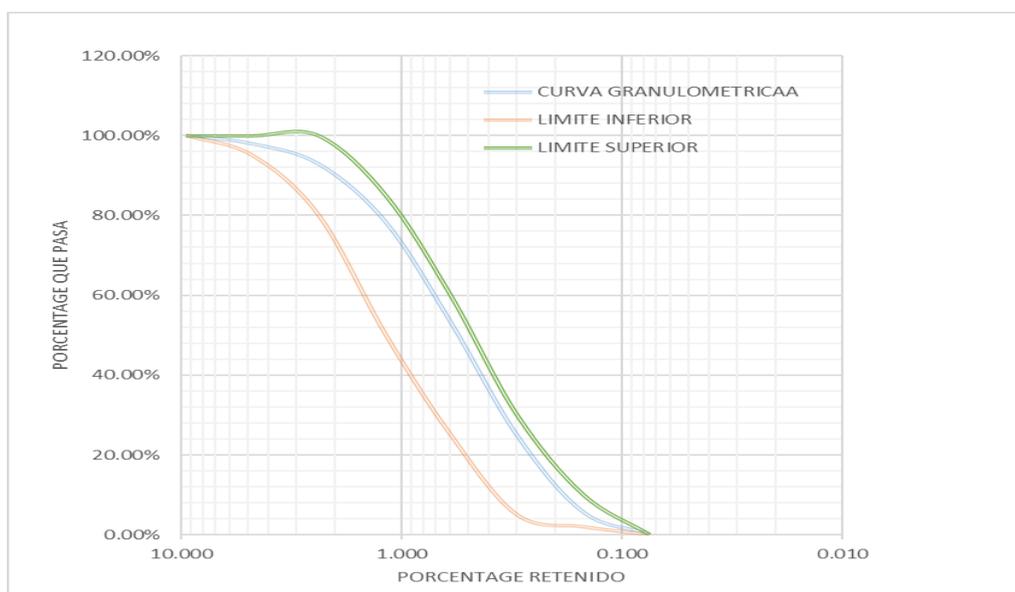


Figura 4. Curva granulométrica del agregado fino.

Interpretación

En la tabla 9, se puede ver la memoria de cálculo para el análisis granulométrico del agregado fino empleado en la fabricación de mortero, o como es el caso de estudio, en el diseño del concreto ligero con perlas de poliestireno, así mismo, en la figura 2, se puede observar como la curva media se mantiene dentro de los parámetros establecidos por la norma ASTM C 33, lo cual nos permite afirmar que la arena u agregado fino puede ser empleado en el diseño de la mezcla de concreto ligero sin ningún impedimento.

Material más fino que pasa la malla N° 200

Tabla 10

Porcentaje de agregado fino que pasa la malla N° 200

Peso seco	Agregado fino	
	Peso seco después de lavado	% Que pasa la malla N° 200
300 gr	288.74 gr	3.75 %



Figura 5. *Proceso de tamizado para la obtención del material más fino.*

Interpretación

En la tabla 10 se muestran los resultados correspondientes al porcentaje de material fino que pasa la malla N° 200, es importante conocer esta característica del agregado ya que debilita la adherencia entre la pasta de cemento y las partículas del agregado, ocasionando perjuicio en la resistencia a la compresión y la durabilidad (RIVERA, 2006). No obstante, según PASQUEL (1998), por lo general se acostumbra considerar permisibles valores de entre el 3% al 5%, aunque valores superiores no necesariamente se consideran peligrosos, pues esto es posible contrarrestarlo reduciendo la relación existente de a/c en el diseño de la mezcla de concreto.

Peso específico y absorción del agregado fino

Tabla 11

Resultados del análisis del agregado fino para ensayos de peso específico y absorción.

Procedimiento		
1. Peso de arena sss + peso de fiola + peso del agua	gr	965.17
2. Peso de arena sss + peso de la fiola	gr	662.20
3. Peso del agua	gr	302.97
4. Peso de arena secada al horno + peso de fiola	gr	651.23
5. Peso de fiola	gr	158.32
6. Peso de arena secada al horno	gr	429.91
7. Peso de arena sss	gr	500
8. Volumen del balón	gr	500
9. Peso específico de la masa	gr/cc	2.50
10. Peso específico de la masa superficialmente seco	gr/cc	2.54
11. Peso específico aparente	gr/cc	2.60
12. Porcentaje de absorción	%	1.44



Figura 6. *Proceso de obtención del peso específico y la absorción del agregado fino.*

Interpretación

La NTP 400.021, define al peso específico como la relación de la masa de un volumen unitario de material, con la masa de mismo volumen de agua, anteponiendo a ambos como requisito una temperatura estable; así también define a la absorción como el porcentaje de agua absorbida por el material luego de ser sumergida por un periodo de 24 horas en agua. No obstante, dicho material para ser sometido a las pruebas debe estar a una temperatura de entre los $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. En la tabla 11, se muestran los resultados de dicho ensayo realizado al agregado fino empleado en el diseño de la mezcla de concreto ligero con aplicación de perlas de poliestireno.

Contenido de humedad

Tabla 12

Datos para el ensayo de contenido de humedad del agregado fino.

Lata	Tara N° 1	Tara N° 2	Tara N° 3	Unid
Peso de la lata	89.25	88.20	88.13	gr.
Peso de suelo húmedo + lata	300.79	300.29	300.71	gr.
Peso de suelo seco + lata	290.9	290.6	290.8	gr.
Peso del agua	9.89	9.69	9.91	gr.
Peso del suelo seco	201.65	202.40	202.67	gr.
% de humedad	4.90	4.79	4.89	%
Promedio % de humedad		4.86		%



Figura 7. *Peso de muestra de agregado fino en estado natural.*

Interpretación

En la tabla 12 se puede observar, los datos obtenidos tras realizar el ensayo de contenido de humedad, el cual según TAS (2011, p. 6) no es más que la cantidad de agua presente en el agregado en un determinado momento que varía dependiendo de las condiciones climatológicas con las que se extraiga y con las que se almacene la muestra.

Peso específico suelto y compactado del agregado fino

Tabla 13

Peso unitario del agregado fino en estado suelto y compactado

Proceso		P.U.S		P.U.C	
Peso del molde + lata	kg	5.8511	5.8318	6.3783	6.3816
Peso del molde	kg	1.6469	1.6469	1.6469	1.6469
Peso del material	kg	4.2042	4.1849	4.7314	4.7347
Volumen de molde	m ³	0.00256	0.00256	0.00256	0.00256
Peso unitario	kg/m ³	1642.57	1635.03	1848.55	1849.84
Peso unitario promedio	kg/m ³	1638.80		1849.19	



Figura 8. *Peso de la muestra de agregado fino para el ensayo de peso unitario suelto.*

Interpretación

El peso unitario o peso volumétrico, es el peso que alcanza el agregado fino por unidad volumétrica, esta característica del agregado es empleada comúnmente en el diseño de mezclas de concreto para convertir convenientemente las proporciones de pesos a volúmenes, dicho valor se identifica como peso unitario suelto y peso unitario compactado; en la tabla 13 se expresan dichos resultados.

Perlas de poliestireno

Tabla 14

Características físicas y mecánicas de las perlas de poliestireno

Perlas de poliestireno	
Origen	Polímero
Agregado sintético	Polietileno
Tipo de polímero	Expandido
Granulometría	Controlada, 2mm
Densidad	15 kg/m ³
Comportamiento al fuego	Auto extinguable
Comportamiento al agua	Hidrófobo
Toxicidad	Ninguna
Conductividad térmica	Muy baja
Proceso de expansión	Físico
Color	Blanco

Fuente: Ficha técnica Faprotec.

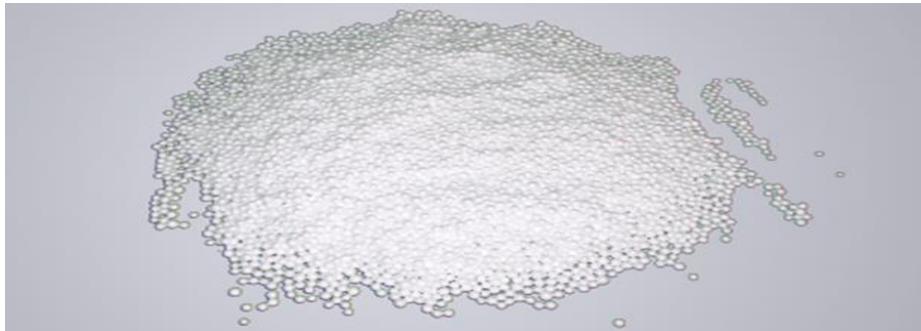


Figura 9. *Perlas de poliestireno.*

Interpretación

La tabla 14 muestra las características físicas y mecánicas de las perlas de poliestireno, un agregado sintético de muy bajo peso específico, el cual se agrupa de tal manera que forma una estructura celular que incrementa la resistencia aun en bajas densidades, no obstante, la tecnología empleada en su fabricación garantiza su homogeneidad al ser empleado en concreto y morteros que pueden alcanzar entre los 300 – 1800 kg/m³.

Cemento portland

Tabla 15

Composición física y química del cemento portland.

Composición química		CPSAA	Requisitos NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.0
Perdida de Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuos insolubles	%	0.66	Máximo 1.5
Composición física			
Contenido de aire	%	8	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	cm ² /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	No especifica
Resistencia compresión:			
3 días	MPa (kg/cm ²)	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
7 días	MPa (kg/cm ²)	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
28 días	MPa (kg/cm ²)	39.8 (406)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
Tiempo de fraguado Vicat:			
Fraguado inicial	Min	138	Mínimo 45
Fraguado final	Min	261	Máximo 375

Fuente: Ficha técnica cementos Pacasmayo.

Interpretación

La tabla 15 muestra la composición tanto física como química del cemento empleado en el diseño de la mezcla de concreto ligero, de donde se extrajo valores representativos, en cuanto a tiempo de fraguado, la densidad y la resistencia promedio a diferentes edades, un punto muy importante, pues esto repercutirá en los límites de resistencia que se busca alcanzar con el diseño de los bloques.

Agua

Tabla 16

Límites de impureza permitidos en el agua para la mezcla.

Tipo de impureza	Valor máximo recomendado
Ácido orgánico (Ácido sulfúrico)	10000 ppm
Aceite mineral (por masa de cemento)	2%
Agua con algas	No recomendable
Agua de mar:	
Para concreto no reforzado	35000 ppm
Para concreto reforzado o pretensado	No recomendado
Aguas sanitarias	20 ppm
Azúcar	500 ppm
Carbonato de calcio y magnesio	400 ppm
Carbonatos y bicarbonatos de sodio y potasio	1000 ppm
Cloruro de calcio	30000 ppm
Cloruro de magnesio	40000 ppm
Cloruros:	
Estructura bajo corrosión y condiciones secas	20000 ppm
Concreto pretensado	500 ppm
Estructuras con elementos galvanizados	100 ppm
Hidróxido de potasio (por masa de cemento)	1.2%
Hidróxido de sodio (por masa de cemento)	0.5%
Partículas en suspensión	2000 ppm
PH	6 - 8
Sales de hierro	40000 ppm
Sales de magnesio, estaño, zinc, cobre y plomo	500 ppm
Sulfato de magnesio	25000 ppm
Sulfato de sodio	1000 ppm
Sulfito de sodio	100 ppm
El contenido máximo de iones combinados de calcio, magnesio, sodio, potasio, bicarbonato, sulfato, cloruro, nitrato y carbonato es 20000 ppm.	
* ppm: Partes por millón.	

Fuente: Adaptado de RIVERA, Gerardo. *Concreto simple*. 2º ed. Cauca, Colombia: Universidad del Cauca. 2006. 79 p.

Interpretación

En la tabla 16 se describe las principales características que debe presentar el agua dispuesta a ser empleada en la mezcla de concreto, un punto muy importante de recalcar, puesto que tiene gran incidencia en la resistencia final que adoptará el concreto, no obstante, una forma simple de identificar si una determinada fuente de agua puede ser o no empleada como agua para mezcla es si esta es apta para el consumo humano.

3.3. Determinación de la dosificación óptima

Proporciones por diseño

Tabla 17

Proporción de materiales para un diseño de 1200 kg/m³

Densidad 1200 kg/m ³			
Materiales	Unidad	Proporción	
Cemento	kg/m ³	386.06	
Agua	lt/m ³	188.34	
Agregado fino	kg/m ³	725.61	
Perlas de poliestireno	kg/m ³	5.83	

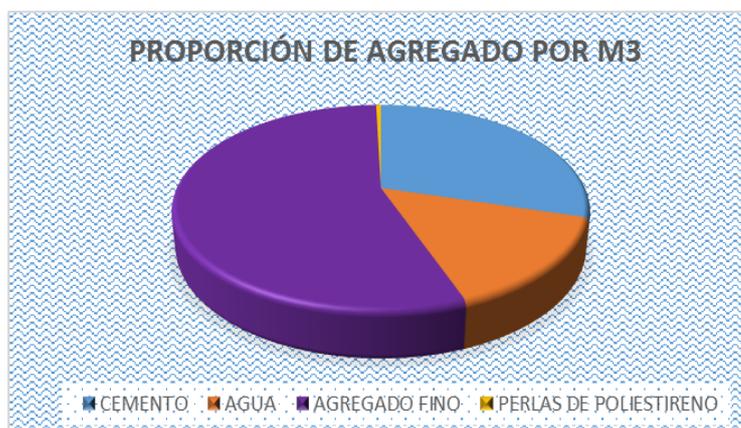


Figura 10. Proporción de material por m³ de concreto ligero.

Interpretación

En la tabla 17, se presentan los resultados del cálculo de la proporción de materiales a ser empleados por metro cúbico para la obtención de un concreto ligero cuya densidad sea mayor o igual a 1200 kg/m^3 .

Tabla 18

Proporción de materiales para un diseño de 1400 kg/m^3 .

Densidad 1400 kg/m^3			
Materiales	Unidad	Proporción	
Cemento	kg/m^3	380.03	
Agua	lt/m^3	177.86	
Agregado fino	kg/m^3	942.11	
Perlas de poliestireno	kg/m^3	4.67	

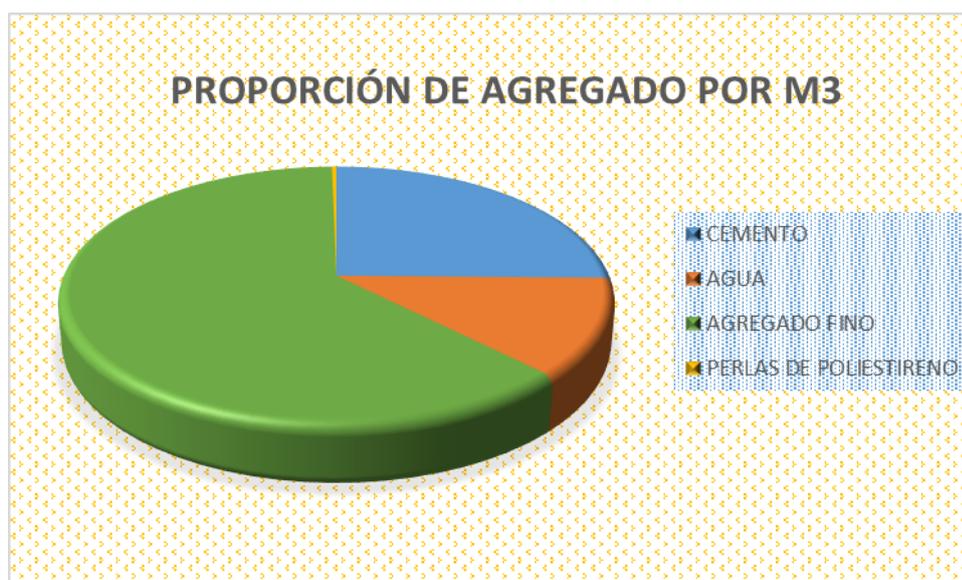


Figura 11. *Proporción de material por m^3 de concreto ligero.*

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación

La tabla 18, muestra el resultado del cálculo de proporciones de materiales para la fabricación de un concreto ligero con aplicación de perlas de poliestireno con una densidad de 1400 kg/m^3 .

Tabla 19

Proporción de materiales para un diseño de 1600 kg/m³

Densidad 1600 kg/m ³			
Materiales	Unidad	Proporción	
Cemento	kg/m ³	375.54	
Agua	lt/m ³	168.31	
Agregado fino	kg/m ³	1156.15	
Perlas de poliestireno	kg/m ³	3.51	



Figura 12. *Proporción de material por m³ de concreto ligero.*

Interpretación

En la tabla 19, se observan los resultados del cálculo de las proporciones de materiales para el diseño de una mezcla de concreto ligero con la aplicación de perlas poliestireno, cuya densidad de diseño es de 1600 kg/m³.

Propiedades físicas y mecánicas de los especímenes de prueba

Tabla 20

Dimensiones de los moldes para los especímenes de prueba.

Moldes para probetas	
Tipo	Plástico
Diámetro	4"
Altura	8"



Figura 13. *Especímenes cilíndricos para ensayos en concreto ligero.*

Interpretación

Para obtener el diseño óptimo de la mezcla de concreto ligero con perlas de poliestireno empleado en la fabricación de bloques, se elaboraron especímenes de prueba sujetas a la NTP 339.183, que serán sometidos a distintos estudios que permitirán identificar las propiedades del concreto ligero en estado fresco y estado endurecido. En la tabla 20 se presentan las dimensiones reales de los moldes empleados en la fabricación de los especímenes de prueba, las mismas que según el apartado 4.1.2.1. del MTC E702, deben tener un diámetro permisible de ± 2 mm y una altura de ± 6 mm

Consistencia de la mezcla

Tabla 21

Resultados del ensayo de la consistencia del diseño de la mezcla de concreto ligero.

Consistencia de la mezcla ASTM D6103			
Densidad de diseño	Muestra	Relación a/c	Ø Dispersión (cm)
1200 kg/m ³	Muestra N°1		22.8
	Muestra N°2	0.55	23.2
	Muestra N°3		22.5
1400 kg/m ³	Muestra N°4		21.3
	Muestra N°5	0.55	21.7
	Muestra N°6		21.2
1600 kg/m ³	Muestra N°7		20.8
	Muestra N°8	0.55	20.4
	Muestra N°9		20.7



Figura 14. Toma de resultados del diámetro de dispersión del concreto ligero.

Interpretación

Fue de gran importancia determinar la consistencia o fluidez de la mezcla de concreto ligero, pues debido a su aplicación en la fabricación de bloques, se necesitaba que el diseño fuese autocompactante con la finalidad de evitar la proliferación de vacíos, es así, que la tabla 21 muestra los resultados de dicho ensayo, no obstante, en la figura

14 se muestra el proceso para la realización de dicho ensayo, el mismo que según la norma ASTM D6103, para realizar este ensayo es necesario el empleo de un molde cilíndrico no absorbente que cuente con ambos extremos abiertos, las dimensiones recomendadas para este cilindro son de 76 ± 3 mm para su diámetro y 150 ± 3 mm para su altura, así también dicha norma establece que los límites para una adecuada fluidez de concreto deben estar comprendidas entre los 200 – 300 mm de dispersión.

Peso unitario y contenido de aire – estado fresco

Tabla 22

Ensayo de peso unitario, densidad teórica y contenido de aire.

Peso unitario y contenido de aire (ASTM D6023)					
Densidad de diseño	Muestra	Peso unitario (kg/m ³)	Densidad teórica (kg/m ³)	% aire	Promedio de % de aire
1200 kg/m ³	Muestra N°1	1205.55		7.68	
	Muestra N°2	1219.21	1305.84	6.63	7.14
	Muestra N°3	1212.96		7.11	
1400 kg/m ³	Muestra N°4	1423.00		5.43	
	Muestra N°5	1415.27	1504.67	5.95	5.02
	Muestra N°6	1449.14		3.69	
1600 kg/m ³	Muestra N°7	1626.91		4.50	
	Muestra N°8	1669.04	1703.51	2.02	4.09
	Muestra N°9	1605.35		5.75	



Figura 15. *Peso de la masa, para el cálculo del peso específico, densidad teórica y contenido de aire.*

Interpretación

Para poder determinar el contenido de aire presente en el mortero, independientemente del aire presente entre las partículas del agregado, se empleó el método descrito en la norma ASTM D6023, el cual busca determinar el contenido de aire retenido en la mezcla de concreto ligero, elaborado a partir de agregados densos, celulares o livianos; en la tabla 22 se puede identificar que por cada tipo de diseño, los pesos unitarios y las densidades teóricas tienden a cumplir con los límites planteados antes y durante el diseño de la mezcla del concreto, no obstante, se puede observar que mientras se registra un aumento en la densidad de diseño, disminuye el contenido de aire que presenta el mortero.

Resistencia a la compresión simple

Tabla 23

Cuadro de resumen de la resistencia a la compresión promedio de los especímenes cilíndricos

Densidad de diseño	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
1200 kg/m ³	28.16	35.35	39.23
1400 kg/m ³	33.69	40.31	43.97
1600 kg/m ³	43.48	55.52	59.30

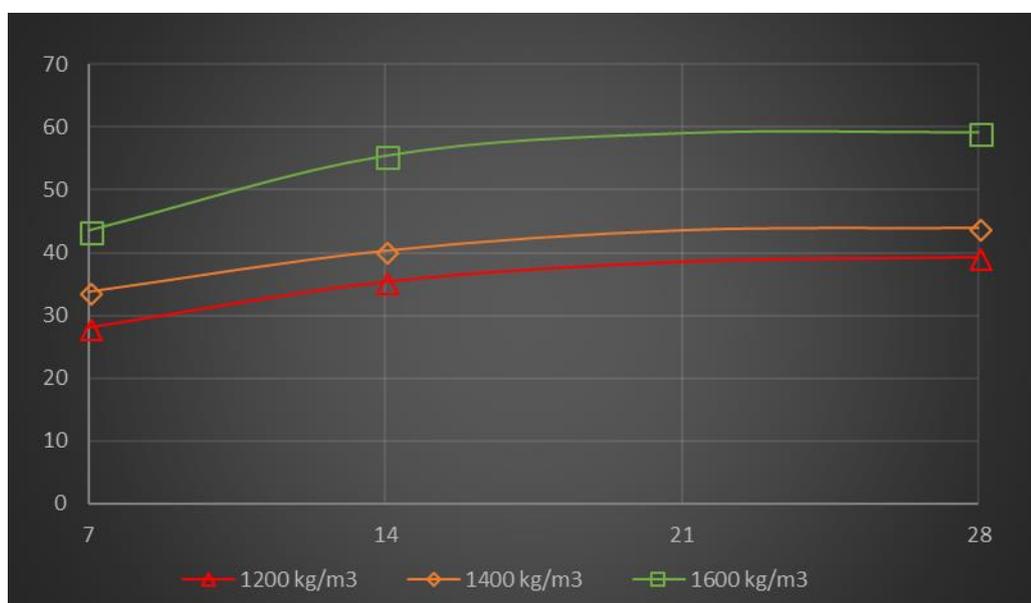


Figura 16. Resistencia promedio de los tres diseños a los 7, 14 y 28 días.

Interpretación

Para obtener la resistencia a la compresión de los especímenes cilíndricos de prueba elaborados con perlas de poliestireno, se empleó la norma ASTM C495, en donde se especifica que los especímenes de prueba deben ser tomados en moldes cilíndricos de ± 75 mm de diámetro y ± 150 mm de altura, por lo que los especímenes empleados en esta prueba se reconocen como válidos, no obstante, se determinó la resistencia a la compresión de un lote de 27 unidades de prueba, 9 por cada diseño, sometidos a esfuerzos de compresión a los 7, 14 y 28 días.

Módulo de elasticidad

Tabla 24

Resultados del cálculo del módulo de elasticidad de los especímenes cilíndricos de prueba.

Guía del ACI 318S			
Densidad de diseño	Edad (Días)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
1200 kg/m ³	7	28.16	9485.42
	14	35.35	10627.60
	28	39.23	11195.65
1400 kg/m ³	7	33.69	13074.08
	14	40.31	14301.02
	28	43.97	14936.15
1600 kg/m ³	7	43.48	18146.51
	14	55.52	20505.63
	28	56.37	20662.00

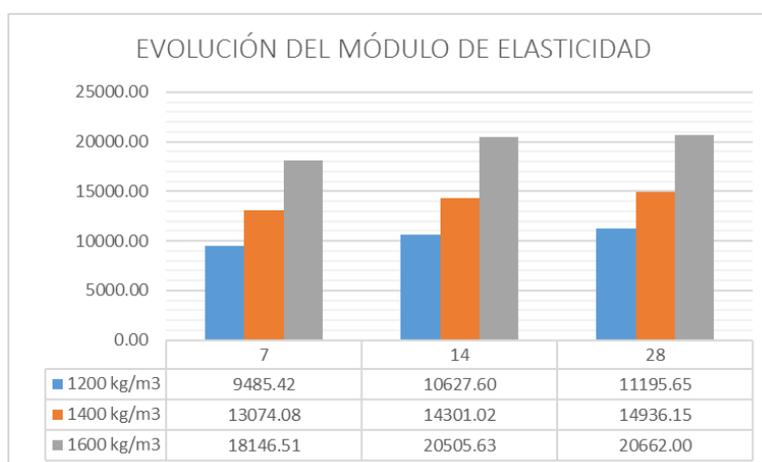


Figura 17. Resistencia promedio del módulo de elasticidad correspondiente a los especímenes cilíndricos de prueba.

Interpretación

El módulo de elasticidad es la propiedad mecánica con la que cuenta cualquier material, su estudio se encuentra estrechamente relacionado con los esfuerzos a los que son sometidos y las deformaciones que en ella se suscitan; es importante

identificarlo, pues esto influye en gran medida tanto a la rigidez como al grado de deflexión del elemento diseñado con este material, es así que en la tabla 24 se presentan los resultados del módulo de elasticidad, los mismo que fueron desarrollados con los esfuerzos a la compresión promedio de los especímenes cilíndricos, en donde se puede corroborar que a mayor densidad de diseño, mayor es el módulo de elasticidad del concreto ligero con perlas de poliestireno.

Peso específico y absorción

Tabla 25

Resultados del ensayo para determinar el peso específico y la absorción de los especímenes cilíndricos de prueba.

Peso específico y absorción		
Densidad de diseño	% absorción	Peso específico (kg/m ³)
1200 kg/m ³	33.31	1211.32
1400 kg/m ³	23.32	1401.25
1600 kg/m ³	29.30	1602.02

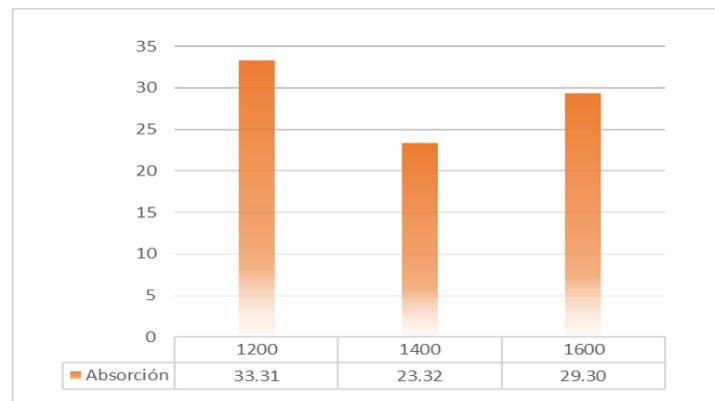


Figura 18. *Porcentaje de absorción promedio de los especímenes cilíndricos, con diferentes densidades de diseño.*

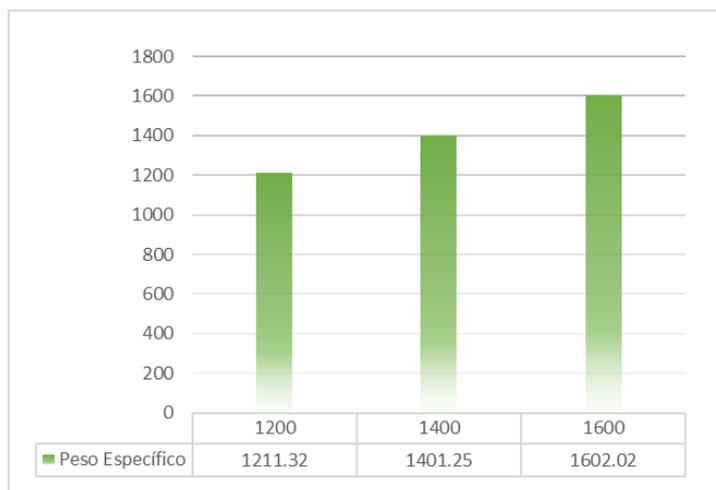


Figura 19. *Peso específico promedio de los especímenes cilíndricos, con diferentes densidades de diseño.*

Interpretación

El peso específico y la absorción del concreto son aspectos físicos que demandan de mucha importancia en el diseño de elementos estructurales, el método empleado para realizar dicho ensayo está propuesto en la norma ASTM C642; la Tabla 25 muestra los resultados de dicho ensayo.

Peso de los especímenes cilíndricos de prueba

Tabla 26

Análisis comparativo entre el peso de los especímenes cilíndricos a base de concreto ligero y concreto convencional

Código de cilindro	Descripción	Peso (gr)	Peso promedio (gr)
CCC – 001		3381.70	
CCC – 002	Concreto convencional	3379.20	3343.93
CCC – 003		3270.90	
CCL – 001		2011.50	
CCL – 002	Concreto ligero	1980.60	2000.07
CCL – 003		2008.10	

Interpretación

El en la tabla 26, se puede observar que los especímenes cilíndricos de prueba elaborados con el concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, son un 40.19% más ligeros que los especímenes cilíndricos elaborados con un concreto convencional.

Obtención del diseño óptimo

Tabla 27

Proporción óptima de materiales para ser empleada en el diseño de bloques de concreto ligero.

Densidad 1600 kg/m ³			
Materiales	Unidad	Proporción	
Cemento	kg/m ³	380.03	
Agua	lt/m ³	177.86	
Agregado fino	kg/m ³	942.11	
Perlas de poliestireno	kg/m ³	4.67	



Figura 20. *Proceso de elaboración de la mezcla de concreto ligero óptimo cuya densidad de diseño es 1600 kg/m³.*

Interpretación

Luego de realizados todos los ensayos complementarios a los especímenes cilíndricos de prueba, se ha podido identificar que de las densidades de 1200 kg/m^3 , 1400 kg/m^3 y 1600 kg/m^3 , el diseño que se muestra en la tabla 26 y cuya densidad es 1600 kg/m^3 , cumple con la resistencia mínima según especificaciones de la NTP 399.602 y el RNE E.070, que establecen las resistencias mínimas para los bloques de concreto para uso tanto estructural como no estructural.

3.4. Dimensiones y tipo de bloque de concreto ligero

Tabla 28

Tipo y dimensiones del bloque de concreto.

Bloque de concreto ligero NTP 339.005 – NTP 339.006	
Tipo	Macizo
Ancho (mm)	90
Alto (mm)	190
Largo (mm)	390



Figura 21. *Molde para la fabricación de bloques de concreto ligero.*



Figura 22. *Bloque de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno.*

Interpretación

Por lo general, las dimensiones de los bloques de concreto convencionales presentan alveolos que incrementan sus dimensiones, no obstante, el bloque de concreto ligero descrito en la tabla 27, suprime totalmente dicha característica, en aras de buscar mayor resistencia a esfuerzos de compresión y tracción. Pues los requisitos mínimos de resistencia para la aceptación de los bloques de concreto están normados en el RNE E.070 y la NTP 399.602.

Las figuras 21 y 22 muestran el molde y los bloques de concreto ligero respectivamente, como resultado de la investigación.

3.5. Propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto ligero

Resistencia a la compresión simple

Tabla 29

Resistencia a la compresión de los bloques de concreto ligero.

Densidad de diseño	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
1600 kg/m ³	33.76	53.39	57.46
	33.93	53.08	57.52
	33.70	52.96	57.32
Promedio	33.80	53.14	57.44



Figura 23. Resistencia promedio de los bloques de concreto ligero.

Interpretación

La resistencia a la compresión de los bloques de concreto ligero es una de las propiedades que requiere mayor control, pues este no solo define la calidad del elemento, también muestra que tan seguro y económico tiene su empleo bajo diferentes condiciones, en la tabla 28 se muestra el resultado de dicho ensayo, que fue aplicado bajo la NTP 399.604 y corroborada con la NTP 399.602 y el RNE E.070 que establecen la resistencia mínima para los bloques de concreto.

Módulo de elasticidad de los bloques de concreto ligero

Tabla 30

Resultados del ensayo para el control del módulo de elasticidad de los bloques de concreto ligero.

Guía del ACI 318S			
Densidad de diseño	Edad (Días)	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
1600 kg/m ³	7	33.80	10391.99
	14	53.14	13030.20
	28	57.44	13547.14

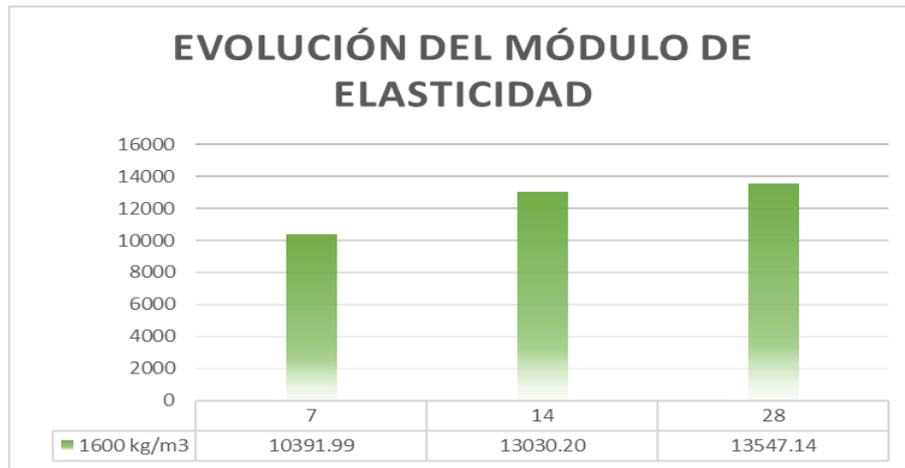


Figura 24. Control del módulo de elasticidad en bloques de concreto ligero.

Interpretación

El módulo de elasticidad es la propiedad mecánica con la que cuenta cualquier material, su estudio se encuentra estrechamente relacionado con los esfuerzos a los que son sometidos y las deformaciones que en ella se suscitan; es importante identificarlo, pues esto influye en gran medida tanto a la rigidez como al grado de deflexión del elemento diseñado con este material, es así que en la tabla 29 se presentan los resultados del control del módulo de elasticidad, los mismo que fueron desarrollados con los esfuerzos a la compresión promedio de los bloques de concreto ligero, en donde se puede corroborar que a mayor densidad de diseño, mayor es el módulo de elasticidad del bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno.

Peso específico y absorción del bloque de concreto ligero

Tabla 31

Control del peso específico y la absorción de los bloques de concreto ligero.

Densidad de diseño	Peso específico y absorción		Peso específico (kg/m ³)	
	% de absorción		Unitario	Promedio
	Unitario	Promedio	Unitario	Promedio
1600 kg/m ³	7.86		1605.73	
	7.85		1606.40	
	7.87		1605.22	
	7.90		1605.30	
	7.87	7.78	1604.50	1606.11
	7.89		1604.61	
	7.86		1604.41	
	7.22		1615.97	
	7.97		1602.83	

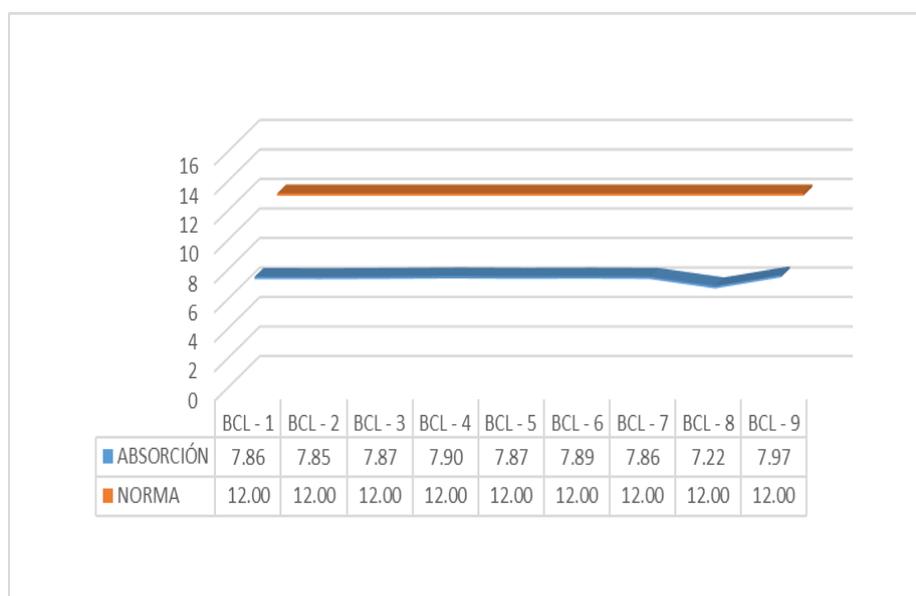


Figura 25. Límite para el porcentaje de absorción de los bloques de concreto ligero según la NTP 399.602

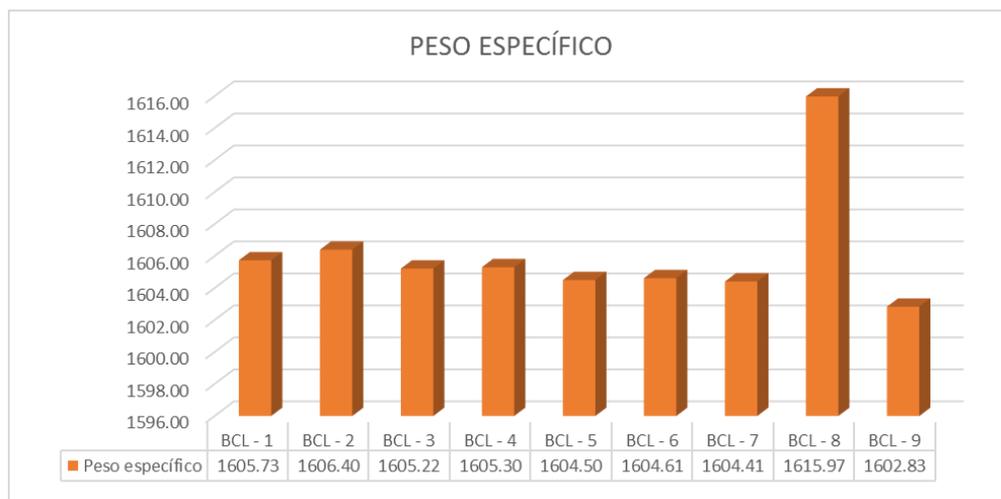


Figura 26. Control del peso específico de los bloques de concreto ligero.

Interpretación

En la tabla 30 se ve la tabulación de los resultados obtenidos tras someter a los bloques de concreto ligero a pruebas para determinar el porcentaje de absorción, que según la NTP 399.602 debe ser máximo 12%, a lo cual el bloque de concreto cuenta como máximo con un 7.97%, así mismo, se observa el peso específico o densidad, la misma que para el diseño se empleó una densidad de 1600 kg/m^3 y luego del cálculo se obtuvo una densidad real o peso específico promedio de 1606.11 kg/m^3 , quedando comprobado que el método de diseño empleado es el correcto.

3.6. Análisis de costos unitarios para el diseño de bloques de concreto

s10 Página : 1

Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0102004 "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"

Subpresupuesto 001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES Fecha presupuesto 26/06/2018

Partida 01.01 BLOQUE DE CONCRETO LIGERO

Rendimiento	und/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : und			2.70
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	20.97	0.42	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0200	15.68	0.31	
0.73							
Materiales							
0207020001	ARENA	m3		0.0048	60.00	0.29	
0210050014	PERLAS DE POLIETILENO	kg		0.0234	8.00	0.19	
0292040005	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0589	24.50	1.44	
0292040029	AGUA	l		0.0011	5.00	0.01	
1.93							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.73	0.04	
0.04							

Figura 27. Análisis de costos unitarios del bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno de 90 x 190 x 390mm.

Fuente: Extraído del software s10 v.2005

Análisis de precios unitarios

Presupuesto		0102004 "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"		Fecha presupuesto		26/06/2018	
Subpresupuesto		001 ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COSTO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES					
Partida		01.02 BLOQUE DE CONCRETO CONVENCIONAL					
Rendimiento	und/DIA	MO. 400.0000	EQ. 400.0000	Costo unitario directo por : und		2.60	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0200	20.97	0.42	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0200	15.68	0.31	
Materiales							
0207020001	ARENA	m3		0.0064	60.00	0.38	
0292040005	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0589	24.50	1.44	
0292040029	AGUA	l		0.0011	5.00	0.01	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.73	0.04	
						0.04	

Figura 28. Análisis de costos unitarios del bloque de concreto convencional de 90 x 190 x 390mm.

Fuente: Extraído del software s10 v.2005.

Interpretación

Luego de haber realizado el análisis técnico económico comparativo entre el bloque de concreto ligero y el bloque de concreto convencional, se ha logrado identificar que existe una mínima diferencia del 10% entre ambos precios, esto debido principalmente al empleo de las perlas de poliestireno como agregado.

IV. DISCUSIÓN

Este proyecto de investigación tuvo como objetivo general “Diseñar un bloque de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018”, lo cual implicó, en primera instancia, realizar un análisis exhaustivo de las propiedades de los materiales que componen la mezcla del concreto, tal como lo especifica Pablo MARQUEZ, en su tesis “Proporcionamiento óptimo del concreto ligero aplicado a piezas de mampostería”, en donde aclara que, es indispensable respaldarse de normas actualizadas que definan clara y precisamente los procesos de prueba y sus limitaciones para garantizar la certeza y la confiabilidad de los resultados; es así que, se sometió tanto al material granular fino, como a los bloques y especímenes cilíndricos a pruebas de laboratorio, en donde se identificó que, dicho material granular fino contaba con una humedad natural de acuerdo a la norma ASTM D 2216 de 4.86%, un peso específico y absorción de acuerdo a la norma ASTM C 127 de 2.54 gr/cc y 1.44 % respectivamente, un peso unitario suelto de 1638 kg/m³ y un peso unitario compactado de 1849.19 kg/m³ respaldadas en la norma ASTM C 29, cantidad de material fino que pasa la malla N°200 normada en el ASTM C 117 con un 3.75 % que según la PASQUEL (1998) debe estar de 3 – 5%.

Así también, es necesario citar a Jean PAULINO y Ronal ESPINO, quienes en su tesis “Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicados a unidades de albañilería en el Perú”, afirman que, un punto muy importante para la materialización de los objetos a investigar, es el diseño de la mezcla del concreto liviano y la estructura de su composición, por lo que, apoyado en MARQUEZ Pablo, se realizó el diseño de la mezcla de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, la cual si bien, actualmente no cuenta con un proceso normado, se adaptó a la norma ACI 523.3R – 14 “Guía para concreto celular con densidad superior a 800 kg/m³”, el cual analiza la espuma de aluminio como materia prima para el diseño, bajo esta consigna, se realizó el diseño de la mezcla de concreto ligero con densidades de 1200 kg/m³, 1400 kg/m³ y 1600 kg/m³, diseños que fueron sometidos a ensayos de laboratorio tanto en estado fresco como endurecido, con la finalidad de obtener el diseño óptimo para ser empleado en la fabricación de los bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, cabe recalcar que, para los ensayos del concreto ligero en estado

endurecido se empleó moldes plásticos de 4" x 8"; de donde se obtuvo como resultado del análisis de la consistencia de la mezcla, que los diámetros de dispersión disminuyen con el aumento de las densidades de diseño, proceso normado en el ASTM D 6103; de igual manera se realizó el análisis para identificar el contenido de aire según la norma ASTM D 6023, dando como resultado que el porcentaje de aire disminuye con el aumento de densidad de diseño; en cuanto a las pruebas de resistencia de compresión simple se obtuvo un mejor rendimiento con los especímenes cilíndricos de prueba que contaban con una densidad de diseño de 1600 kg/m^3 , logrando alcanzar una resistencia promedio de 59.30 kg/cm^2 a la edad de 28 días; así también, a manera de comparar el peso, se tomó el peso de especímenes cilíndricos con perlas de poliestireno y especímenes cilíndricos sin perlas de poliestireno, teniendo como resultado una disminución del 40.19% del peso; pudiendo identificarse dicho diseño como el óptimo para la fabricación de los bloques de concreto ligero.

Ya con el diseño de la mezcla óptima para la fabricación de los bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, se procedió a la fabricación de los bloques, que al ser sometidos a pruebas de laboratorio dieron como resultado una densidad real de 1606.11 kg/m^3 y una resistencia promedio a la compresión simple de 57.43 kg/cm^2 a los 28 días, lo cual según Hugo RODRÍGUEZ en su tesis "Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la fabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca", es aceptable, pues dicho autor diseñó un bloque de concreto ligero que contaba con 1624.36 kg/m^3 y una resistencia a la compresión simple de 62.75 kg/m^3 , dichos resultados no son tan variables; aunque dicha variación según Javier LUZARDO y Rafael ARRAGA lo identifican en su tesis "Análisis del concreto celular y sus aplicaciones en la fabricación de paneles livianos", como el resultado de la ubicación geográfica de los estudios, pues afirma que, este tipo de concreto debe tener diferente tratamiento según la zona donde será empleada. No obstante, el porcentaje de absorción es una de las propiedades de igual interés, pues este arrojó como resultado un promedio de 7.78%, algo muy aceptable, ya que según la NTP 399.602 esta debe ser como máximo 12%.

Finalmente, algo que no puede pasar desapercibido es el tema económico, pues Aura PEREIRA y Jenny SANCHEZ en su tesis "Diseño de un bloque compuesto de concreto ligero con polvo de aserrín" afirman que el bloque en mención resulta ligeramente

rentable, ya que presenta una reducción del 3% en su precio frente a sus similares en diseño; dicha afirmación es refutada con el presente estudio, ya que, al realizar un análisis comparativo entre un bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno y un bloque de concreto convencional, se ha podido identificar por lo contrario un aumento del 10% en el precio de bloque, esto debido principalmente al empleo de las perlas de poliestireno como materia prima.

V. CONCLUSIÓN

- 5.1. Es posible diseñar bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, que cuenten con una resistencia a la compresión simple de 57.43 kg/cm² en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018, que sobrepasando la resistencia mínima establecida en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.070 Albañilería.
- 5.2. El agregado fino, que cumple con las condiciones óptimas para el diseño de la mezcla de concreto ligero con perlas de poliestireno, es la extraña de los márgenes del río Cumbaza, ubicada en el Distrito de Juan Guerra, Provincia y Región de San Martín, propiedad de Gatica Perú S.A.C.
- 5.3. Las propiedades de los agregado empleados en el diseño de la mezcla de concreto ligero están divididas en cuatro; para el agregado fino se identificó un diámetro nominal de 1.18 mm, su módulo de finura es de 2.4%, su peso específico es de 2.54 gr/cc, su porcentaje de absorción es de 1.44%, su porcentaje de humedad natural es de 4.86%, su peso unitario suelto es de 1638.80 kg/m³, su peso unitario compactado es de 1849.19 kg/m³; para el cemento se identificó como propiedad principal su peso específico que es de 3.15 gr/cm³; en cuanto a las perlas de poliestireno, se identificó una densidad de 15 kg/m³ y finalmente para el agua, se identificó su peso específico con un valor de 999.7 kg/m³.
- 5.4. La dosificación óptima para el diseño de los bloques de concreto ligero cuenta con una densidad de diseño de 1600 kg/m³, cuya proporción de materiales en pesos por metro cúbico de concreto, es de 375.54 kg de cemento, 168.31 litros de agua, 1156.15 kg de agregado fino y 3.51 kg de perlas de poliestireno, así mismo su dosificación por unidad de albañilería es de 0.0048 m³ de arena, 0.0234 kg de perlas de poliestireno, 0.0589 bolsas de cemento y 0.0011 litros de agua.
- 5.5. Las dimensiones de los bloques de concreto ligero son de 90 x 190 x 390 milímetros, el tipo es macizo, según la NTP 339.005 y NTP 339.006.
- 5.6. Las propiedades físicas del bloque de concreto ligero, son la absorción con un valor promedio de 7.78%, el peso específico con un valor real de 1606.11 kg/m³, textura lisa; en cuanto a las principales propiedades mecánicas son el módulo de

elasticidad con un valor promedio de 12323.11 kg/cm^2 , la resistencia a la compresión simple de 57.43 kg/cm^2 y finalmente una reducción del 40% del peso frente a los bloques de similar composición.

- 5.7. El análisis de costos unitarios que demanda la fabricación de los bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno es de S/ 2.70 soles, 10 % más que el precio de producción del bloque de concreto convencional con similares características.

VI.RECOMENDACIONES

- 6.1. Se recomienda que, para el diseño del bloque de concreto ligero, se tenga en consideración principalmente el uso para el cual va ser destinado dicho material, pues un bloque de concreto ligero para muros portantes necesita de más resistencia que uno no portante.
- 6.2. Tener en cuenta mínimamente dos canteras de extracción del agregado fino, para el óptimo diseño de a mezcla de concreto ligero.
- 6.3. Realizar un análisis comparativo de las propiedades del agregado fino de distintas canteras de extracción, con la finalidad de identificar aquella que cuente propiedades capaces de mejorar la resistencia a la compresión simple y ahorrar en materiales.
- 6.4. Se recomienda, emplear la guía del ACI 523.3R – 14 “Guía para concreto celular con densidad superior a 800 kg/m³” para el diseño de la mezcla de concreto ligero, ya que, es la única en donde se emplea como materia prima al aluminio, un material cuya densidad es similar a las perlas de poliestireno.
- 6.5. Ampliar futuras investigaciones, en la búsqueda de bloques de concreto ligero con diferentes dimensiones incluyendo unidades alveolares, con el fin de incrementar los campos de aplicación para dicho material de construcción.
- 6.6. Los bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno deben contar con un porcentaje de absorción menor de 12% y una resistencia mayor a 5 MPa, para ser aceptados como unidad de albañilería portante.
- 6.7. Se recomienda, ampliar futuras investigación en el diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno que contengan aditivos espumantes, con la finalidad de disminuir el contenido de perlas de poliestireno y aminorar costos de fabricación.

VII. REFERENCIAS

- ARAPA, Eugenio. Análisis y diseño comparativo de concreto celular usando espuma de poliestireno y agente espumante. (Tesis de pregrado). Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Perú. 2016.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No Arancelarias. *Cementos: definiciones y nomenclaturas*. NTP 334.001. Lima: INDECOPI, 2011. 9pp.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No Arancelarias. *Requisitos de calidad del agua para el concreto*. NTP 339.088. Lima: INDECOPI, 2014. 13pp.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No Arancelarias. *Unidades de albañilería: métodos de muestreo y ensayos de unidades de albañilería de concreto*. NTP 399.604. Lima: INDECOPI, 2002. 16pp.
- COMISIÓN de Normalización y de Fiscalización de Barreras y Comerciales No Arancelarias. *Unidades de albañilería: bloque de concreto para uso estructural*. NTP 399.602. Lima: INDECOPI, 2002. 20pp.
- CORDOVA, Adán. *Dosificación de la cascarilla de arroz pulverizada para obtener bloques de concretos ligeros en el Distrito de Tarapoto – San Martín – 2014*. (Tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú. 2014.
- CORDOVA, Isidro y PINCHI, Mininka. *Uso del poliestireno expandido y su resistencia en las losas deportivas en el Distrito de Morales, Provincia y Región de San Martín*. (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú, Perú. 2017.
- GONZALES, Edilio. *Estudio de la factibilidad del uso de perlas de poliestireno expandido como sustituto del aliven para la fabricación de bloques de concreto usados en la construcción de losas de techos y paredes*. (Tesis de pregrado). Instituto Universitario de Tecnología Antonio José de Sucre, Venezuela. 2016.

- GUTIERREZ, Libia. *EL concreto y otros materiales para la construcción*. (2°ed.). Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2003. 231 pp. ISBN: 9589322824
- HERNANDEZ, Felipe. *Propiedades del concreto*. México: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 2004. 53 pp.
- HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPITISTA, Pilar. *Metodología de la investigación*. (5° ed.). México: Mc Graw, 2010. 656 pp. ISBN: 9786071502919
- IZQUIERDO, Miguel y ORTEGA, Oscar. *Desarrollo y aplicación del concreto celular a base de aditivo espumante para la elaboración de bloques macizos destinados a tabiquerías no portantes en edificaciones*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. 2017.
- LUZARDO, Javier y ARRAGA, Rafael. *Análisis del concreto celular y sus aplicaciones en la fabricación de paneles livianos*. (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela. 2004
- LAZO, Jaime. *Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y sus aplicaciones*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú. 2017.
- MÁRQUEZ, Pablo. *Proporcionamiento óptimo del concreto ligero aplicado a piezas de mampostería*. (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de la Construcción, México. 2000.
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. *Manual de ensayos de materiales*. Perú: Viceministerio de Transporte, 2016. 1269pp.
- MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. *Reglamento nacional de edificaciones*. E.070 Albañilería. Perú: SENCICO, 2006. 439pp.
- MEDICOA, Gloria. *Sobre tesis y tesistas: lección de enseñanza – aprendizaje*. Argentina: Espacio, 2003. 224pp. ISBN: 9508021497
- MORAN, Francisco, JIMENEZ, Pedro y GARCÍA, Alvarado. *Hormigón armado*. (14° ed.). España: Gustavo Gili, 2000. 886pp. ISBN: 842521825X

- PEREIRA, Aura y SANCHEZ, Jenny. *Diseño de un bloque compuesto de concreto ligero con polvo de aserrín*. (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela. 2006
- PAULINO, Jean y ESPINO, Ronald. *Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicados a unidades de albañilería en el Perú*. (Tesis de pregrado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú. 2017.
- PRIMI, Astrid y LEON, Oscar. *Resistencia a compresión a los 28 días de cilindros de concreto húmedos y secos para un $f'_c = 250 \text{ kg/cm}^2$* . (Tesis de pregrado). Universidad Rafael Urdaneta, Venezuela. 2012.
- PASQUEL, Enrique. *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. (2° ed.). Perú: Colegio de Ingenieros del Perú, 1998. 399pp.
- RODRÍGUEZ, Hugo. *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la fabricación de unidades de albañilería no estructural – Cajamarca*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. 2017.
- REVISTA Digital Construcción y Tecnología en Concreto. [en línea]. México: IMCyC, 2013 [fecha de consulta 14 de abril de 2018]. Disponible en: <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/contenido/posibilidades-del-concreto/82-poliestireno-en-la-fabricacion-de-concreto>.
- RIVERA, Gerardo. *Concreto simple*. (2° ed.). Colombia: Universidad del Cauca, 2006. 256pp.
- SANCHEZ, Diego. *Tecnología y propiedades*. (2° ed.). Colombia: Instituto del Concreto, 1997. 214pp.
- TAS, Denis. *Estudio tecnológico de los agregados fino y grueso*. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2011. 59pp.
- ZORRILLA, Santiago, [et. al.]. *Metodología de la investigación*. (2° ed.). México: Mc Graw, 2000. 385pp.

Anexos

MEMORIA DE CÁLCULO

- **Módulo de finura (NTP 400.012)**

$$\text{Modulo de finura (\%)} = \frac{N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100}{100}$$

$$\text{Modulo de finura (\%)} = \frac{2.10 + 7.18 + 21.75 + 46.76 + 75.11 + 94.33}{100}$$

$$\text{Modulo de finura (\%)} = \frac{247.23}{100} = 2.47\%$$

- **Material más fino que pasa la malla N° 200 (NTP 400.018)**

$$\text{Porcentaje que pasa (\%)} = 100 \times \frac{A - B}{A}$$

$$\text{Porcentaje que pasa (\%)} = 100 \times \frac{300 - 288.74}{300}$$

$$\text{Porcentaje que pasa (\%)} = 3.75\%$$

Donde:

A : Peso seco, gr

B : Peso seco después del lavado, gr

- **Peso específico y absorción (NTP 400.021)**

- Cálculo del Peso Específico de la Masa.

$$Pe_m = \frac{W_o}{(V - V_a)}$$

$$Pe_m = \frac{492.91}{(500 - 302.97)}$$

$$Pe_m = \frac{492.91}{197.03}$$

$$Pe_m = 2.5017 \approx 2.50 \text{ gr/cc}$$

Donde:

Pe_m : Peso específico de la masa.

W_o : Peso en el aire de la muestra secada al horno.

V : Volumen de la fiola.

V_a : Peso del agua.

- Cálculo del Peso Específico de la Masa Superficialmente Seca

$$Pe_{SSS} = \frac{500}{(V - V_a)}$$

$$Pe_{SSS} = \frac{500}{(500 - 302.97)}$$

$$P_{mss} = \frac{500}{197.03}$$

$$P_{mss} = 2.53768 \approx 2.54 \text{ gr/cc}$$

Donde:

Pe_{SSS} : Peso Específico de la Masa Superficialmente Seca.

V : Volumen de la fiola.

V_a : Peso del agua.

- Cálculo del Peso Específico Aparente

$$Pe_a = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)}$$

$$Pe_a = \frac{492.91}{(500 - 302.97) - (500 - 492.91)}$$

$$Pe_a = \frac{492.91}{189.94}$$

$$Pe_a = 2.59508 \approx 2.60 \text{ gr/cc}$$

Donde:

W_o : Peso en el aire de la muestra secada al horno.

V : Volumen de la fiola.

V_a : Peso del agua.

- Cálculo del Porcentaje de Absorción

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

$$A_b = \frac{(500 - 492.91)}{492.91} \times 100$$

$$A_b = \frac{7.09}{492.91} \times 100$$

$$A_b = 1.43839 \approx 1.44 \%$$

Donde:

A_b : Porcentaje de absorción.

W_o : Peso en el aire de la muestra seca al horno.

- **HUMEDAD NATURAL (ASTM D2216)**

- Cálculo de Peso del Agua

$$A = D - D_1$$

Donde:

D: Peso del suelo húmedo + lata

D_1 : Peso del suelo seco + lata

- a. Muestra N° 1

$$A = 300.79 - 290.90$$

$$A = 9.89 \text{ gr}$$

- b. Muestra N° 2

$$A = 300.29 - 290.60$$

$$A = 9.69 \text{ gr}$$

- c. Muestra N° 3

$$A = 300.71 - 290.80$$

$$A = 9.91 \text{ gr}$$

- Cálculo del Suelo Seco

$$B = D_1 - L$$

Donde:

L: Peso de la lata

- a. Muestra N° 1

$$B = 290.90 - 89.25$$

$$B = 201.65 \text{ gr}$$

- b. Muestra N° 2

$$B = 290.60 - 88.20$$

$$B = 202.40 \text{ gr}$$

- c. Muestra N° 3

$$B = 290.80 - 88.13$$

$$B = 202.67 \text{ gr}$$

- Cálculo del Contenido de Humedad Natural

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{A}{B} * 100$$

Donde:

A: Peso del agua.

B: Peso del suelo seco

- a. Muestra N° 1

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{9.89}{201.65} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 0.049045 * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 4.904538 \approx 4.90 \%$$

b. Muestra N° 2

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{9.69}{202.40} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 0.047875 * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 4.787549 \approx 4.79 \%$$

c. Muestra N° 3

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{9.91}{202.67} * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 0.048897 * 100$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 4.889722 \approx 4.89 \%$$

Por lo tanto, el promedio para el contenido de humedad natural presente en el agregado fino es:

- Cálculo del Promedio del Contenido de Humedad

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{M1 + M2 + M3}{3}$$

Donde:

M1: % Muestra N° 1

M2: % Muestra N° 2

M3: % Muestra N° 3

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{4.90 + 4.79 + 4.89}{3}$$

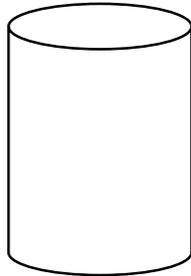
$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = \frac{14.58}{3}$$

$$\text{Contenido de Humedad (\%)} = 4.86 \%$$

- **PESO UNITARIO (NTP 400.017)**

- a. **Peso Unitario Suelto (P.U.S)**

- Volumen del molde



Altura: 0.155 m

Diámetro: 0.145 m

Peso: 1.6469 kg

Volumen: 0.00256 m³

- Muestra N° 1

- a. **Peso del Material**

$$\text{Peso del material} = 5.8511 - 1.6469$$

$$\text{Peso del material} = 4.2042 \approx 4.20 \text{ kg}$$

- b. **Peso Unitario**

$$\text{Peso Unitario} = \frac{4.2042}{0.00256}$$

$$\text{Peso Unitario} = 1642.5733 \approx 1642.57 \text{ kg/m}^3$$

- Muestra N° 2

- a. **Peso del Material**

$$\text{Peso del material} = 5.8318 - 1.6469$$

$$\text{Peso del material} = 4.1849 \approx 4.18 \text{ kg}$$

- b. **Peso Unitario**

$$\text{Peso Unitario} = \frac{4.1849}{0.00256}$$

$$\text{Peso Unitario} = 1635.03286 \approx 1635.03 \text{ kg/m}^3$$

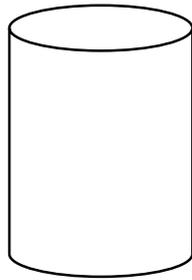
Por lo tanto, el promedio del Peso Unitario Suelto del suelo es igual al promedio de las muestras N° 1 y N° 2.

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{1642.57 + 1635.03}{2}$$

$$\text{Peso Unitario} = 1638.80 \text{ kg/m}^3$$

b. Peso Unitario Compactado (P.U.C)

- Volumen del molde



Altura: 0.155 m

Diámetro: 0.145 m

Peso: 1.6469 kg

Volumen: 0.00256 m³

- Muestra N° 1

c. Peso del Material

$$\text{Peso del material} = 6.3783 - 1.6469$$

$$\text{Peso del material} = 4.7314 \approx 4.73 \text{ kg}$$

d. Peso Unitario

$$\text{Peso Unitario} = \frac{4.7314}{0.00256}$$

$$\text{Peso Unitario} = 1848.54942 \approx 1848.55 \text{ kg/m}^3$$

- Muestra N° 2

c. Peso del Material

$$\text{Peso del material} = 6.3816 - 1.6469$$

$$\text{Peso del material} = 4.7347 \approx 4.73 \text{ kg}$$

d. Peso Unitario

$$\text{Peso Unitario} = \frac{4.7347}{0.00256}$$

$$\text{Peso Unitario} = 1849.83873 \approx 1849.84 \text{ kg/m}^3$$

Por lo tanto, el promedio del Peso Unitario Compactado del suelo es igual al promedio de las muestras N° 1 y N° 2.

$$\text{Peso Unitario Suelto} = \frac{1848.55 + 1849.84}{2}$$

$$\text{Peso Unitario} = 1849.19 \text{ kg/m}^3$$

- **DISEÑO DE CONCRETO LIGERO DENSIDAD 1200 kg/m³**

Tabla 32.

Datos preliminares para el diseño de concreto con densidad 1200 kg/m³

Densidad de diseño	γ_e	1200	kg/m ³
Densidad de las perlas de poliestireno	γ_p	15	kg/m ³
Densidad del concreto fresco	γ_f	1300	kg/m ³
Peso específico del agua	γ_w	999.7	kg/m ³
Peso específico del cemento	γ_c	3.15	gr/cm ³
Peso específico de la arena	γ_{ss}	2.54	gr/cm ³
Humedad natural	W	4.86	%
Absorción	A_b	1.44	%
Relación agua/cemento (a/c)	a/c	0.55	

1. Resistencia a la compresión esperada

$$F'_c = 0.34e^{0.0022(\gamma_e)}$$

$$F'_c = 0.34e^{0.0022(1200)}$$

$$F'_c = 4.76 \text{ MPa} \approx 48.58 \text{ kg/cm}^2$$

2. Relación agua - cemento

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

3. Relación de agregado fino - cemento

$$\frac{a_f}{c} = \frac{\gamma_f - 673}{345}$$

$$\frac{a_f}{c} = \frac{1300 - 673}{345} = 1.82$$

4. Densidad del concreto ligero endurecido

$$\gamma_s = \gamma_f - 122$$

$$\gamma_s = 1300 - 122 = 1178 \text{ kg/m}^3$$

5. Cantidad de cemento

$$c = \frac{\gamma_f}{1 + \frac{a}{c} + \frac{a_f}{c}}$$
$$c = \frac{1300}{1 + 0.55 + 1.82} = 386.06 \text{ kg}$$

6. Cantidad de agregado fino

$$\frac{a_f}{c} = 1.82$$
$$\frac{a_f}{386.06} = 1.82$$
$$a_f = 1.82 \times 386.06 = 701.61 \text{ kg/m}^3$$

7. Cantidad de agua

$$\frac{a}{c} = 0.55$$
$$\frac{a}{386.06} = 0.55$$
$$a = 0.55 \times 386.06 = 212.33 \text{ kg/m}^3$$

8. Volumen de materiales

$$V_a = \frac{c}{\gamma_c \times 1000} + \frac{a}{\gamma_w} + \frac{a_f}{\gamma_{ss} \times 1000}$$
$$V_a = \frac{386.06}{3.15 \times 1000} + \frac{212.33}{999.70} + \frac{701.61}{2.54 \times 1000} = 0.611178 \text{ m}^3$$

9. Volumen de aire necesario por unidad volumétrica de concreto

$$A_v = 1 - V_a$$
$$A_v = 1 - 0.611178 = 0.3888 \text{ m}^3$$

10. Peso de las perlas de poliestireno

$$W_p = A_v \times \gamma_p$$
$$W_p = 0.3888 \times 15 = 5.8323 \text{ kg/m}^3$$

11. Reajuste del agua de diseño por contenido de humedad

11.1. Agua en el agregado fino

$$A_a = a_f \times \left(\frac{w - A_b}{100} \right)$$
$$A_a = 701.61 \times \left(\frac{4.86 - 1.44}{100} \right)$$

$$A_a = 701.61 \times \left(\frac{3.42}{100}\right) = 23.995 \text{ kg/m}^3$$

11.2. Agua final de la mezcla

$$A_m = a - A_a$$

$$A_m = 212.33 - 23.995$$

$$A_m = 188.34 \text{ kg/m}^3$$

12. Cantidad de agregado fino

$$A_c = a_f + A_a$$

$$A_c = 701.61 + 23.995$$

$$A_c = 725.61 \text{ kg/m}^3$$

13. Resumen de proporciones por metro cúbico.

Cemento	386.06 kg/m ³
Agua	188.34 lt/m ³
Agregado fino	725.61 kg/m ³
Perlas de poliestireno	5.83 kg/m ³

- **DISEÑO DE CONCRETO LIGERO DENSIDAD 1400 kg/m³**

Tabla 33.

Datos preliminares para el diseño de concreto con densidad 1400 kg/m³

Densidad de diseño	γ_e	1400	kg/m ³
Densidad de las perlas de poliestireno	γ_p	15	kg/m ³
Densidad del concreto fresco	γ_f	1500	kg/m ³
Peso específico del agua	γ_w	999.7	kg/m ³
Peso específico del cemento	γ_c	3.15	gr/cm ³
Peso específico de la arena	γ_{ss}	2.54	gr/cm ³
Humedad natural	W	4.86	%
Absorción	A_b	1.44	%
Relación agua/cemento (a/c)	a/c	0.55	

1. Resistencia a la compresión esperada

$$F'_c = 0.34e^{0.0022(\gamma_e)}$$

$$F'_c = 0.34e^{0.0022(1400)}$$

$$F'_c = 7.40 \text{ MPa} \approx 75.44 \text{ kg/cm}^2$$

2. Relación agua - cemento

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

3. Relación de agregado fino - cemento

$$\frac{a_f}{c} = \frac{\gamma_f - 673}{345}$$

$$\frac{a_f}{c} = \frac{1500 - 673}{345} = 2.40$$

4. Densidad del concreto ligero endurecido

$$\gamma_s = \gamma_f - 122$$

$$\gamma_s = 1500 - 122 = 1378 \text{ kg/m}^3$$

5. Cantidad de cemento

$$c = \frac{\gamma_f}{1 + \frac{a}{c} + \frac{a_f}{c}}$$

$$c = \frac{1500}{1 + 0.55 + 2.40} = 380.03 \text{ kg}$$

6. Cantidad de agregado fino

$$\frac{a_f}{c} = 2.40$$

$$\frac{a_f}{380.03} = 2.40$$

$$a_f = 2.40 \times 380.03 = 910.96 \text{ kg/m}^3$$

7. Cantidad de agua

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

$$\frac{a}{380.03} = 0.55$$

$$a = 0.55 \times 380.03 = 209.01 \text{ kg/m}^3$$

8. Volumen de materiales

$$V_a = \frac{c}{\gamma_c \times 1000} + \frac{a}{\gamma_w} + \frac{a_f}{\gamma_{ss} \times 1000}$$

$$V_a = \frac{380.03}{3.15 \times 1000} + \frac{209.01}{999.70} + \frac{910.96}{2.54 \times 1000} = 0.688 \text{ m}^3$$

9. Volumen de aire necesario por unidad volumétrica de concreto

$$A_v = 1 - V_a$$

$$A_v = 1 - 0.688 = 0.312 \text{ m}^3$$

10. Peso de las perlas de poliestireno

$$W_p = A_v \times \gamma_p$$

$$W_p = 0.312 \times 15 = 4.67 \text{ kg/m}^3$$

11. Reajuste del agua de diseño por contenido de humedad

11.1. Agua en el agregado fino

$$A_a = a_f \times \left(\frac{w - A_b}{100} \right)$$

$$A_a = 910.96 \times \left(\frac{4.86 - 1.44}{100} \right)$$

$$A_a = 910.96 \times \left(\frac{3.42}{100} \right) = 31.155 \text{ kg/m}^3$$

11.2. Agua final de la mezcla

$$A_m = a - A_a$$

$$A_m = 209.01 - 31.155$$

$$A_m = 177.86 \text{ kg/m}^3$$

12. Cantidad de agregado fino

$$A_c = a_f + A_a$$

$$A_c = 910.96 + 31.155$$

$$A_c = 942.115 \text{ kg/m}^3$$

13. Resumen de proporciones por metro cúbico.

Cemento	380.03 kg/m ³
---------	--------------------------

Agua	177.86 lt/m ³
------	--------------------------

Agregado fino	942.11 kg/m ³
---------------	--------------------------

Perlas de poliestireno	4.67 kg/m ³
------------------------	------------------------

- **DISEÑO DE CONCRETO LIGERO DENSIDAD 1600 kg/m³**

Tabla 34.

Datos preliminares para el diseño de concreto con densidad 1600 kg/m³

Densidad de diseño	γ_e	1600	kg/m ³
Densidad de las perlas de poliestireno	γ_p	15	kg/m ³
Densidad del concreto fresco	γ_f	1700	kg/m ³
Peso específico del agua	γ_w	999.7	kg/m ³
Peso específico del cemento	γ_c	3.15	gr/cm ³
Peso específico de la arena	γ_{ss}	2.54	gr/cm ³
Humedad natural	W	4.86	%
Absorción	A_b	1.44	%
Relación agua/cemento (a/c)	a/c	0.55	

1. Resistencia a la compresión esperada

$$F'_c = 0.34e^{0.0022(\gamma_e)}$$

$$F'_c = 0.34e^{0.0022(1600)}$$

$$F'_c = 11.49 \text{ MPa} \approx 117.13 \text{ kg/cm}^2$$

2. Relación agua - cemento

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

3. Relación de agregado fino - cemento

$$\frac{a_f}{c} = \frac{\gamma_f - 673}{345}$$

$$\frac{a_f}{c} = \frac{1700 - 673}{345} = 2.98$$

4. Densidad del concreto ligero endurecido

$$\gamma_s = \gamma_f - 122$$

$$\gamma_s = 1700 - 122 = 1578 \text{ kg/m}^3$$

5. Cantidad de cemento

$$c = \frac{\gamma_f}{1 + \frac{a}{c} + \frac{a_f}{c}}$$

$$c = \frac{1700}{1 + 0.55 + 2.40} = 375.54 \text{ kg}$$

6. Cantidad de agregado fino

$$\frac{a_f}{c} = 2.98$$

$$\frac{a_f}{375.54} = 2.98$$

$$a_f = 2.98 \times 375.54 = 1117.90 \text{ kg/m}^3$$

7. Cantidad de agua

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

$$\frac{a}{375.54} = 0.55$$

$$a = 0.55 \times 375.54 = 206.55 \text{ kg/m}^3$$

8. Volumen de materiales

$$V_a = \frac{c}{\gamma_c \times 1000} + \frac{a}{\gamma_w} + \frac{a_f}{\gamma_{ss} \times 1000}$$

$$V_a = \frac{375.54}{3.15 \times 1000} + \frac{206.55}{999.70} + \frac{1117.90}{2.54 \times 1000} = 0.766 \text{ m}^3$$

9. Volumen de aire necesario por unidad volumétrica de concreto

$$A_v = 1 - V_a$$

$$A_v = 1 - 0.766 = 0.234 \text{ m}^3$$

10. Peso de las perlas de poliestireno

$$W_p = A_v \times \gamma_p$$

$$W_p = 0.234 \times 15 = 3.51 \text{ kg/m}^3$$

11. Reajuste del agua de diseño por contenido de humedad

11.1. Agua en el agregado fino

$$A_a = a_f \times \left(\frac{w - A_b}{100} \right)$$

$$A_a = 1117.90 \times \left(\frac{4.86 - 1.44}{100} \right)$$

$$A_a = 1117.90 \times \left(\frac{3.42}{100} \right) = 38.233 \text{ kg/m}^3$$

11.2. Agua final de la mezcla

$$A_m = a - A_a$$

$$A_m = 206.55 - 38.233$$

$$A_m = 168.31 \text{ kg/m}^3$$

12. Cantidad de agregado fino

$$A_c = a_f + A_a$$

$$A_c = 1117.90 + 38.233$$

$$A_c = 1156.145 \text{ kg/m}^3$$

13. Resumen de proporciones por metro cúbico.

Cemento 375.54 kg/m³

Agua 168.31 lt/m³

Agregado fino 1156.15 kg/m³

Perlas de poliestireno 3.51 kg/m³



Figura 29. *Muestra de agregado fino, llevada al laboratorio para su análisis.*



Figura 30. *Método del cuarteo para la toma de muestra del agregado fino.*



Figura 31. *Secado del agregado fino a temperatura ambiente.*



Figura 32. *Toma de muestra para el análisis de humedad natural del agregado.*



Figura 33. *Extracción de la muestra de agregado fino del horno luego de 24h.*



Figura 34. *Horno para el secado de la muestra de agregado fino a 110 °C.*



Figura 35. *Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.*



Figura 36. *Empleo del tamizador portátil electrónico.*



Figura 37. Toma de peso del recipiente para el análisis de peso unitario.



Figura 38. Calibrador Bernie para la toma de medidas exactas.

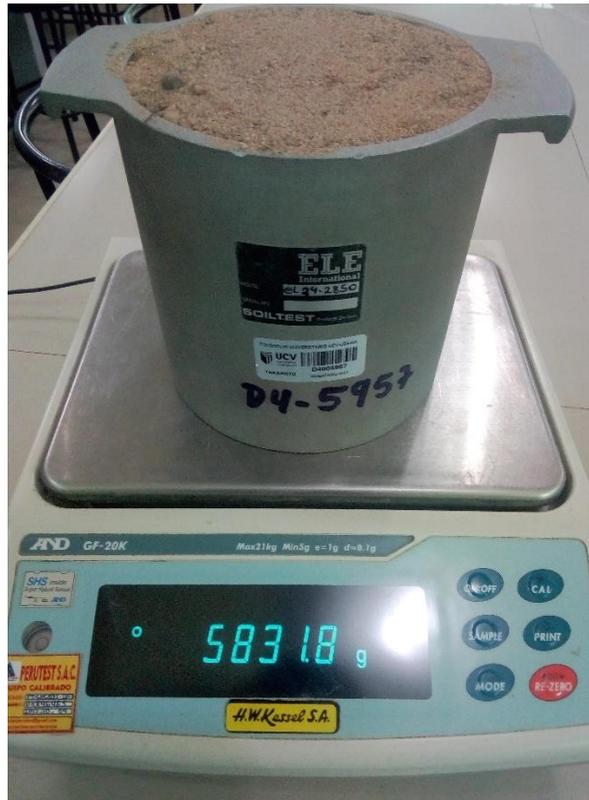


Figura 39. *Peso unitario suelto del agregado fino.*



Figura 40. *Peso unitario compactado del agregado fino.*



Figura 41. *Realizando el ensayo del cono de absorción de arena.*



Figura 42. *Ensayo de peso específico y absorción.*



Figura 43. *Moldes cilíndricos para la fabricación de probetas.*



Figura 44. *Vertido de las perlas de poliestireno en la mezcla de concreto ligero.*



Figura 45. Mezclado de los materiales para el concreto ligero.



Figura 46. Ensayo de fluidez de la mezcla de concreto ligero.



Figura 47. *Ensayo de peso específico de la mezcla de concreto ligero fresco.*



Figura 48. *Vertido la mezcla de concreto ligero en los moldes cilíndricos.*



Figura 49. *Moldes cilíndricos llenos de concreto ligero.*



Figura 50. *Curado de los especímenes cilíndricos de concreto ligero.*



Figura 51. Curado de los especímenes cilíndricos de concreto ligero.



Figura 52. Especímenes cilíndricos de concreto ligero para pruebas.



Figura 53. Ensayo de resistencia a la compresión simple de las probetas.



Figura 54. Ensayo de peso específico y absorción de las probetas.



Figura 55. Toma de peso de materiales para la mezcla de concreto ligero.



Figura 56. Preparación de la mezcla de concreto ligero.



Figura 57. *Fabricación de los bloques de concreto ligero.*



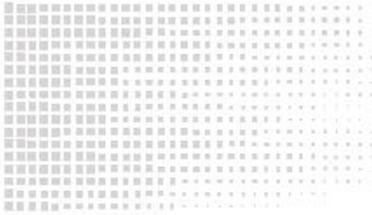
Figura 58. *Curado de los bloques de concreto ligero*



Figura 59. *Ensayo de peso específico y absorción del bloque de concreto.*



Figura 60. *Ensayo de resistencia a la compresión simple de los bloques.*



ALIGERAMIENTO DE CONCRETO UTILIZANDO COMO AGREGADO PERLA DE TECNOPOR (EPS)

BENEFICIOS

- Reducción de la carga estructural total
- Mejor comportamiento sísmico resistente
- Menor retracción de fraguado
- Mejor relación de agua – cemento
- Hidrófobo
- Mejoramiento térmico y acústico
- Auto extinguido (ignífugo)
- Menor utilización de mano de obra
- Disminución en costos de transporte
- Fácil colocación y manipulación
- **Homogéneo:** se mezcla uniformemente con agregados naturales.
- **Polivalente:** Se puede utilizar en cualquier tipo de Concretos y morteros.
- **Compatible:** No modifica las características químicas de la mezcla, lo que lo hace compatible con armaduras metálicas, equipos, agregados y cementantes.



DOSIFICACIÓN



En cuanto a la dosificación, esta se debe establecer dependiendo de las aplicaciones que se esperan del material, no obstante en general el siguiente cuadro describe a grandes rasgos la participación de la perla de poliestireno expandido en una mezcla ordinaria.

DESCRIPCIÓN

La Perla de Tecnopor, es un agregado sintético de muy bajo peso específico, forma una estructura celular que contribuye a incrementar la resistencia aun en bajas densidades, proporcionando características térmicas y acústicas.

La tecnología utilizada en la fabricación de la perla, garantiza la homogeneidad de la mezcla con concretos y morteros; y según el diseño de mezcla se pueden lograr resultados entre 300 Kg/m³ y 1800 Kg/m³.

Es un material no inflamable, lo que permite clasificarlo, según la Norma Alemana DIN 4102, como barrera contra fuego.

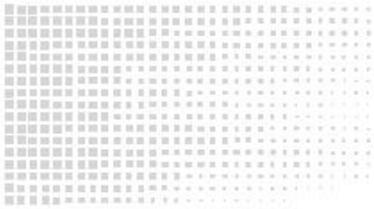
APLICACIONES

La adición de la perla como agregado aligerante tiene múltiples aplicaciones, en la industria de la construcción sobresaliendo las siguientes:

- Entrepiso y Entretechos
- Paneles térmicos
- Muros y Paneles divisorios
- Prefabricados livianos



Figura 61. Ficha técnica de las perlas de poliestireno, parte 1 de 3.



HORMIGON TERMO ALIGERADO												
Peso específico aparente del hormigón	Cantidad para 1 m³ de hormigón con perla compactado					A/C	Densidad del hormigón fresco	Resistencia a los 28 días		E	λ	R
	Perla Termo Aligerado	Cemento	Arena 0/1,5 mm	Agua	Cemento + Arena			Compresión (1)	Flejo tracción (vigas) (2)			
Kg/dm³	dm³	kg	kg	lts	kg		kg/dm³	kgf/cm²	kgf/cm²	kgf/cm²	kcal/mh°C	
0,3	1100	200		105	200	0,52	0,32	4	3			
0,4	1100	285		120	285	0,42	0,42	8	4	8,000	0,08	40
0,5	1100	340	40	130	380	0,38	0,52	12	5			
0,6	1085	380	90	140	470	0,37	0,62	20	7	9,000	0,13	60
0,7	1065	390	165	155	555	0,4	0,72	31	8			
0,8	1040	390	260	165	650	0,42	0,83	45	10	13,000	0,18	120
0,9	1000	400	340	175	740	0,44	0,93	60	12			
1,0	950	400	435	180	835	0,45	1,03	85	13	30,000	0,25	200

(1) Densidad aparente : 11 a 12 kg/m³
(2) Cubos de 20 cm X 20 cm; vigas de 10 m X 15 cm X 70 cm
A/C: Relación Agua Cemento
E: Modulo de elasticidad
λ: Conductividad térmica en kcal/mh°C
R: Resistencia al difusión de vapor de agua

Las características del cemento y de los agregados, pueden modificar la formulación propuesta.

Consulte antes de efectuar la mezcla

ALIGERAMIENTO ALTO	ALIGERAMIENTO MEDIO	ALIGERAMIENTO BAJO
300 Kg/m³ a 800 Kg/m³	801 Kg/m³ a 1400 Kg/m³	1401 Kg/m³ a 1800 Kg/m³
Entrepisos Entretechos Paneles Térmicos Mejoramiento de Suelos Rellenos Estabilizados	Panel Divisorios Prefabricado Liviano Plaqueta de Entrepiso Base y Sub base Estabilizada Ladrillo, Bloque y Bloquelón Muro Fundido	Panel estructural Losa de Entrepiso Estructura liviana Muro Tipo Outinord Muro Tipo Contech Vigueta hasta de 6 m

FORMA DE HACER LA MEZCLA

La mezcla dependiendo de las expectativas puede requerir de aditivos adicionales, que pueden variar la forma de hacer la mezcla. Por lo general para logra una mezcla homogénea, se recomienda ajustarse a la siguiente secuencia:

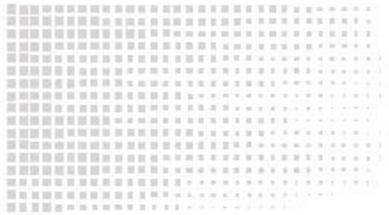
- Introducir a la mezcladora toda la perla aligerante.
- Reservar el 50% del agua a utilizar en la mezcla, para agregarla una vez estén involucrados todos los materiales.
- Agregar agua hasta humedecer homogéneamente toda la perla.
- Agregar mezclando terceras partes de cemento y arena, alternando con agua.
- Agregar el agua restante (50%)

NOTA: El ciclo mezclado debe durar 15 minutos como máximo.



Figura 62. Ficha técnica de las perlas de poliestireno, parte 2 de 3.

Fuente: www.faprotec.com.pe



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Agregado Sintético: Polietileno
- Origen: Polímero
- Tipo de Polímero: Expandido
- Granulometría: Controlada Diámetro ente 1mm y 6 mm
- Densidad: entre 9 y 15 Kg/m³
- Comportamiento al Fuego: Auto extingible
- Comportamiento al Agua: Hidrófobo
- Toxicidad: Ninguna
- Erosión: Estable
- Degradación: Ninguna
- Conductibilidad Térmica: Muy Baja
- Proceso de Expansión: Físico
- Color: Elegible

ALMACENAMIENTO

La perla , se debe almacenar a temperatura ambiente a la sombra y libre de humedad. Evítese colocar elementos pesados sobre el material.

PRESENTACION

Bulto de 100 litros o a granel.

www.faprotec.com.pe

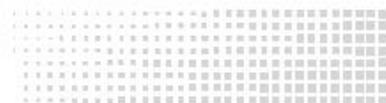


Figura 63. Ficha técnica de las perlas de poliestireno, parte 3 de 3.

Fuente: www.faprotec.com.pe

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150

Pacasmayo, 01 de Abril del 2018

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.8	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.1	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.66	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3650	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.08	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	26.5 (271)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	34.3 (350)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	39.8 (406)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	261	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 31-07-2017 al 01-04-2018.
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Abril 2018.
 (*) Requisito opcional.



Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Hector Manuel Amasifúen Polo.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Figura 64. Ficha técnica del cemento portland.

Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A.

“Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018”

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos									
<p>Problema genera</p> <p>¿En qué medida las perlas de poliestireno influyen en la resistencia a la compresión y el peso del bloque de concreto empleado en la construcción de muros, en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuáles son las propiedades de los agregados que deben de ser empleados en el diseño de la mezcla? • ¿Es posible diseñar bloques de concreto ligero, $f'_b = 50 \text{ kg/cm}^2$? • ¿Cuáles son las dimensiones y el tipo de bloque de concreto ligero óptimo? • ¿Cuál es el análisis de costos que conlleva la fabricación de bloques de concreto ligero con perlas de poliestireno por unidad de albañilería? 	<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar un bloque de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar la cantera de extracción del agregado fino. • Determinar las propiedades de los agregados empleados en el diseño de la mezcla del bloque de concreto ligero. • Determinar la dosificación óptima para el diseño de la mezcla de concreto ligero que garantice como mínimo una resistencia a la compresión de 50 kg/cm^2, • Determinar las dimensiones y el tipo de bloque de concreto ligero con perlas de poliestireno. • Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del bloque de concreto ligero. • Determinar el análisis de costos unitarios que conlleva la fabricación de bloques de concreto ligero. 	<p>Hipótesis general</p> <p>Con la incorporación de las perlas de poliestireno a la mezcla de concreto en el Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018, se obtendrá un concreto ligero, que, al ser empleado en la fabricación de bloques de concreto, tendrán una resistencia a la compresión mínima de 50 kg/cm^2.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Conocer las propiedades de los agregados conllevará a un óptimo diseño de la mezcla. • Con la integración de las perlas de poliestireno se obtendrán especímenes significativamente más ligeros y más resistentes. • Al emplear un acabado proporcional tanto para el largo, el alto y el ancho de las dimensiones, el tipo de bloque mejorará su resistencia optimizando costos. • Con el diseño del bloque y teniendo en cuenta el área neta de acción de las cargas, se disminuirá el empleo de material y mano de obra resultando significativamente más económico y sustenta 	<p>Técnica</p> <p>Análisis físico y mecánico de los materiales empleados en el diseño de la mezcla de concreto ligero</p> <p>Instrumentos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayo Granulométrico • Ensayo de Peso específico y absorción • Ensayo de Material más fino que pasa la malla n°200 • Ensayo de Peso Unitario • Ensayo de humedad Natural • Diseño de mezcla • Ensayo de Consistencia de la mezcla • Ensayo de Contenido de aire de la mezcla • Ensayo de resistencia a la compresión simple • S10 V.2005 									
Diseño de investigación	Población y muestra	VARIABLES Y DIMENSIONES										
<p>El diseño de la tesis es EXPERIMENTAL, pues se busca obtener experimentalmente la dosificación más apropiada para el diseño de la mezcla que posteriormente será empleada en el proceso de fabricación de los bloques de concreto ligero con perlas de poliestireno, que luego serán sometidas a pruebas de control para identificar si cumple con los requerimientos mínimos establecidos en las guías y normas.</p>	<p>Población</p> <p>La población de estudio está conformada por las probetas de 4" x 8" elaboradas con distintas densidades a fin de identificar el diseño óptimo y los bloques de concreto ligero elaborados a partir de él.</p> <p>Muestra</p> <p>Se realizó un muestreo no probabilístico – intencional; por lo que la muestra está conformada por 27 probetas de 4" x 8" con densidades de 1200 kg/m^3, 1400 kg/m^3, 1600 kg/m^3, y un lote de 30 bloques de 90mm x 190mm x 390 mm elaborados a partir del diseño de la mezcla óptima de concreto ligero cuya $f'_b = 50 \text{ kg/cm}^2$ como mínimo.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1189 954 1359 994">VARIABLES</th> <th data-bbox="1359 954 1700 994">DIMENSIONES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1189 994 1359 1098" rowspan="2">Aplicación de perlas de poliestireno</td> <td data-bbox="1359 994 1700 1042">Evaluación física</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1359 1042 1700 1098">Evaluación mecánica</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1189 1098 1359 1273" rowspan="3">Diseño de bloques de concreto ligero</td> <td data-bbox="1359 1098 1700 1161">Evaluación física</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1359 1161 1700 1217">Evaluación mecánica</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1359 1217 1700 1273">Ensayos de laboratorio</td> </tr> </tbody> </table>		VARIABLES	DIMENSIONES	Aplicación de perlas de poliestireno	Evaluación física	Evaluación mecánica	Diseño de bloques de concreto ligero	Evaluación física	Evaluación mecánica	Ensayos de laboratorio
VARIABLES	DIMENSIONES											
Aplicación de perlas de poliestireno	Evaluación física											
	Evaluación mecánica											
Diseño de bloques de concreto ligero	Evaluación física											
	Evaluación mecánica											
	Ensayos de laboratorio											



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHE

javvalca@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164

TARAPOTO - PERÚ



PROYECTO : "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"

UBICACIÓN : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN

SOLICITANTE : EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO

MUESTRA : ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA

FECHA : 28/06/2018

HUMEDAD NATURAL : ASTM D - 2216

MUESTRA	1	2	3	UNIDAD
PESO DEL TARRO	89.25	88.20	88.13	grs
PESO DEL SUELO HUMEDO + TARRO	300.79	300.29	300.71	grs
PESO DEL SUELO SECO + TARRO	290.90	290.60	290.80	grs
PESO DEL AGUA	9.89	9.69	9.91	grs
PESO DEL SUELO SECO	201.65	202.40	202.67	grs
% DE HUMEDAD	4.90	4.79	4.89	%
PROMEDIO		4.86		%



[Handwritten signature]
Ing. Héctor Manuel Amasifúen Polo
Ingeniero Civil

Figura 65. Certificado del análisis de humedad natural del agregado fino.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

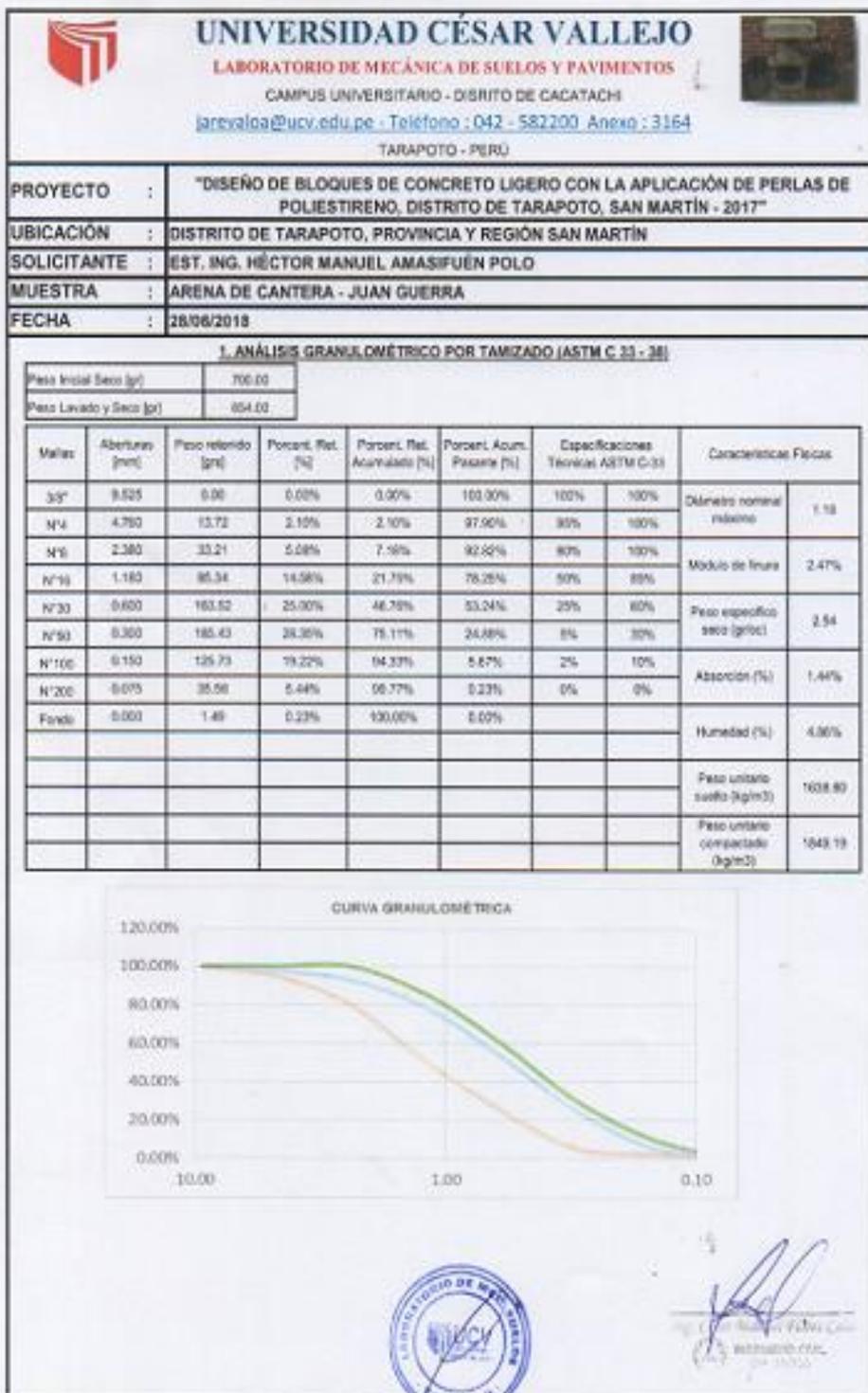


Figura 66. Certificado del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI jrcvalloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3154 TARAPOTO - PERÚ					
PROYECTO :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"				
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN				
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO				
MUESTRA :	ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA				
FECHA :	23/08/2018				
2. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)					
Procedimiento					
1. Peso de la arena s.s.s. + peso de la tela + peso del agua	[gr]	265.17			
2. Peso de arena s.s.s. + peso de la tela	[gr]	662.20			
3. Peso Agua	[gr]	302.97			
4. Peso de arena sacada al horno + peso de la tela	[gr]	851.23			
5. Peso de la tela	[gr]	198.32			
6. Peso de arena sacada al horno	[gr]	492.91			
7. Peso de arena s.s.s.	[gr]	300.00			
8. Volumen del balón	[gr]	300.00			
9. Peso específico de la masa	[gr/cc]	2.50			
10. Peso específico de masa superficialmente seca	[gr/cc]	2.54			
11. Peso específico aparente	[gr/cc]	2.50			
12. Porcentaje de absorción	(%)	1.44			
3. PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)					
Procedimiento		P.U.S		P.U.C	
1. Peso del molde + material	[kg]	5.8511	5.8218	6.3783	6.3818
2. Peso del molde	[kg]	1.8489	1.8489	1.8489	1.8489
3. Peso del material	[kg]	4.2042	4.1549	4.7314	4.7347
4. Volumen del molde	[kg]	0.00256	0.00256	0.00256	0.00256
5. Peso unitario	[kg]	1642.57	1625.00	1845.08	1849.84
6. Peso unitario promedio	[kg]	1633.88		1847.58	
4. CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA POR EL TAMIZ N°200 (NORMA ASTM C 117)					
Procedimiento					
1. Peso del molde + material	[gr]	389.25			
2. Peso del molde	[gr]	89.25			
3. Peso del material	[gr]	300.00			
4. Peso del material lavado	[gr]	286.74			
5. Porcentaje que pasa la malla N°200	(%)	3.75			




Figura 67. Certificado de peso específico, absorción, peso unitario y cantidad de material fino que pasa el tamiz N° 200 del agregado fino.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200. Anexo : 3164
 TARAPOTO - PERU

PROYECTO :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO
MUESTRA :	ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA
FECHA :	28/08/2018

DISEÑO DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES.
NORMA ACI 532.3R - 14 "GUÍA PARA CONCRETO CELULAR CON DENSIDAD SUPERIOR A 800 kg/m³".

Densidad de diseño	γ_r	1200	kg/m ³
Densidad de las perlas de poliestireno	γ_p	85	kg/m ³
Densidad del concreto fresco	γ_f	1300	kg/m ³
Peso específico del agua	γ_w	999.7	kg/m ³
Peso específico del cemento	γ_c	2.15	gr/cm ³
Peso específico de arena	γ_{sa}	2.54	gr/cm ³
Humedad natural	W	4.86	%
Absorción	A_b	1.44	%
Relación agua - cemento	a/c	0.55	

1. Resistencia a la compresión esperada

$$F'_c = 0.34e^{0.0922(\gamma_r)}$$

$$F'_c = 0.34e^{0.0922(1200)}$$

$$F'_c = 4.76 \text{ Mpa} = 48.58 \text{ kg/cm}^2$$

2. Relación agua - cemento

$$a/c = 0.55$$

3. Relación agregado fino - cemento (a_f/c)

$$\frac{a_f}{c} = \frac{\gamma_f - 673}{345}$$

$$\frac{a_f}{c} = \frac{1300 - 673}{345}$$

$$\frac{a_f}{c} = 1.82$$

4. Densidad del concreto ligero endurecido

$$\gamma_c = \gamma_f - 122$$

$$\gamma_c = 1300 - 122$$

$$\gamma_c = 1178 \text{ kg/m}^3$$

5. Cantidad de cemento

$$C = \frac{\gamma_f}{1 + \frac{a}{c} + \frac{a_f}{c}}$$

$$C = \frac{1300}{1 + 0.55 + 1.82}$$

$$C = \frac{1300}{3.37}$$

$$C = 386.06 \text{ kg}$$

6. Cantidad de agregado fino

$$\frac{a_f}{c} = 1.82$$

$$\frac{a_f}{386.06} = 1.82$$

$$a_f = 1.82 \times 386.06$$

$$a_f = 701.61 \text{ kg/m}^3$$

7. Cantidad de agua

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

$$\frac{a}{386.06} = 0.55$$

$$a = 0.55 \times 386.06$$

$$a = 212.33 \text{ kg/m}^3$$

8. Volumen en materiales

$$V_a = \frac{c}{\gamma_c + 1000} + \frac{a}{\gamma_w} + \frac{a_f}{\gamma_{sa} + 1000}$$

$$V_a = \frac{386.06}{3.15 \times 1000} + \frac{212.33}{999.7} + \frac{701.61}{2.54 \times 1000}$$

$$V_a = 0.611 \text{ m}^3$$

9. Volumen de aire necesario por unidad volumétrica de concreto

$$A_v = 1 - V_a$$

$$A_v = 1 - 0.611$$

$$A_v = 0.389 \text{ m}^3$$



Figura 68. Certificado del diseño de mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1200 kg/m³.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

10. Peso de las perlas de poliestireno

$$W_p = A_p \times \gamma_p$$

$$W_p = 0.389 \times 15$$

$$W_p = 5.83 \text{ kg/m}^3$$

11. reajuste del agua de diseño por contenido de humedad del agregado fino

11.1. Agua en el agregado fino

$$A_a = a_f \times \left(\frac{W - A_a}{100} \right)$$

$$A_a = 701.61 \times \left(\frac{4.85 - 1.44}{100} \right)$$

$$A_a = 701.61 \times \left(\frac{3.42}{100} \right)$$

$$A_a = 701.61 \times 0.0342$$

$$A_a = 23.995 \text{ kg/m}^3$$

11.2. Agua final de la mezcla

$$A_m = a - A_a$$

$$A_m = 212.33 - 23.995$$

$$A_m = 188.34 \text{ kg/m}^3$$

12. Cantidad de agregado fino

$$A_c = a_f + A_a$$

$$A_c = 701.6 + 23.995$$

$$A_c = 725.600$$

13. Resumen de proporciones por metro cúbico

Cemento	kg/m ³	386.06
Agua	lt/m ³	188.34
Agregado fino	kg/m ³	725.61
Perlas de poliestireno	kg/m ³	5.83




Figura 69. Certificado del diseño de mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1200 kg/m³.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164
 TARAPOTO - PERU

PROYECTO :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUEN POLO
MUESTRA :	ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA
FECHA :	28/06/2018

DISEÑO DE MEZCLA PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES.
NORMA ACI 523.2R - 14 "GUÍA PARA CONCRETO CELULAR CON DENSIDAD SUPERIOR A 800 kg/m³"

Densidad de diseño	γ_e	1400	kg/m ³
Densidad de las perlas de poliestireno	γ_p	15	kg/m ³
Densidad del concreto fresco	γ_f	1500	kg/m ³
Peso específico del agua	γ_w	999.7	kg/m ³
Peso específico del cemento	γ_c	3.15	gr/cm ³
Peso específico de arena	γ_{sa}	2.54	gr/cm ³
Humedad natural	W	4.88	%
Absorción	A_b	1.44	%
Relación agua - cemento	a/c	0.55	

1. Resistencia a la compresión esperada

$$f'_c = 0.34 f_c^{(0.9922)(f_c)}$$

$$f'_c = 0.34 (0.00228400)$$

$$f'_c = 7.40 \text{ Mpa} = 75.44 \text{ kg/cm}^2$$

2. Relación agua - cemento

$$a/c = 0.55$$

3. Relación agregado fino - cemento (a_f/c)

$$\frac{a_f}{c} = \frac{\gamma_f - 673}{345}$$

$$\frac{a_f}{c} = \frac{1500 - 673}{345}$$

$$\frac{a_f}{c} = 2.40$$

4. Densidad del concreto ligero endurecido

$$\gamma_e = \gamma_f - 122$$

$$\gamma_e = 1500 - 122$$

$$\gamma_e = 1378 \text{ kg/m}^3$$

5. Cantidad de cemento

$$c = \frac{\gamma_e}{1 + \frac{a}{c} + \frac{a_f}{c}}$$

$$c = \frac{1500}{1 + 0.55 + 2.40}$$

$$c = \frac{1500}{3.95}$$

$$c = 380.03 \text{ kg}$$

6. Cantidad de agregado fino

$$\frac{a_f}{c} = 2.40$$

$$\frac{a_f}{380.03} = 2.40$$

$$a_f = 2.40 \times 380.03$$

$$a_f = 910.96 \text{ kg/m}^3$$

7. Cantidad de agua

$$\frac{a}{c} = 0.55$$

$$\frac{a}{380.03} = 0.55$$

$$a = 0.55 \times 380.03$$

$$a = 209.01 \text{ kg/m}^3$$

8. Volumen en volúmenes

$$V_a = \frac{c}{\gamma_c + 1000} + \frac{a}{\gamma_w} + \frac{a_f}{\gamma_{sa} + 1000}$$

$$V_a = \frac{380.03}{3.15 \times 1000} + \frac{209.01}{999.7} + \frac{910.96}{2.54 \times 1000}$$

$$V_a = 0.688 \text{ m}^3$$

9. Volumen de aire necesario por unidad volumétrica de concreto

$$A_v = 1 - V_a$$

$$A_v = 1 - 0.688$$

$$A_v = 0.312 \text{ m}^3$$



Figura 70. Certificado del diseño de mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1400 kg/m³.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

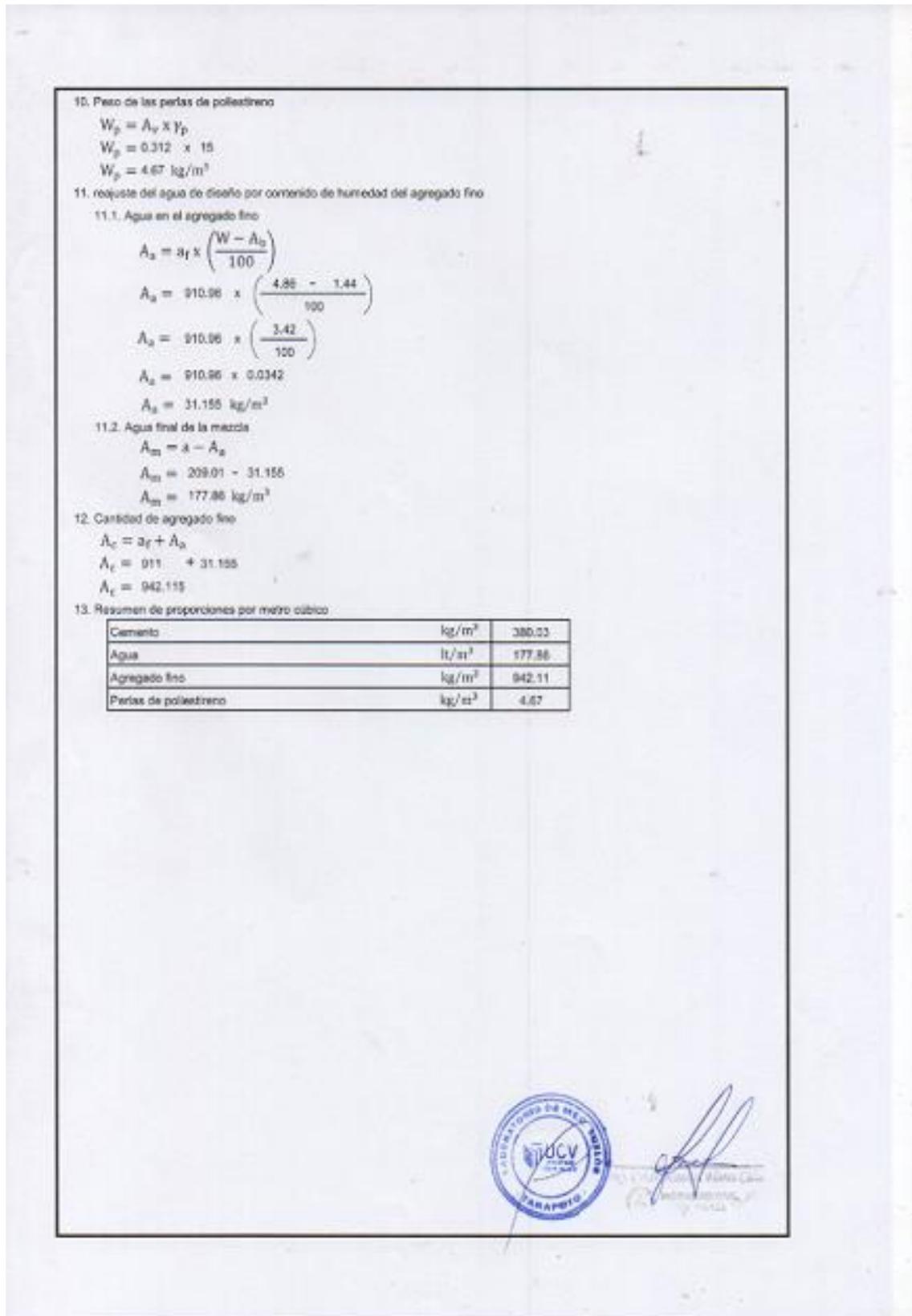


Figura 71. Certificado del diseño de mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1400 kg/m³.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI [arevalo@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164] TARAPOTO - PERÚ		
PROYECTO :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"	
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN	
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO	
MUESTRA :	ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA	
FECHA :	28/06/2018	
DISEÑO DE MEZCLA PARA LA FARRIFICACIÓN DE BLOQUES NORMA ACI 523.3R - 14 "GUÍA PARA CONCRETO CELULAR CON DENSIDAD SUPERIOR A 800 kg/m³"		
Densidad de diseño	γ_c	1600 kg/m ³
Densidad de las perlas de poliestireno	γ_p	15 kg/m ³
Densidad del concreto fresco	γ_f	1700 kg/m ³
Peso específico del agua	γ_w	999.7 kg/m ³
Peso específico del cemento	γ_c	3.15 gr/cm ³
Peso específico de arena	γ_{sa}	2.54 gr/cm ³
Humedad natural	W	4.88 %
Absorción	A_b	1.44 %
Relación agua - cemento	a/c	0.55
1. Resistencia a la compresión esperada $F'_c = 0.34e^{0.00221(\gamma_c)}$ $F'_c = 0.34e^{0.00221(1600)}$ $F'_c = 11.40 \text{ Mpa} = 117.13 \text{ kg/cm}^2$		
2. Relación agua - cemento $a/c = 0.55$		
3. Relación agregado fino - cemento (a_f/c) $\frac{a_f}{c} = \frac{\gamma_f - 673}{345}$ $\frac{a_f}{c} = \frac{1700 - 673}{345}$ $\frac{a_f}{c} = 2.98$		
4. Densidad del concreto ligero endurecido $\gamma_D = \gamma_f - 122$ $\gamma_D = 1700 - 122$ $\gamma_D = 1578 \text{ kg/m}^3$		
5. Cantidad de cemento $c = \frac{\gamma_f}{1 + \frac{a}{c} + \frac{a_f}{c}}$ $c = \frac{1700}{1 + 0.55 + 2.98}$ $c = \frac{1700}{4.53}$ $c = 375.54 \text{ kg}$		
6. Cantidad de agregado fino $\frac{a_f}{c} = 2.98$ $a_f = 2.98 \times 375.54$ $a_f = 1117.9 \text{ kg/m}^3$		
7. Cantidad de agua $\frac{a}{c} = 0.55$ $a = 0.55 \times 375.54$ $a = 206.55 \text{ kg/m}^3$		
8. Volumen en materiales $V_a = \frac{c}{\gamma_c + 1000} + \frac{a}{\gamma_w} + \frac{a_f}{\gamma_{sa} + 1000}$ $V_a = \frac{375.54}{3.15 \times 1000} + \frac{206.55}{999.7} + \frac{1117.91}{2.54 \times 1000}$ $V_a = 0.766 \text{ m}^3$		
9. Volumen de aire necesario para la fabricación de concreto $A_v = 1 - V_a$ $A_v = 1 - 0.766$ $A_v = 0.234 \text{ m}^3$		

Figura 72. Certificado del diseño de mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1600 kg/m³.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

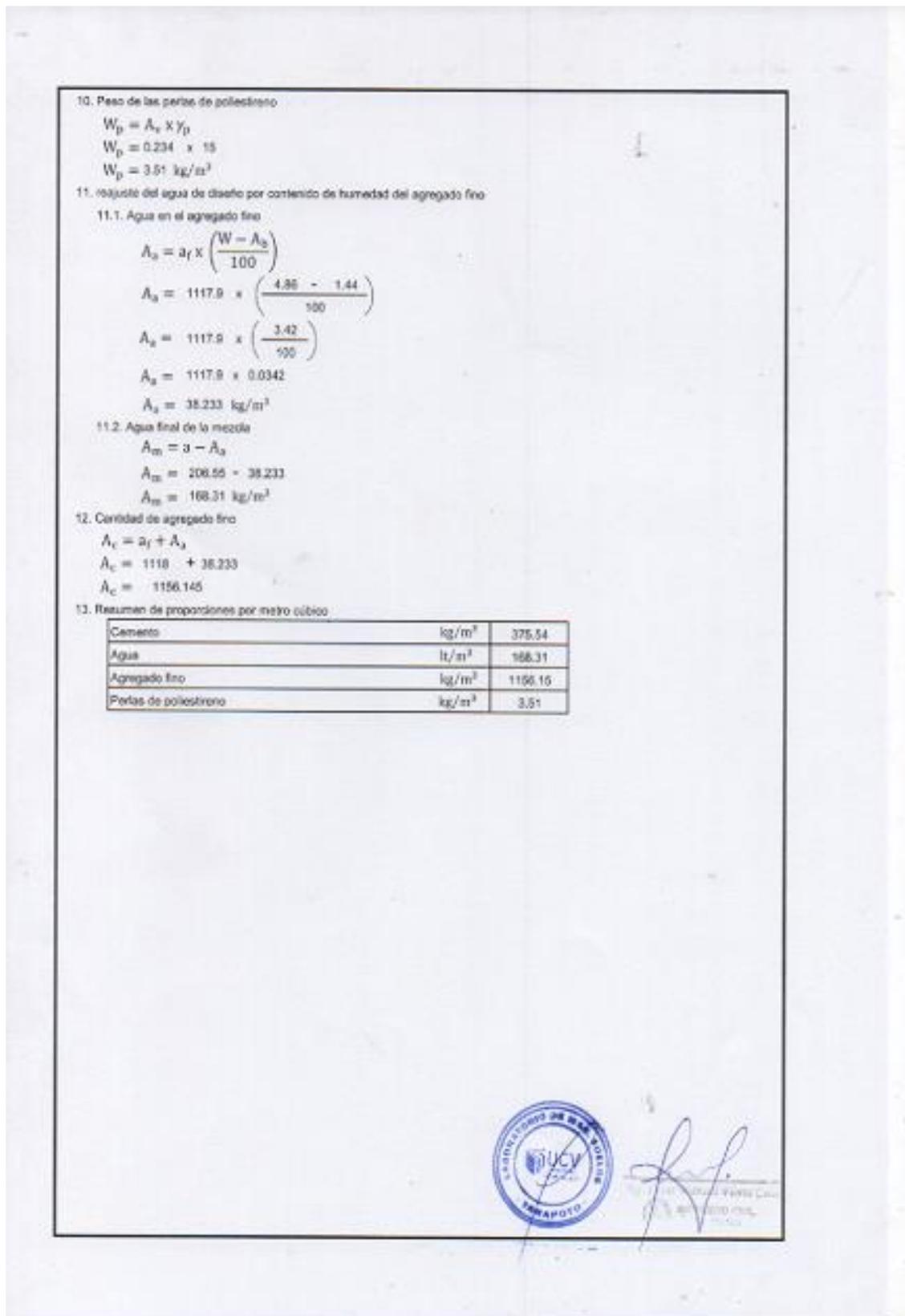


Figura 73. Certificado del diseño de mezcla de concreto ligero cuya densidad teórica es de 1600 kg/m³.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164 TARAPOTO - PERÚ					
PROYECTO :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"				
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN				
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO				
MUESTRA :	ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA				
FECHA :	28/06/2018				
CONSISTENCIA DE LA MEZCLA (NORMA ASTM D 6103) "CONSISTENCIA DE FLUJO EN MATERIAL DE RESISTENCIA BAJA CONTROLADA"					
Densidad de diseño	Descripción	Relación agua - cemento	Diámetro de dispersión (cm)		
1200 kg/m ³	Muestra N°1	0.55	22.80		
	Muestra N°2	0.55	23.20		
	Muestra N°3	0.55	22.50		
1400 kg/m ³	Muestra N°4	0.55	21.30		
	Muestra N°5	0.55	21.70		
	Muestra N°6	0.55	21.20		
1600 kg/m ³	Muestra N°7	0.55	20.80		
	Muestra N°8	0.55	20.40		
	Muestra N°9	0.55	20.70		
CONTENIDO DE AIRE (NORMA ASTM D 6923) "PESO UNITARIO, CONTENIDO DE AIRE Y RENDIMIENTO EN MATERIAL DE BAJA RESISTENCIA CONTROLADA"					
Densidad de diseño	Descripción	Peso unitario kg/m ³	Densidad teórica kg/m ³	Porcentaje de aire	Promedio de porcentaje de aire
1200 kg/m ³	Muestra N°1	1205.55	1305.84	7.68	7.14
	Muestra N°2	1219.21		6.63	
	Muestra N°3	1212.96		7.11	
1400 kg/m ³	Muestra N°4	1423.00	1504.67	5.43	5.02
	Muestra N°5	1415.27		5.94	
	Muestra N°6	1449.14		3.69	
1600 kg/m ³	Muestra N°7	1626.91	1703.51	4.50	4.09
	Muestra N°8	1660.04		3.02	
	Muestra N°9	1605.35		5.76	




Figura 74. Certificado del análisis de la consistencia y el contenido de aire en la mezcla de concreto ligero.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevalo@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3364



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA : "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTIN - 2017"
SOLICITANTE : EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO
LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ESTRUCTURA : BLOQUE DE CONCRETO LIGERO
RESISTENCIA : 48.58 KVICM²

CERTIFICADO : N° 001 - HECTOR AMASIFUEN
HECHO POR : CMFC
SUPERVISADO POR : CMFC
LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO
FECHA : 28/05/2018
HORA : 04:00 p.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ASENT. (PVP)	DIÁMETRO (mm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (kg - S)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (kgf/cm ²)	FC DISEÑO (kgf/cm ²)	K	N. OBTENIDO SUPUESTO	TIPO DE ROTURA
CCL - 001	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	27/05/2018	28/05/2018	7.00	N.E	10.00	1200	2200	78.50	27.97	48.58		57.58	e
CCL - 002	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	27/05/2018	28/05/2018	7.00	N.E	10.00	1200	2200	78.50	28.34	48.58		58.34	e
CCL - 003	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	27/05/2018	28/05/2018	7.00	N.E	10.00	1200	2215	78.50	26.96	48.58		57.97	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO			
LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA				
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
CONO	CONO Y REPARACIÓN	CONO Y CORTE	CORTE	COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 75. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1200 kg/m³ a la edad de 7 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
 jarvaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA :	*DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017*	CERTIFICADO :	N° 002 - HECTOR AMASIFUEN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO	HECHO POR :	CMFC
LUGAR :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN	SUPERVISADO POR :	CMFC
ESTRUCTURA :	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	LUGAR DE EJECUCIÓN :	CAMPUS UNIVERSITARIO
RESISTENCIA :	48.58 KG/CM ²	FECHA :	06/06/2018
		HORA :	06:30 p.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ADITURA	EDAD (Días)	ASENT. (Psi)	NUMERO (cm)	DENSIDAD (kg/cm ³)	CARGA (kg - t)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	% DEBIDO AUMENTADO		TIPO DE ROTURA
CCL - 004	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	03/06/2018	04/06/2018	14.00	N.E	10.00	1200	3060	78.53	39.35	48.58	51.00		a
CCL - 005	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	03/06/2018	04/06/2018	14.00	N.E	10.00	1200	2445	78.53	31.02	48.58	63.80		a
CCL - 006	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	03/06/2018	04/06/2018	14.00	N.E	10.00	1200	2003	78.53	25.67	48.58	73.43	72.78	a

OBSERVACIONES:

- 1.- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33mm/mín.
- 2.- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO			
LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA				
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
CONO	CONO Y REPARACIÓN	CONO Y CORTE	CORTE	COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 76. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1200 kg/m³ a la edad de 14 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
 jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo - 3154



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

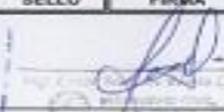
ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA :	*DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017*	CERTIFICADO :	N° 003 - HECTOR AMASIFUEN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO	HECHO POR :	CMFC
LUGAR :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN	SUPERVISADO POR :	CMFC
ESTRUCTURA :	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	LUGAR DE EJECUCIÓN :	CAMPUS UNIVERSITARIO
RESISTENCIA :	43.58 KG/CM ²	FECHA :	14/06/2018
		HORA :	10:30 a.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO	FECHA DE ADICIÓN	EDAD (DÍAS)	ASENT (PUN)	DIÁMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (kg - t)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	% DEBIDO A		TIPO DE ROTURA
												f	DEFINIDO NORMATIVO	
OCL - 007	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	13/06/2018	14/06/2018	28.00	N.E	10.00	1200	3152	78.53	40.11	43.58	62.56		a
OCL - 008	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	13/06/2018	14/06/2018	28.00	N.E	10.00	1200	3043	78.53	38.80	43.58	73.25		d
OCL - 009	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	13/06/2018	14/06/2018	28.00	N.E	10.00	1200	3113	78.53	39.00	43.58	83.47	83.76	a

OBSERVACIONES:
 1.- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33mm/s.
 2.- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.
 Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO			
LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA
			

TIPO DE FRACTURA

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
				
CONO	CONO Y SEPARACIÓN	CONO Y CORTE	CORTE	COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 77. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1200 kg/m³ a la edad de 28 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevalloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"	CERTIFICADO :	N° 004 - HECTOR AMASIFUEN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUEN POLO	HECHO POR :	CMFC
LUGAR :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN	SUPERVISADO POR :	CMFC
ESTRUCTURA :	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	LUGAR DE EJECUCIÓN :	CAMPUS UNIVERSITARIO
RESISTENCIA :	75.44 KG/CM2	FECHA :	29/05/2018
		HORA :	03:30 p.m.

N° DE CUADRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO	FECHA DE PULIDA	EDAD (DÍAS)	ASPECTO (P/S)	DIÁMETRO (mm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (Kg - F)	ÁREA (mm ²)	RESISTENCIA (kgf/cm ²)	FC DISEÑO (kgf/cm ²)	%	SISTEMA APROBADO	TIPO DE ACTIVA
CDL - 001	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	28/05/2018	28/05/2018	7.00	N.E	10.00	1400	2840	78.53	33.65	75.44	44.60		c
CDL - 002	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	28/05/2018	28/05/2018	7.00	N.E	10.00	1400	2830	78.53	33.53	75.44	44.05		c
CDL - 003	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	28/05/2018	28/05/2018	7.00	N.E	10.00	1400	2960	78.53	33.88	75.44	44.52	44.52	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 78. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1400 kg/m³ a la edad de 7 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO. DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"	CERTIFICADO :	N° 605 - HECTOR AMASIFUEN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUEN POLO	HECHO POR :	CMFC
LUGAR :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN	SUPERVISADO POR :	CMFC
ESTRUCTURA :	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	LUGAR DE EJECUCIÓN :	CAMPUS UNIVERSITARIO
RESISTENCIA :	75.44 KG/CM ²	FECHA :	05/05/2018
		HORA :	04:30 p.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ASERT. (Psi)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (kg - F)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	N. OBTENIDO PROMEDIO		TIPO DE ROTURA
CCL - 004	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	04/05/2018	05/05/2018	14.00	N.E	10.00	1400	3040	75.53	39.50	75.44	51.00		e
CCL - 005	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	04/05/2018	05/05/2018	14.00	N.E	10.00	1400	2120	75.53	39.56	75.44	00.44		d
CCL - 006	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	04/05/2018	05/05/2018	14.00	N.E	10.00	1400	3370	75.53	42.67	75.44	06.23	53.43	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjunte entregados por el solicitante

APROBADO		
LABORATORIO	JEFATURA	
SELLO Y FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA				
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
CONO Y CORTE	CONO Y REPARACIÓN	CONO Y CORTE	CORTE	CORTE COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 79. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1400 kg/m³ a la edad de 14 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

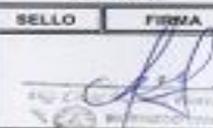
OBRA :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"	CERTIFICADO :	N° 006 - HÉCTOR AMASFUÉN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASFUÉN POLO	HECHO POR :	CMFC
LUGAR :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN	SUPERVISADO POR :	CMFC
ESTRUCTURA :	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	LUGAR DE EJECUCIÓN :	CAMPUS UNIVERSITARIO
RESISTENCIA :	75.44 KG/CM ²	FECHA :	15/06/2018
		HORA :	10:00 a.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ASENT. (Pulg)	DIÁMETRO (cm)	QUEDADA (kg/m ³)	CARGA (kg - f)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	% DIFERENCIA PROMEDIO		TIPO DE ROTURA
CCL - 007	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	10.00	1400	3390	78.53	43.12	75.44	57.18		a
CCL - 008	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	10.00	1400	3500	78.53	44.53	75.44	58.03		d
CCL - 009	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	10.00	1400	3480	78.53	44.27	75.44	58.80	58.29	a

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33mm/s.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO	
LABORATORIO	JEFATURA
SELLO  FIRMA	SELLO  FIRMA

TIPO DE FRACTURA				
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
				
CONO	CONO Y SEPARACIÓN	CONO Y CORTE	CORTE	CORTE COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 80. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1400 kg/m³ a la edad de 28 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
 CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
 jarvaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA : "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"
 SOLICITANTE : EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO
 LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
 ESTRUCTURA : BLOQUE DE CONCRETO LIGERO
 RESISTENCIA : 117.13 KG/CM²

CERTIFICADO : N° 007 - HECTOR AMASIFUEN
 HECHO POR : CMFC
 SUPERVISADO POR : CMFC
 LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO
 FECHA : 29/05/2018
 HORA : 04:00 p.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ASENT. (Psi)	DIÁMETRO (cm)	DENSIDAD (Kg/m ³)	CARGA (Kg - O)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	FC DISEÑO (Kg/cm ²)	% DIFERENCIA		ESP. DE ROTURA
CCL - 001	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	26/05/2018	29/05/2018	7.00	N.E.	10.00	1600	3560	78.53	42.28	117.13	38.11		e
CCL - 002	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	26/05/2018	29/05/2018	7.00	N.E.	10.00	1600	3420	78.53	43.51	117.13	37.15		d
CCL - 003	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	26/05/2018	29/05/2018	7.00	N.E.	10.00	1600	3510	78.53	44.27	117.13	37.80	37.82	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33mm/min.
- Cilindro sometido a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestras y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

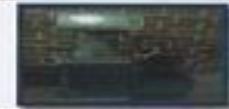
Figura 81. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1600 kg/m³ a la edad de 7 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"	CERTIFICADO :	N° 008 - HECTOR AMASIFUEN
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO	HECHO POR :	CMFC
LUGAR :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN	SUPERVISADO POR :	CMFC
ESTRUCTURA :	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	LUGAR DE EJECUCIÓN :	CAMPUS UNIVERSITARIO
RESISTENCIA :	117.13 KG/CM ²	FECHA :	05/06/2018
		HORA :	12:00 p.m.

N° DE ORDEN	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ASECT. (Psi)	DIÁMETRO (mm)	ALTEZA (mm)	CAPSA (Kg - 5)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	FC DISEÑO (Kg/cm ²)	N	% CONTENIDO APROXIMADO	TIPO DE ACTUA
CCL - 004	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	04/06/2018	05/06/2018	14.00	N.E	10.00	1600	4210	78.53	53.58	117.13	45.73		e
CCL - 005	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	04/06/2018	05/06/2018	14.00	N.E	10.00	1600	4530	78.53	57.64	117.13	49.21		e
CCL - 006	NÚCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	04/06/2018	05/06/2018	14.00	N.E	10.00	1600	4350	78.53	55.35	117.13	47.35	47.40	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestras y fotos adjuntas entregados por el solicitante

APROBADO			
LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA				
(*)	(*)	(*)	(*)	(*)
CONO	CONO Y REPARACIÓN	CONO Y CORTE	CORTE	COLUMNAR

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 82. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1600 kg/m³ a la edad de 14 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA : "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"
SOLICITANTE : EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO
LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ESTRUCTURA : BLOQUE DE CONCRETO LIGERO
RESISTENCIA : 117.13 KG/CM²

CERTIFICADO : N° 009 - HECTOR AMASIFUEN
HECHO POR : CMFC
SUPERVISADO POR : CMFC
LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO
FECHA : 15/06/2018
HORA : 03:45 p.m.

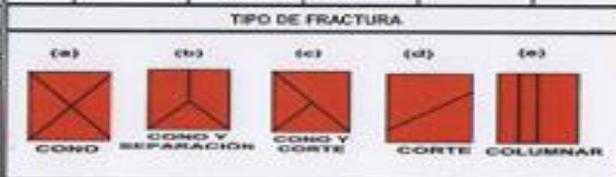
N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (días)	ASENT. (Pulg)	DIÁMETRO (mm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (kg - 0)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	% DESVIACIÓN ESPERADO		TIPO DE ROTURA
CCL - 007	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	70.00	1600	490	70.53	69.64	117.13	54.33		a
CCL - 008	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	70.00	1600	490	70.53	64.25	117.13	45.32		b
CCL - 009	NUCLEO DE ARENA Y POLIESTIRENO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	70.00	1600	4730	70.53	60.24	117.13	51.43	50.89	c

OBSERVACIONES:
1.- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.30mm/min.
2.- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.
Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA





PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 83. Certificado de rotura de los especímenes cilíndricos cuya densidad es de 1600 kg/m³ a la edad de 28 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI jarevalva@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164 TARAPOTO - PERÚ								
PROYECTO :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"							
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN							
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO							
MUESTRA :	ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA							
FECHA :	28/06/2018							
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL ESPECIMEN CILÍNDRICO DE CONCRETO (GUÍA ACI 318.5)								
Densidad de diseño	Edad (días)	Resistencia a la compresión promedio	Módulo de elasticidad					
1200 kg/m ³	7	28.76	9485.42					
	14	35.35	10627.8					
	28	39.23	11185.65					
1400 kg/m ³	7	33.09	13074.08					
	14	40.31	14301.02					
	28	43.97	14926.15					
1600 kg/m ³	7	45.48	18146.51					
	14	55.52	20605.53					
	28	56.37	20662.00					
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL ESPECIMEN CILÍNDRICO DE CONCRETO (NORMA ASTM C 842)								
Código de cilindro	Densidad de diseño	W _d	W ₁	W ₃	% de absorción		Peso específico	
					Unitario	Promedio	Unitario	Promedio
OCL - 010	1200 kg/m ³	2.0105	1.0305	2.6867	33.63	33.31	1213.91	1251.30
OCL - 011		2.0096	1.0113	2.6742	33.11		1208.12	
OCL - 012		2.0088	1.0167	2.6771	33.30		1211.84	
OCL - 010	1400 kg/m ³	1.8590	0.9009	2.2919	23.23	23.33	1396.31	1401.26
OCL - 011		1.8462	0.8862	2.2802	23.51		1324.38	
OCL - 012		2.1045	1.1745	2.9385	23.24		1483.07	
OCL - 010	1600 kg/m ³	2.4737	1.8857	3.1967	29.23	29.30	1618.90	1802.02
OCL - 011		2.4296	1.6056	3.1346	29.32		1590.54	
OCL - 012		2.5634	1.7184	3.3254	29.85		1697.12	

Figura 84. Certificado del análisis del módulo de elasticidad, peso específico y absorción de los especímenes cilíndricos de prueba.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@pucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN BLOQUE DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA : "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"

SOLICITANTE : EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO

LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN

ESTRUCTURA : BLOQUE DE CONCRETO LIGERO

RESISTENCIA : 117.13 KG/CM²

CERTIFICADO : N° 010 - HECTOR AMASIFUEN

HECHO POR : CMFC

SUPERVISADO POR : CMFC

LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO

FECHA : 29/05/2018

HORA : 04:00 p.m.

N° DE CEMENTO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ASENT. (Psi/g)	ANCHO (cm)	DIÁMETRO (gros)	CAPSA (Kg - Ø)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	% CONTENIDO HUMEDAD		TIPO DE ROTURA
BCL - 001	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	29/05/2018	29/05/2018	7.00	N.E.	9.00	1030	11800	351.00	35.76	117.13	28.82		a
BCL - 002	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	29/05/2018	29/05/2018	7.00	N.E.	9.00	1030	11910	351.00	33.92	117.13	28.97		d
BCL - 003	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	29/05/2018	29/05/2018	7.00	N.E.	9.00	1030	11800	351.00	33.70	117.13	28.77	28.88	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO			
LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 85. Certificado de rotura de los bloques de concreto ligero cuya densidad es de 1600 kg/m³ a la edad de 7 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI
jarevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN BLOQUE DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA : "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"
SOLICITANTE : EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASFUÉN POLD
LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN
ESTRUCTURA : BLOQUE DE CONCRETO LIGERO
RESISTENCIA : 117.13 KG/CM2

CERTIFICADO : N° 011 - HECTOR AMASFUEN
HECHO POR : CMFC
SUPERVISADO POR : CMFC
LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO
FECHA : 05/06/2018
HORA : 04:30 p.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NUCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ASERT. (Puls)	ANCHO (mm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (kg - O)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	N	N. BLOQUES ESPALMADOS	TIPO DE ROTURA
BCL - 004	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	04/06/2018	05/06/2018	14.00	N.E	9.00	1600	18740	351.00	53.39	117.13	45.38		a
BCL - 005	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	04/06/2018	05/06/2018	14.00	N.E	9.00	1600	18030	351.00	53.58	117.13	45.31		d
BCL - 006	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	04/06/2018	05/06/2018	14.00	N.E	9.00	1600	18560	351.00	62.96	117.13	45.22	45.37	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 86. Certificado de rotura de los bloques de concreto ligero cuya densidad es de 1600 kg/m³ a la edad de 14 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI

larevaloa@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN BLOQUE DE CONCRETO

ASTM C 39 - 2004

ASTM C 39 - 2004

OBRA : "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"

CERTIFICADO : N° 012 - HECTOR AMASIFUEN

HECHO POR : CMFC

SOLICITANTE : EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUEN POLO

SUPERVISADO POR : CMFC

LUGAR : DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN

LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO

ESTRUCTURA : BLOQUE DE CONCRETO LIGERO

FECHA : 15/06/2018

RESISTENCIA : 117.13 KG/CM2

HORA : 10:30 a.m.

N° DE CLAVO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE EXTRACCIÓN DE NÚCLEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (Días)	ASENT. (Psi)	ANCHO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (kg - f)	ÁREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	FC DISEÑO (kg/cm ²)	% DETERMINADO		TIPO DE ROTURA
BCL - 007	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	9.00	1600	20170	351.00	57.46	117.53	49.06		c
BCL - 008	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	9.00	1600	20190	351.00	57.52	117.53	49.11		d
BCL - 009	BLOQUE DE CONCRETO LIGERO	14/06/2018	15/06/2018	28.00	N.E	9.00	1600	20120	351.00	57.32	117.13	48.94	49.04	e

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33mm/mín.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno.

Muestra y datos adjunte entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO

Figura 87. Certificado de rotura de los bloques de concreto ligero cuya densidad es de 1600 kg/m³ a la edad de 28 días.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS CAMPUS UNIVERSITARIO - DISTRITO DE CACATACHI jarevalva@ucv.edu.pe - Teléfono : 042 - 582200 Anexo : 3164 TARAPOTO - PERÚ								
PROYECTO :	"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2017"							
UBICACIÓN :	DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y REGIÓN SAN MARTÍN							
SOLICITANTE :	EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO							
MUESTRA :	ARENA DE CANTERA - JUAN GUERRA							
FECHA :	28/06/2018							
MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL BLOQUE DE CONCRETO (GUÍA ACI 318.9)								
Densidad de diseño	Edad (días)	Resistencia a la compresión promedio	Modulo de elasticidad					
1600 kg/m ³	7	33.80	10381.99					
	14	53.14	13000.20					
	28	57.44	13547.14					
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL BLOQUE DE CONCRETO (NORMA ASTM C 642)								
Código de cilindro	Densidad en diseño	W _d	W ₁	W ₂	% de absorción		Peso específico	
					Unitario	Promedio	Unitario	Promedio
BCL-010	1600 kg/m ³	11.200	5.105	12.080	7.68	7.75	1605.73	1608.11
BCL-011		11.203	5.106	12.082	7.58		1606.40	
BCL-012		11.188	5.103	12.079	7.67		1605.22	
BCL-013		11.205	5.110	12.090	7.60		1605.30	
BCL-014		11.193	5.098	12.074	7.67		1604.60	
BCL-015		11.197	5.102	12.080	7.69		1604.81	
BCL-016		11.202	5.101	12.083	7.66		1604.41	
BCL-017		11.189	5.073	11.967	7.22		1615.97	
BCL-018		11.199	5.105	12.092	7.67		1602.83	




EST. ING. HÉCTOR MANUEL AMASIFUÉN POLO
DISTRITO 7775
CALLE 1111A

Figura 88. Certificado del análisis del módulo de elasticidad, peso específico y absorción de los bloques de concreto ligero.

Fuente: Laboratorio de mecánica de suelos y pavimentos – UCV



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD
DE TESIS**

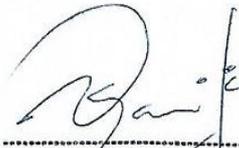
Código : F06-PP-PR-02.02
Versión : 09
Fecha : 23-03-2018
Página : 1 de 1

Yo, Mg. Zadith Nancy Garrido Campaña, docente de la Facultad y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor de la tesis titulada

"DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN – 2018", del estudiante Héctor Manuel Amasifuén Polo, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha: Tarapoto 25 de Octubre de 2018



Zadith N. Garrido Campaña
INGENIERA CIVIL
CIP : 95756

Mg. Zadith Nancy Garrido Campaña
DNI: 43235341

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

INFÓRME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	4%
2	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	2%
4	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.unsa.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	pt.scribd.com Fuente de Internet	1%

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don Héctor Manuel Amasifuén Polo. cuyo título es: "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2018",

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: 17, DIECISIETE.

Tarapoto, 25 de Octubre de 2018



JUAN FREDI SEGUNDO SOTA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 87777

Ing. Mg. Juan Fredi Segundo Sota

PRESIDENTE



Ing. Artemio del Aguila Panduro
C.I.P. N° 69678
INGENIERO CIVIL

Ing. Artemio del Aguila Panduro

SECRETARIO



M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 55689

Ing. M.Sc. Eduardo Pinchi Vásquez

VOCAL



Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	--	---

Yo Héctor Manuel Amasifuén Polo, identificado con DNI N° 70650463, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "DISEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO LIGERO CON LA APLICACIÓN DE PERLAS DE POLIESTIRENO, DISTRITO DE TARAPOTO, SAN MARTÍN - 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FRMA

DNI: 70650463

FECHA: 25 de Octubre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara
Directora de Investigación

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Héctor Manuel Amasifuén Polo

INFORME TITULADO:

“Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno,
Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA: 18 de Julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 17



Dra. Ana Noemí Sandoval Vergara
DIRECTORA DE INVESTIGACIÓN
UCV - TARAPOTO