

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**LADRILLO DE CONCRETO LIGERO UTILIZANDO COMO
AGREGADO GRUESO PIEDRA PÓMEZ PARA MUROS DE
TABIQUERÍA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

Bach. RÍOS MENDIETA, STEFANY CRISTINA

Bach. ROJAS RIVAS, CARLOS BRYAN

ASESORA: Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET

LIMA - PERÚ

2019

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres y familia en general, por el apoyo y enseñanza de luchar por mis sueños y alcanzar mis metas, enfrentando día a día cada obstáculo y que me fortaleció para seguir adelante.

Stefany Cristina Ríos Mendieta

Carlos Bryan Rojas Rivas

AGRADECIMIENTOS

A mi asesora de tesis, Mg. Ing. Liliana Janet Chavarría Reyes, por su constante apoyo y guía, por brindarme su experiencia profesional durante la elaboración de este proyecto de tesis.

Stefany Cristina Ríos Mendieta

Carlos Bryan Rojas Rivas

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Importancia y justificación de la investigación	3
1.5. Limitaciones	4
1.6. Viabilidad	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Marco histórico (antecedentes de la investigación)	6
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema	7
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio	9
2.4 Definición de términos básicos	17
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan a las hipótesis	17
2.6 Hipótesis	17
2.6.1. Hipótesis general	17
2.6.2. Hipótesis específicas	17
2.7 Variables (definición y operacionalización de variables)	18
2.7.1. Variable independiente	18
2.7.2. Variable dependiente	18

2.8	Operacionalización de variables	19
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO		20
3.1	Tipo, método, nivel y diseño de la investigación	20
3.1.1.	Tipo de la investigación	20
3.1.2.	Método de la investigación	20
3.1.3.	Nivel de la investigación	20
3.1.4.	Diseño de la investigación	20
3.2	Población y muestra	20
3.3	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.3.1	Método y técnica	21
3.3.2	Validez del instrumento	21
3.3.3	Fiabilidad y consistencia del instrumento	22
3.4	Descripción de procedimientos de análisis	24
CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		28
4.1	Característica de los agregados	28
4.1.1	Propiedades del agregado fino	28
4.1.2	Propiedades del agregado grueso	41
4.2	Características de la piedra pómez	52
4.3	Diseño de mezcla de concreto	53
4.3.1	Diseño de mezcla de concreto simple	53
4.3.2	Diseño de mezcla de concreto con porcentajes de piedra pómez	58
4.4	Resultados de la investigación	65
4.4.1	Ensayos de concreto fresco	65
4.4.2	Ensayos de concreto endurecido	73
4.5	Diseño de ladrillo	79
4.5.1	Pruebas de unidades de albañilería	79

4.6	Variaciones permisibles en las dimensiones	80
4.7	Acabado y apariencia	80
4.8	Elaboración del ladrillo de concreto	80
4.9	Concreto vibrado	81
4.10	Dosificación de mezclas para la producción de ladrillos	84
4.11	Ensayo de propiedades del ladrillo de concreto ligero	86
4.12	Presentación de resultados	147
4.13	Interpretación de resultados	148
4.14	Contastación de hipótesis	149
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	151
5.1	Discusión de los resultados	151
	CONCLUSIONES	153
	RECOMENDACIONES	155
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
	ANEXOS	159
	ANEXO 1: Tabla matriz de consistencia	160
	ANEXO 2: Operacionalización de variables	161
	ANEXO 3: Certificado de calibración de la máquina de compresión 1-2	162
	ANEXO 4: Certificado de calibración de la máquina de compresión 2-2	163

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1	Requisitos de resistencia y absorción	11
Tabla N°2	Factores de correccion de f _m para esbeltez	16
Tabla N°3	Operacionalización de variables	19
Tabla N°4	Cantidad de poblacion de probetas cilindricas	21
Tabla N°5	Cantidad de poblacion de moldes de ladrillos	21
Tabla N°6	Parámetros granulométricos del agregado fino	28
Tabla N°7	Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°01	29
Tabla N°8	Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°02	30
Tabla N°9	Análisis granulométrico del agregado fino – Muestra N°03	31
Tabla N°10	Promedio de módulo de finura del agregado fino	32
Tabla N°11	Peso unitario del agregado fino – Muestra N° 01	33
Tabla N°12	Peso unitario del agregado fino – Muestra N° 02	34
Tabla N°13	Peso unitario del agregado fino – Muestra N° 03	34
Tabla N°14	Promedio de Peso unitario suelto y compactado del agregado fino	35
Tabla N°15	Peso específico y % de absorción del agregado fino – Muestra N°01	36
Tabla N°16	Peso específico y % de absorción del agregado fino – Muestra N°02	37
Tabla N°17	Peso específico y % de absorción del agregado fino – Muestra N°03	38
Tabla N°18	Promedio de Peso específico y % de absorción del agregado fino	39
Tabla N°19	Contenido de humedad del agregado fino – Muestra N°01	39
Tabla N°20	Contenido de humedad del agregado fino – Muestra N°02	40
Tabla N°21	Contenido de humedad del agregado fino – Muestra N°03	40
Tabla N°22	Promedio de Contenido de humedad del agregado fino	41
Tabla N°23	Análisis granulométrico del agregado grueso – Muestra N°01	42
Tabla N°24	Análisis granulométrico del agregado grueso – Muestra N°02	43
Tabla N°25	Análisis granulométrico del agregado grueso – Muestra N°03	44
Tabla N°26	Promedio de módulo de finura del agregado grueso	45
Tabla N°27	Peso unitario del agregado grueso – Muestra N° 01	46
Tabla N°28	Peso unitario del agregado grueso – Muestra N° 02	46
Tabla N°29	Peso unitario del agregado grueso – Muestra N° 03	46
Tabla N°30	Promedio de Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso	47
Tabla N°31	Peso específico y % de absorción del agregado grueso – Muestra N°01	48
Tabla N°32	Peso específico y % de absorción del agregado grueso – Muestra N°02	48

Tabla N°33	Peso específico y % de absorción del agregado grueso – Muestra N°03	49
Tabla N°34	Promedio de Peso específico y % de absorción del agregado grueso	49
Tabla N°35	Contenido de humedad del agregado grueso – Muestra N°01	50
Tabla N°36	Contenido de humedad del agregado grueso – Muestra N°02	50
Tabla N°37	Contenido de humedad del agregado grueso – Muestra N°03	51
Tabla N°38	Promedio de contenido de humedad del agregado grueso	51
Tabla N°39	Características del cemento	54
Tabla N°40	Características del agregado	54
Tabla N°41	Características del agua	54
Tabla N°42	Diseño patrón 1ra prueba mezcla de concreto con 0.62 relación a/c	56
Tabla N°43	Diseño patrón Final:mezcla de concreto ligero con 0.62 relación a/c	57
Tabla N°44	Diseño DP05:mezcla de concreto con 0.62 relación a/c y 0.05% P.P	58
Tabla N°45	Diseño DP10:mezcla de concreto con 0.62 relación a/c y 0.10% P.P	59
Tabla N°46	Diseño DP15:mezcla de concreto con 0.62 relación a/c y 0.15% P.P	60
Tabla N°47	Diseño DP02:mezcla de concreto ligero con 0.54 relación a/c	61
Tabla N°48	Diseño DP02-05:mezcla de concreto con 0.54 de a/c y 0.05% P.P	62
Tabla N°49	Diseño DP02-10:mezcla de concreto con 0.54 de a/c y 0.10% P.P	63
Tabla N°50	Diseño DP02-15:mezcla de concreto con 0.54 de a/c y 0.15% P.P	64
Tabla N°51	Tendencia de asentamiento del concreto ligero al 0.62 de relacion a/c	67
Tabla N°52	Tendencia de asentamiento del concreto ligero al 0.54 de relacion a/c	67
Tabla N°53	Peso unitario del diseño patrón DP0-01	69
Tabla N°54	Peso unitario del diseño DP 05	69
Tabla N°55	Peso unitario del diseño DP 10	70
Tabla N°56	Peso unitario del diseño DP 15	70
Tabla N°57	Proyeccion de peso unitario del concreto con relación de a/c de 0.62	71
Tabla N°58	Peso unitario del disño DP02 - 05	71
Tabla N°59	Peso unitario del diseño DP02-10	72
Tabla N°60	Peso unitario del diseño DP02-15	72
Tabla N°61	Proyeccion de peso unitario del concreto con relación de a/c de 0.54	73
Tabla N°62	Resultado de ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades para una relacion de a/c de 0.62	75
Tabla N°63	Gráfica de tendencia del resultado de ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades para una relacion de a/c de 0.62	76

Tabla N°64	Resultado de ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades para una relacion de a/c de 0.5	77
Tabla N°65	Gráfica de tendencia del resultado de ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades para una relacion de a/c de 0.54	78
Tabla N°66	Dosificación de materiales para elaboración de ladrillo de concreto	85
Tabla N°67	Cantidad de ladrillos requeridos para ensayos de propiedades de ladrillo	85
Tabla N°68	Analisis de dimensionamiento de ladrillo con diseño patrón DP0-01	90
Tabla N°69	Análisis de dimensionamiento de ladrillo con diseño DP 05	91
Tabla N°70	Análisis de dimensionamiento de ladrillo con diseño DP 10	92
Tabla N°71	Análisis de dimensionamiento de ladrillo con diseño DP 15	93
Tabla N°72	Ensayo de alabeo de ladrillo con diseño patrón DP0-01	94
Tabla N°73	Ensayo de alabeo de ladrillo con diseño DP 05	94
Tabla N°74	Ensayo de alabeo de ladrillo con diseño DP 10	94
Tabla N°75	Ensayo de alabeo de ladrillo con diseño DP 15	95
Tabla N°76	Ensayo de absorción de ladrillo con diseño patrón DP0-01	95
Tabla N°77	Ensayo de absorción de ladrillo con diseño DP 05	95
Tabla N°78	Ensayo de absorción de ladrillo con diseño DP 10	96
Tabla N°79	Ensayo de absorción de ladrillo con diseño DP 15	96
Tabla N°80	Ensayo de compresión por unidad de ladrillo con diseño DP0-01	97
Tabla N°81	Ensayo de compresión por unidad de ladrillo con diseño DP 05	97
Tabla N°82	Ensayo de compresión por unidad de ladrillo con diseño DP 10	98
Tabla N°83	Ensayo de compresión por unidad de ladrillo con diseño DP 15	98
Tabla N°84	Ensayo de compresión por pila de ladrillo con diseño DP0-01	99
Tabla N°85	Ensayo de compresión por pila de ladrillo con diseño DP 05	99
Tabla N°86	Ensayo de compresión por pila de ladrillo con diseño DP 10	99
Tabla N°87	Ensayo de compresión por pila de ladrillo con diseño DP 15	100
Tabla N°88	Toma de datos para analisis de dimensionamiento con diseño patrón	100
Tabla N°89	Toma de datos para analisis de dimensionamiento con diseño 5% p.p	101
Tabla N°90	Toma de datos para analisis de dimensionamiento con diseño 10% p.p	101
Tabla N°91	Toma de datos para analisis de dimensionamiento con diseño 15% p.p	103
Tabla N°92	Toma de datos para ensayo de alabeo con diseño patrón	104
Tabla N°93	Toma de datos para ensayo de alabeo con diseño 5% de p.p	104
Tabla N°94	Toma de datos para ensayo de alabeo con diseño 10% de p.p	104
Tabla N°95	Toma de datos para ensayo de alabeo con diseño 15% de p.p	105

Tabla N°96	Toma de datos para ensayo de absorcion con diseño patrón	105
Tabla N°97	Toma de datos para ensayo de absorcion con diseño al 5% de p.p	105
Tabla N°98	Toma de datos para ensayo de absorcion con diseño al 10% de p.p	106
Tabla N°99	Toma de datos para ensayo de absorcion con diseño al 15% de p.p	106
Tabla N°100	Toma de datos para ensayo de compresión x unidad con diseño patrón	106
Tabla N°101	Toma de datos para ensayo de compresión con diseño al 5% de p.p	107
Tabla N°102	Toma de datos para ensayo de compresión con diseño al 10% de p.p	107
Tabla N°103	Toma de datos para ensayo de compresión con diseño al 15% de p.p	108
Tabla N°104	Toma de datos para ensayo de compresion x pila con diseño patrón	108
Tabla N°105	Toma de datos de ensayo de compresion x pila con diseño 5% de p.p	109
Tabla N°106	Toma de datos de ensayo de compresion x pila con diseño 10% de p.p	109
Tabla N°107	Toma de datos de ensayo de compresion x pila con diseño 15% de p.p	109
Tabla N°108	Ensayo de compresión por unidad de ladrillo con diseño DP 10	115
Tabla N°109	Resumen de análisis de alabeo para la relación a/c de 0.62	119
Tabla N°110	Resumen de análisis de densidades para la relación a/c de 0.62	121
Tabla N°111	Resumen de análisis de resistencia a la compresión con relación a/c 0.62	123
Tabla N°112	Resumen de análisis de resistencia a la compresión por pilas con a/c 0.62	125
Tabla N°113	Resumen de ensayo de análisis dimensional con relación de a/c de 0.54	127
Tabla N°114	Resumen de ensayo de análisis de alabeo con relación de a/c de 0.54	132
Tabla N°115	Resumen de ensayo de análisis de absorción con relación de a/c de 0.54	135
Tabla N°116	Resumen de análisis de densidades con relación de a/c de 0.54	137
Tabla N°117	Resumen de resistencia a la compresión por unidad con a/c de 0.54	140
Tabla N°118	Resumen de resistencia a la compresión por pilas con a/c de 0.54	141
Tabla N°119	Resumen de resistencia a la compresión por unidad con a/c 0.62	143
Tabla N°120	Resumen de resistencia a la compresión por unidad con a/c 0.54	143
Tabla N°121	Resumen de resistencia a la compresión de mezcla con a/c 0.62	144
Tabla N°122	Resumen de resistencia a la compresión de mezcla con a/c 0.54	144
Tabla N°123	Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo de concreto con a/c 0.54	145
Tabla N°124	Resistencia a la compresión de pilas de ladrillo de concreto con a/c 0.62	145
Tabla N°125	Resumen de análisis de densidades con relación de a/c de 0.54	145
Tabla N°126	Resumen de análisis de densidades con relación de a/c de 0.62	146
Tabla N°127	Resumen de análisis de absorción con relación de a/c de 0.62	146
Tabla N°128	Resumen de análisis de absorción con relación de a/c de 0.54	146
Tabla N°129	Presentación de resultados	147

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales	10
Figura 2. Mapa conceptual de la tesis	18
Figura 3. Tamizador eléctrico ASTM	22
Figura 4. Balanza	22
Figura 5. Balanza hidrostática	22
Figura 6. Mezcladora de concreto	23
Figura 7. Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital	23
Figura 8. Medidor de contenido de aire de concreto fresco	23
Figura 9. Máquina de Flexión	24
Figura 10. Molde metálico para probetas de muestras de concreto	24
Figura 11. Gráfica de distribución normal	25
Figura 12. Ensayo químico de sulfatos	52
Figura 13. Ensayo químico de PH	53
Figura 14. Conductividad eléctrica	53
Figura 15. Selección de piedra pómez	55
Figura 16. Tamizado de agregado fino	55
Figura 17. Lavado de agregados para ensayo de peso específico y absorción	55
Figura 18. Muestreo de probetas de concreto ligero	65
Figura 19. Asentamiento del concreto mediante ensayo de cono de abrams	66
Figura 20. Ensayo de resistencia a la compresión de muestras de probetas	74
Figura 21. Preparación de ladrillo para ensayo de compresión	74
Figura 22. Ensayo de asentamiento por método de abrams	74
Figura 23. Vibración de muestras en mesa vibratoria	82
Figura 24. Molde metálico para producción de ladrillos	84
Figura 25. Taco de madera para ensayo de alabeo	87
Figura 26. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño patrón y a/c 0.62	111
Figura 27. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño patrón y a/c 0.62	111
Figura 28. Intervalo de confianza de alto del ladrillo con diseño patrón y a/c 0.62	111
Figura 29. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño 5% p.p y a/c 0.62	112
Figura 30. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño 5% p.p y a/c 0.62	112
Figura 31. Intervalo de confianza de alto del ladrillo con diseño 5% p.p y a/c 0.62	112

Figura 32. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño 10% p.p y a/c 0.62	113
Figura 33. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño 10% p.p y a/c 0.62	113
Figura 34. Intervalo de confianza de alto del ladrillo con diseño 10% p.p y a/c 0.62	113
Figura 35. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño 15% p.p y a/c 0.62	114
Figura 36. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño 15% p.p y a/c 0.62	114
Figura 37. Intervalo de confianza de alto del ladrillo con diseño 15% p.p y a/c 0.62	114
Figura 38. Análisis de mediana para concavidad con diseño patrón y a/c 0.62	116
Figura 39. Análisis de mediana para convexidad con diseño patrón y a/c 0.62	116
Figura 40. Análisis de mediana para concavidad con diseño al 5% p.p y a/c 0.62	116
Figura 41. Análisis de mediana para convexidad con diseño al 5% p.p y a/c 0.62	117
Figura 42. Análisis de mediana para concavidad con diseño al 10% p.p y a/c 0.62	117
Figura 43. Análisis de mediana para convexidad con diseño al 10% p.p y a/c 0.62	117
Figura 44. Análisis de mediana para concavidad con diseño al 15% p.p y a/c 0.62	118
Figura 45. Análisis de mediana para convexidad con diseño al 15% p.p y a/c 0.62	118
Figura 46. Análisis de absorción con prueba de t student, diseño patrón y a/c 0.62	118
Figura 47. Análisis de absorción con prueba de t student, diseño 5% p.p y a/c 0.62	119
Figura 48. Análisis de absorción con prueba de t student, diseño 10% p.p y a/c 0.62	120
Figura 49. Análisis de absorción con prueba de t student, diseño 15% p.p y a/c 0.62	120
Figura 50. Gráfico de densidades del ladrillo de concreto con a/c 0.62	120
Figura 52. Gráfico de resultados del software minitab para análisis dimensional	121
Figura 52. Gráfico de resultados de software minitab para densidades	121
Figura 53. Gráfico de densidades de ladrillo (anova)	123
Figura 54. Gráfico de densidades de ladrillo (anova – comparación)	123
Figura 55. Gráfico de resistencia a la compresión con relación a/c de 0.62	125
Figura 56. Diagrama de resistencia a la compresión por pilas pata relacion a/c 0.62	126
Figura 57. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño patrón y a/c 0.54	128
Figura 58. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño patrón y a/c 0.54	128
Figura 59. Intervalo de confianza de alto del ladrillo con diseño patrón y a/c 0.54	128
Figura 60. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño 5% p.p y a/c 0.54	129
Figura 61. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño 5% p.p y a/c 0.54	129
Figura 62. Intervalo de confianza de alto del ladrillo con diseño 5% p.p y a/c 0.54	129
Figura 63. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño 10% p.p y a/c 0.54	130
Figura 64. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño 10% p.p y a/c 0.54	130
Figura 65. Intervalo de confianza de alto del ladrillo con diseño 10% p.p y a/c 0.54	130

Figura 66. Intervalo de confianza de largo del ladrillo con diseño 15% p.p y a/c 0.54	131
Figura 67. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño 15% p.p y a/c 0.54	131
Figura 68. Intervalo de confianza de ancho del ladrillo con diseño 15% p.p y a/c 0.54	131
Figura 69. Análisis de mediana para concavidad con diseño patrón y a/c 0.54	133
Figura 70. Análisis de mediana para convexidad con diseño patrón y a/c 0.54	133
Figura 71. Análisis de mediana para concavidad con diseño al 5% y a/c 0.54	133
Figura 72. Análisis de mediana para convexidad con diseño al 5% y a/c 0.54	134
Figura 73. Análisis de mediana para concavidad con diseño al 10% y a/c 0.54	134
Figura 74. Análisis de mediana para convexidad con diseño al 10% y a/c 0.54	134
Figura 75. Análisis de mediana para concavidad con diseño al 15% y a/c 0.54	135
Figura 76. Análisis de mediana para convexidad con diseño al 15% y a/c 0.54	135
Figura 77. Análisis de absorción con diseño patrón y relación a/c 0.54	136
Figura 78. Análisis de absorción con diseño al 5% y relación a/c 0.54	136
Figura 79. Análisis de absorción con diseño al 10% y relación a/c 0.54	136
Figura 80. Análisis de absorción con diseño al 15% y relación a/c 0.54	137
Figura 81. Gráfico de densidades de ladrillo con relación a/c de 0.54	138
Figura 82. Gráfico de resultados en software con relación a/c de 0.54	138
Figura 83. Gráfico de densidades del ladrillo de concreto con relación a/c de 0.54	139
Figura 84. Gráfico de densidades en software con relacion a/c de 0.54	139
Figura 85. Gráfico de resistencia a la compresión por unidad de ladrillo con a/c 0.54	140
Figura 86. Gráfico de resistencia a compresión por unidad de ladrillo con a/c 0.54	141

RESUMEN

En la presente investigación se tuvo como objetivo el diseño de ladrillos de concreto ligero utilizando como agregado grueso piedra pómez, se propone el reemplazo del agregado grueso en porcentajes de 5%, 10% y 15% de piedra pómez optimizando el porcentaje de aplicación de este material en el diseño del concreto ligero de acuerdo a la resistencia obtenida la cual será aplicada en el ladrillo de concreto ligero.

En la presente investigación se aplicó un método de investigación cuantitativa, con un tipo de investigación básico y un nivel de investigación explicativo y descriptivo, ya que se presentó cálculos, cuadros estadísticos y gráficos, así como la presentación de propiedades y características del concreto ligero y del ladrillo.

El concreto ligero es una alternativa innovadora por su baja densidad y esto siendo aplicado en elementos como muros de tabiquería aporta la misma propiedad en el elemento dando por consiguiente un menor peso en la estructura esto favoreciendo a las edificaciones mejorando así su diseño.

Luego de realizar los ensayos y procesar los datos obtenidos, los resultados indicaron que estos ladrillos de concreto ligero cumplieron con las propiedades físico y mecánicas establecidas en la Norma Técnica E.070 de Albañilería.

Asimismo, se interpretó los resultados estadísticos de los ensayos realizados para el diseño de concreto ligero y la determinación de las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto reemplazando el agregado grueso por porcentajes de 5%, 10% y 15% de piedra pómez.

Palabras clave: concreto ligero, piedra pómez, ladrillo de concreto ligero, densidad y resistencia

ABSTRACT

The objective of this research was to design a lightweight concrete brick using coarse pumice aggregate, replacing the coarse aggregate in percentages of 5%, 10% and 15% pumice optimizing the application percentage of This material in the design of lightweight concrete according to the strength obtained which will be applied in the lightweight concrete brick.

In the present investigation, a quantitative research method was applied, with a type of basic research and an explanatory and descriptive level of research, since calculations, statistical tables and graphs were presented, as well as the presentation of properties and characteristics of concrete Light and brick.

Lightweight concrete is a good and innovative alternative because of its low density and this being applied to elements such as partition walls, it provides the same property in the element, giving therefore a lower weight in the structure, favoring buildings, thus improving their design.

After carrying out the tests and processing the data obtained, the results indicated that these lightweight concrete bricks met the physical and mechanical properties established in Technical Standard E.070 of Masonry.

After carrying out the tests and processing the data obtained, the results indicated that these lightweight concrete bricks complied with the physical and mechanical properties established in Technical Standard E.070 of Masonry.

Likewise, the statistical results of the tests carried out for the design of light concrete and the determination of the physical and mechanical properties of the concrete brick were interpreted, replacing the coarse aggregate with percentages of 5%, 10% and 15% of pumice stone.

Keywords: lightweight concrete, pumice stone, lightweight concrete brick, density and strength

INTRODUCCIÓN

El proyecto de tesis “Ladrillo de concreto ligero utilizando como agregado grueso piedra pómez para muros de tabiquería en viviendas multifamiliares” consiste en diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando como porcentaje de agregado grueso piedra pómez para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto ligero. Asimismo de la elaboración de un ladrillo de concreto ligero que cumpla con las propiedades físico mecánicas establecidas en la norma técnica E.070 de albañilería.

La presente tesis se divide en las siguientes partes:

En el capítulo I, describimos la problemática del tema de investigación, consultando temas similares para la formulación del problema y justificación. Por ello tenemos como objetivo general realizar el diseño de ladrillos de concreto ligero con porcentajes de piedra pómez en reemplazo del agregado grueso.

En el capítulo II, se explica el marco teórico en dónde se profundiza con la ayuda de antecedentes investigativos, definiciones con las cuales podemos dar a conocer con mayor alcance los conceptos relacionados al tema de investigación que planteamos. Apoyándonos en diversas fuentes para poder tener un mayor respaldo de nuestra investigación. Además, formulamos la hipótesis general con la hipótesis específica.

En el capítulo III, se realizó el diseño metodológico, donde definimos el método, tipo, nivel y diseño empleado en la investigación, así como la población y muestra, las técnicas de recolección y procesamiento del análisis de datos, identificamos las variables dependiente e independiente de la investigación.

En el capítulo IV, se presentó el análisis e interpretación de los resultados el cual explica las propiedades de agregado fino y agregado grueso obtenidas por medio de ensayos basados en las normas técnicas y el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto ligero con reemplazo del agregado grueso en porcentajes de 5%, 10% y 15% de piedra pómez. Así mismo se muestran los resultados en tablas y gráficos de los ensayos de concreto fresco y endurecido respectivamente. Finalmente presentamos la contrastación de hipótesis, realizando la aceptación estadística de las hipótesis planteadas en la tesis.

En el capítulo V, se realizó la discusión con otras investigaciones relacionadas al tema, las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

En la actualidad, el ladrillo tradicional está siendo reemplazado por ladrillos a base de concreto que cuentan con mejores propiedades, como mayor resistencia, menor densidad, mayor durabilidad, etc. Frente a este problema se han realizado investigaciones de nuevos e innovadores materiales que mejoren sus propiedades físicas y mecánicas, utilizando nuevos materiales que son más rentables y beneficiosos para su producción, y que protejan al medio ambiente generando un desarrollo sostenible, de esta manera se busca diseñar un ladrillo que compita con ladrillos que existen en el mercado teniendo los mismos y mejores beneficios que los tradicionales.

El ladrillo de concreto ligero con una dosificación adecuada de sus componentes puede servir como una excelente alternativa para la elaboración de un ladrillo que cumpla con las propiedades físicas y mecánicas a comparación de un ladrillo convencional brindándole otros aportes y generándole un mejoramiento en sus propiedades en cuanto a su competencia con otros productos en el mercado constructor que brindan los mismos objetivos.

Hoy en día el crecimiento de la tasa poblacional se ha incrementado y por ello han aumentado considerablemente la construcción de edificios de niveles superiores, para ello se requiere un diseño estructural acorde a las dimensiones de la edificación para ello es prescindible calcular la carga viva y carga muerta de la edificación.

Al tener una menor carga muerta se favorece en el diseño de las dimensiones de los elementos estructurales.

Los muros de ladrillos no aporricados generan carga muerta en la edificación que de ser reducida reflejándose en el peso total, por ello se busca tener alternativas de reducción de peso de las tabiquerías desde los ladrillos hasta los materiales de uso convencional como los ladrillos de arcilla y los bloques de concreto.

La presente investigación tiene el objetivo de realizar el diseño de concreto ligero utilizando como porcentaje de agregado grueso la piedra pómez para optimizar las propiedades físicas mecánicas del ladrillo de concreto.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿En qué medida al diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando porcentajes de agregado grueso piedra pómez se mejoran las propiedades físicas y mecánicas?

1.2.2. Problema específicos

- a) ¿En qué medida el porcentaje de piedra pómez reduce la densidad del ladrillo de concreto ligero?
- b) ¿En qué medida la relación a/c incrementa la resistencia del ladrillo de concreto ligero?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general:

Diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando porcentajes de agregado grueso piedra pómez para mejorar las propiedades físicas y mecánicas.

1.3.2. Objetivo específicos:

- a) Establecer el porcentaje de piedra pómez para reducir la densidad del ladrillo de concreto ligero.
- b) Establecer la relación a/c para incrementar la resistencia del ladrillo de concreto ligero.

1.4. Importancia y justificación del estudio

- Importancia de la investigación

En la presente investigación la innovación es la utilización de materiales nuevos como la piedra pómez en reemplazo de los agregados comunes, con la finalidad de obtener un menor peso en los muros de tabiquería, para evitar una menor carga por piso en las edificaciones y así reducir el peso de la estructura en general.

El ladrillo de concreto ligero es una buena e innovadora alternativa por su baja densidad y al aplicarlo en elementos como muros de tabiquería aporta la misma propiedad en el muro dando por consiguiente un menor peso en la estructura.

- Justificación de la investigación

El ladrillo de concreto ligero se elabora en diversos lugares del mundo, la demanda del hormigón ligero es por sus propiedades como su baja densidad, trabajabilidad, resistencia al fuego, resistente a la acción del hielo y deshielo, aislamiento acústico y térmico.

En el ámbito económico este tipo de concreto es accesible debido a su bajo costo en la fabricación, sin embargo en el concreto ligero utilizando piedra pómez varía su costo de acuerdo al porcentaje de piedra pómez a utilizar en el diseño ya que la piedra pómez es un material de alto costo y de zonas particulares por ser un material volcánico ubicados en zonas volcánicas del país como en la ciudad de Arequipa o en las salinas de Huacho.

En el ámbito académico la investigación realizada servirá de referencia para futuras investigaciones, considerando las dosificaciones adecuadas, los datos de resistencia a la compresión y otros ensayos realizados para el diseño de un ladrillo de concreto ligero.

1.5. Limitaciones

En nuestra investigación sobre el diseño de ladrillo de concreto ligero utilizando porcentajes de piedra pómez en su diseño, no hay presencia de limitaciones considerables que puedan retrasar nuestro avance, ya que tomamos como referencia tesis pasadas relacionadas a los temas tanto nacionales como internacionales.

Contamos con los equipos del laboratorio de ensayos de la Universidad Ricardo Palma, necesarios para la realización de los ensayos de las propiedades del ladrillo de concreto ligero, asimismo se trasladó el agregado de piedra pómez de la ciudad de Huacho.

Limitaciones de diseño:

- a) El diseño de mezcla es 1:5:2 en volumen (cemento: arena gruesa: confitillo)
- b) El cemento Hidráulico es de tipo HS, de la marca “ANDINO ULTRA”.
- c) El uso del agua es potable.
- d) El material de sustitución es piedra pómez.
- e) La sustitución del agregado de piedra pómez por el agregado grueso es en porcentajes de 5%, 10% y 15% en volumen.
- f) La relación agua – cemento es de 0.62 y 0.54 en volumen
- g) El tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/8”.

- h) Los agregados se encuentran en estado seco.
- i) Mezcladora para el proceso de fabricación.
- j) Moldes metálicos de 2 unidades con dimensiones de 24cm de longitud x 9.5cm. de altura x 12cm. de ancho para el diseño de ladrillo de concreto ligero.

1.6. Viabilidad

Entre los materiales a utilizar, se comprara piedra pómez de la ciudad de Huacho ya que este material se extrae de huacho así como de Arequipa por ser zonas de extracción y volcánicas, para ello se trasladara el material desde su zona de extracción hasta el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Ricardo Palma.

Se realizará los ensayos correspondientes en el laboratorio de ensayos de materiales de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Ricardo Palma con la cual contaremos con los equipos e instrumentos a disponibilidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Marco histórico

Contreras, A. (2016) en su tesis investiga un hormigón celular, un hormigón liviano por tener poca densidad, para materiales de construcción en elementos no estructurales, a través de ensayos de laboratorios y estadísticos se midió la confiabilidad de los experimentos. Los materiales usados fueron espumantes para varias relaciones a/c. el causante de la baja densidad en el concreto liviano es el aditivo espumante que genera burbujas microscópicas en el hormigón disminuyendo su densidad.

Rivas, Q. (2010) en su tesis tiene el objetivo de estudiar la influencia de perlas aislapol en distintos porcentajes, las propiedades que se analizaron fue ductilidad densidad y resistencia a la compresión. Se analizó el comportamiento mecánico de un hormigón liviano remplazando el agregado grueso por perlas de poliestileno expandido en diferentes porcentajes. Donde se llegó a la conclusión que a medida que aumenta el porcentaje del volumen de perlas aislapol la resistencia disminuye.

Lazo, J. (2017) en su tesis tiene como objetivo diseñar concretos celulares de diferentes densidades, concretos celulares con aditivos plastificantes y espumantes, luego se elaboró 3 diseños. A base de cemento y área, B cemento, arena, arena pómez y C área y piedra uso 89. Donde se realizaron los ensayos consistencia, densidad, equilibrio, contracción, adsorción, permeabilidad y ultrasonido.

Vera, J. (2018) en su tesis tiene como objetivo diseñar un concreto liviano con poliestileno expandido. Aplicado en losas. Se realizó el diseño de mezcla de concreto liviano con poliestileno expandido para determinar sus características como resistencia y asentamiento.

Ramirez, L. (2018) En su tesis tiene como objetivo de esta investigación de determinar las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos (suelo - cemento) con adición de aserrín de madera, para emplearlos en los muros no portantes de tabiquería, como una alternativa a remplazar a los materiales ya existentes.

Echevarrua, E. (2017) en su tesis tiene como objetivo principal determinar las propiedades físico mecánicas del ladrillo con plástico PET según la norma E070 elaborando una unidad de albañilería tipo IV, la mezcla de ladrillos de concreto vibrado con hojuelas de plástico reciclado obtuvieron 4 tipos de diferentes porcentajes de plástico.

Cabrera, K. (2018) en su tesis estudia las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo king kong del centro poblado Los últimos terremotos suscitados en sur américa ha demostrado cuán importante son en las edificaciones de albañilería: El ladrillo, la estructuración y el proceso constructivo, especialmente las confinadas.

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

Martinez, A. y Jimenez, M. (2014) en su investigación se diseña y fabrica un ladrillo a base de cemento y escamas de PET (tereftalato de polietileno) para este fin se estudiaron varias composiciones con diferentes pruebas de resistencia y compresión usando una maquina a tracción. Como resultado se dio un producto resistente con los comerciales según la norma NTC 673 (norma colombiana) en comparación con ladrillos comerciales. También se hizo un análisis de costos comparativos brindando un excelente costo beneficio.

Cultrone, S. (2009) en su investigación manifiesta que las cenizas volantes son un subproducto del carbón. La combustión, se usa frecuentemente en la producción de concreto como un producto económico, mejora la resistencia del hormigón, y sus pequeñas partículas hacen. La mezcla más fácil de amasar De hecho, existe una extensa bibliografía sobre el uso de cenizas volantes. Como componente del concreto y los cambios que su adición Induce en términos tanto mecánicos como térmicos. En la fabricación de ladrillos industria, también se ha investigado cómo reutilizar Diferentes productos de desecho para fabricar mejor calidad. Ladrillos. Sin embargo, aunque las cenizas volantes se usan comúnmente en los cementos, rara vez se ha aplicado a ladrillos.

Cañas, L., Ríos, R. y Quintero, O. (2014) en su investigación estudio la

acumulación de residuos sólidos agroindustriales no administrados especialmente en los países en vías de desarrollo ha dado lugar a una creciente preocupación ambiental. El reciclaje de tales residuos como un material de construcción sostenible parece ser una solución viable no sólo al problema de la contaminación, sino también una opción económica para diseñar edificios verdes. El presente trabajo estudia la aplicación de varios residuos agroindustriales en la fabricación de ladrillos, que incluyen cáscara de cacao, aserrín, cáscara de arroz y caña de azúcar. En primer lugar, se determinó la composición mineralógica y química de los residuos y del suelo arcilloso. A continuación, los ladrillos se fabricaron con diferentes cantidades de residuos (5%, 10% y 20%). El efecto de la adición de estos residuos en el comportamiento tecnológico del ladrillo se evaluó mediante ensayos de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y durabilidad. Con base en los resultados obtenidos, las cantidades óptimas de residuos agroindustriales para obtener ladrillos fueron mezclando 10% de cáscara de cacao y 90% de suelo arcilloso. Estos porcentajes producen ladrillos cuyas propiedades mecánicas eran adecuadas para su uso como materias primas secundarias en la producción de ladrillos. Esta investigación investiga la aplicación de residuos agroindustriales en la fabricación de ladrillos con diferentes cantidades de residuos.

Safiuddin, S. e Islam, H., (2010) en su investigación manifiesta que los materiales de construcción tradicionales como el hormigón, ladrillos, bloques huecos, bloques sólidos, bloques de pavimento se están produciendo baldosas a partir de la natural existente. Recursos esto está dañando el medio ambiente debido a Exploración continua y agotamiento de los recursos naturales. Recursos Además, diversas sustancias tóxicas como la Alta concentración de monóxido de carbono, óxidos de azufre. Los óxidos de nitrógeno, y las partículas suspendidas son emitidos invariablemente a la atmósfera durante el Proceso de fabricación de materiales de construcción. La emisión de materias tóxicas contamina el aire, el agua, el suelo, Flora, fauna y vida acuática, influyendo así en los seres humanos. Los decisores políticos,

económicos, los sectores sociales ahora están ofreciendo seriamente más atención a las cuestiones medioambientales. La utilización de residuos sólidos en materiales de construcción es uno de tales esfuerzos innovadores. El costo de los materiales de construcción aumenta día a día debido a la alta demanda, escasez de materias primas, Y alto precio de la energía. Desde el punto de vista de la energía. Ahorro y conservación de los recursos naturales, el uso de componentes alternativos en materiales de construcción es ahora una preocupación global. Para ello, la extensa investigación y El desarrollo trabajan para explorar nuevos ingredientes. Son necesarios para producir productos sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Materiales de construcción. El estudio presente investiga el uso potencial de varios residuos sólidos en la producción de materiales de construcción.

2.3 Estructura teórica y científica

Unidades de albañilería:

MVCS (2006) en su norma se denomina al ladrillo como aquella unidad cuya dimensión y peso permite que sea manipulada con una sola mano. Se denomina bloque a aquella unidad que por su dimensión y peso requiere de las dos manos para su manipuleo. Se aplica en ladrillos de concreto, solido o con perforaciones, utilizados como unidades de albañilería estructural, o no estructural, es decir, que deben o no de soportar cargas, conformar albañilería confinada, muros de cierre y tabiques.(p.13)

Clasificación de unidades de albañilería:

a. De acuerdo a su forma:

- Ladrillo sólido

MVCS (2006) en su norma se denomina como unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano. (p.10)

- Ladrillo hueco

MVCS (2006) en su norma se denomina como unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de

asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano. (p.10)

Resistencia a la compresión:

INACAL (2015) clasifica los ladrillos según estos cuatro tipos. (p.4)

- Tipo 24: Para su uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento, para su uso en alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.
- Tipo 17: Para su uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.
- Tipo 14: Para su uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.
- Tipo 10: Para su uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

Requisitos de resistencia y absorción:

La norma E-070 nos brinda los siguientes parámetros para las unidades de ladrillos, la cual se presenta en la figura 1.

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'_b mínimo en MPa (kg/cm ²) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
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 ⁽¹⁾	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP ⁽²⁾	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes

(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

Figura 1: Clasificación de unidades de albañilería para fines estructurales

Fuente: Norma Técnica de Albañilería E – 070

La norma (NTP 399.601-2006) nos brinda los siguientes parámetros para las unidades de ladrillos.

Los requisitos de resistencia y absorción se presentan la siguiente tabla N°1.

Tabla N°1: Requisitos de resistencia y absorción.

Resist. a la compresión, min, MPa, respecto al área bruta promedio			Absorción del agua, max., % (Promedio de 3 unidades)
Tipo	Promedio de 3 unidades	Unidad Individual	
24	24	21	8
17	17	14	10
14	14	10	12
10	10	8	12

Fuente: Elaboración propia.

Variaciones permisibles en las dimensiones:

Los lados ancho, alto y largo, no deben ser diferente por más o menos de 3.2mm en las dimensiones estándares del fabricante.

A menos que sea especificado de otro modo, el ladrillo debe ser macizo o hueco. Ninguna parte de algún agujero debe estar a menos de 19.1 mm de algún borde del ladrillo.

Acabado y apariencia:

- a. Todos los ladrillos deben estar en buenas condiciones y libres de grietas.
- b. Si el ladrillo va ser usado en muros expuestos, el ladrillo no debe tener astillamientos o grietas.
- c. Está permitido que el 5% del envío tenga astillamientos no mayores de 12.7mm en cualquier lado, o grietas no más grandes de 0.5 mm. Y no más largas que el 25% de la altura nominal del ladrillo.

Elaboración de ladrillo de concreto:

a. Dosificación

La mezcla fue de arena, confitillo cemento y agua en volumen, resultando más conveniente el uso de mayor cantidad de arena para darle a los bloques una mejor textura. La dosificación de la mezcla se realizó en baldes de 20 Litros.

b. Mezclado

Con la ayuda de una mezcladora del tipo trompo procedemos a mezclar sin antes verificar el buen estado del trompo verificando que no tenga residuos dentro. En el siguiente orden agua, piedra, arena y cemento.

c. Moldeado

Una vez obtenida la mezcla y con la ayuda de la mesa vibratoria vaciamos dentro del molde metálico, con la ayuda de una varilla se acomoda la mezcla. Luego procedemos al vibrado hasta que la película de agua aparezca en la superficie para luego desmoldarla.

Para la elaboración de los ladrillos fabricamos un molde metálico para evitar la presencia de muchas anomalías e irregularidades en sus lados. Para nuestro caso el ladrillo de concreto propuesto cumplirá con las dimensiones estipuladas en la Norma Técnica Peruana 399.601.

En este caso los ladrillos de concreto será de las siguientes dimensiones 12cm x 24cm x 9cm estas dimensiones están dentro de los límites de la norma.

d. Fraguado

El tiempo de fraguado debe ser entre 4 a 8 horas, pero también es factible que se deje los ladrillos de un día para otro. No es recomendable dejar los ladrillos expuestos al sol ya que ocasiona una perdida rápida de agua ocasionando un secado rápido por consiguiente se producirán fisuras en el ladrillo.

Habiendo ocurrido el tiempo de fraguado se procederá a colocar en rumas para el curado.

e. Curado

Para el curado tenemos que mantener el espécimen con presencia de agua para obtener una buena calidad y resistencia de la mezcla.

f. Secado

La zona donde se almacene los bloques, no debe estar humedecidos con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

Propiedades físico y mecánicas del ladrillo:

a. Variación dimensional

- Definición:

Es la toma de medidas de todos los lados de un ladrillo con una regla milimetrada, como siguiente se halla un promedio de todas las medidas.

- Procedimiento:

Se toma cuatro veces la medida de largo, alto y ancho de un ladrillo con una regla de metal milimetrada, para luego obtener una medida promedio

- Materiales:

Regla milimetrada (Metal).

Ladrillo de concreto.

- Cálculos:

Luego de obtener los resultados promedios de cada lado. La diferencia entre la medida de fábrica y el promedio se expresa en porcentajes según cada lado que fue medido.

Mediante la siguiente formula obtenemos la variación dimensional en porcentaje.

$$\text{Variación dimensional \%} = \frac{\text{ME} - \text{MP}}{\text{ME}} \times 100$$

Variación dimensional %= Variación dimensional en porcentaje.

ME= Medida por el fabricante en mm.

MP= Medida Promedio

- Resistencia a la compresión por unidad de ladrillo

- Definición:

Determinación de la resistencia a la fuerza de compresión de las unidades de albañilería.

- Procedimiento:

1. Para la realización de este ensayo se utilizaron 5 unidades secas y limpias. A éstas se les colocó, tanto en la parte superior como inferior una capa de yeso-cemento (1:2), para uniformizar las superficies de contacto con el cabezal por donde se transmite la carga y la base donde se apoya el ladrillo y se las dejó reposar 48 horas.
2. Se colocó el espécimen debajo del apoyo superior (bloque metálico endurecido).
3. Se aplicó la carga hasta la mitad de la máxima carga esperada, con cualquier velocidad adecuada.
4. Finalmente, se registró la máxima carga de rotura de cada unidad de albañilería.

- Materiales:

Ladrillo de concreto.

Máquina para el ensayo a compresión.

- Cálculos:

La resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (f_b):

$$f_b = P_m / A_b$$

Dónde:

f_b = Resistencia a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

P_m = Carga máxima de rotura (kg)

A_b = Área bruta de la unidad de albañilería (cm²)

Mientras que la resistencia a la compresión característica (f'_b):

$$f'_b = f_b \text{ promedio} - \sigma$$

f'_b = Resistencia característica a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

f_b promedio = Resistencia promedio a la compresión de la unidad de albañilería (kg/cm²)

σ = Desviación estándar

b. Alabeo

- Definición:

El alabeo nos define si nuestra muestra de ladrillo es cóncavo o convexo.

- Procedimiento:

Se colocó una regla metálica en forma diagonal en cada lado del ladrillo cuando esta tenga una luz en el medio se mide con una cuña. De igual forma para los casos que sea cóncavo o convexo.

- Materiales:

Regla metálica

Ladrillo de concreto

Cuña

c. Compresión por pila

- Definición:

Hallar la resistencia a compresión axial de las pilas de albañilería.

- Procedimiento:

1. Se saturó las unidades antes de la construcción de las pilas de albañilería durante media hora.

2. El mortero se preparó en proporción volumétrica cemento - arena de 1:6.

3. La construcción se realizó de acuerdo al procedimiento estándar, controlando el alineamiento horizontal mediante el cordel, la altura con una regla metálica y la verticalidad con un nivel y plomada. El espesor de las juntas de mortero fue de 1.5 cm y se controló este grosor con una regla metálica.

4. Las pilas fueron almacenadas a temperatura ambiente cuidando de que no estén sometidos a gradientes térmicas muy pronunciadas, lo ideal es ensayar las pilas a los 28 días, pero la norma permite el ensayo a una edad de no menor de 14 días.

5. Se tomó la medida de altura, ancho y largo de las pilas de albañilería antes de ser ensayadas.

- Materiales:

Máquina para ensayo de compresión

Ladrillo de concreto

- Cálculos:

Se registró la carga máxima soportada por cada pila y la resistencia se calcula de la siguiente manera:

$$f_m = P_{max}/A_b$$

$$f_m = \text{Resistencia a compresión axial en pila (kg/cm}^2\text{)}$$

P_{max} = Carga máxima que resiste la pila (kg)

A_b = Área bruta transversal a la fuerza (cm²)

Esta resistencia se tiene que corregir por la esbeltez de la pila mediante factores que se obtienen de la Tabla 6.1 que proporciona la Norma E.070.

Se presenta los factores de corrección según la norma E-070 en la siguiente tabla N°2.

Tabla N° 2: Factores de corrección de f_m para esbeltez

Factores de corrección de f_m por esbeltez

Esbeltez	2	2.5	3	4	4.5	5
Factor	0.73	0.8	0.91	0.95	0.98	1

Fuente: Elaboración propia.

La resistencia característica se calculó con la siguiente expresión:

$$f'_m = f_m \text{ prom. corregida} - \sigma$$

$$f'_m = \text{Resistencia característica a compresión axial en pila (kg/cm}^2\text{)}$$

$$f_m \text{ prom. corregida} = \text{Resistencia promedio corregida a compresión axial en pila (kg/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma = \text{Desviación estándar}$$

Normas a aplicar para los ensayos:

En la presente investigación seguirá las siguientes normas que se utilizarán como requisito mínimo para el análisis de diseño del concreto ligero, material, propiedades físicas y mecánicas del ladrillo que presenta el MVCS:

- a) Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto (NTP 339.034)
- b) Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario) (NTP 339.046)
- c) Método de ensayo para el esfuerzo de compresión en probetas o testigos por extracción (ASTM C39).
- d) Método de ensayo granulométrico del agregado fino, grueso y global (NTP 400.012)
- e) Método de ensayo para la medición de hormigón con el cono de Abrams (NTP 339.035)

2.4 Definición de términos básicos

Concreto:

El concreto es una mezcla de componentes de agregados como agregados finos y gruesos y la pasta compuesta por cemento portland y agua.

Piedra Pómez:

Es una roca ígnea volcánica vítrea, con baja densidad (flota en el agua) y porosa de color blanco gris, encontradas principalmente en zonas volcánicas del país.

Propiedades mecánicas:

Las propiedades mecánicas fundamentales son la resistencia, la rigidez, la elasticidad, la plasticidad y la capacidad energética.

Resistencia:

Es una característica mecánica principal de elementos como el concreto y ladrillo, principalmente por que define la capacidad de soporte de una carga sobre un área.

Densidad:

Es el resultado de la relación entre una masa sobre el volumen de un cuerpo, masa, sustancia o elemento.

Proceso de elaboración del concreto ligero:

Se basa en los mismos procedimientos que el concreto convencional, iniciando con el diseño de mezcla, seleccionando previamente las materias primas a usar en su elaboración, el proceso de mezclado se determina de acuerdo al tipo de concreto a realizar y las adiciones que serán incluidas en el diseño. Al finalizar la etapa del mezclado se procede a la toma de muestras para su posterior curado. (UNACEM, 2016). (p.2)

2.5 Fundamentos teóricos que sustentan a las hipótesis

Se presenta el siguiente mapa conceptual donde se resume el proceso de elaboración del ladrillo de concreto ligero con piedra pómez en la figura N°2.

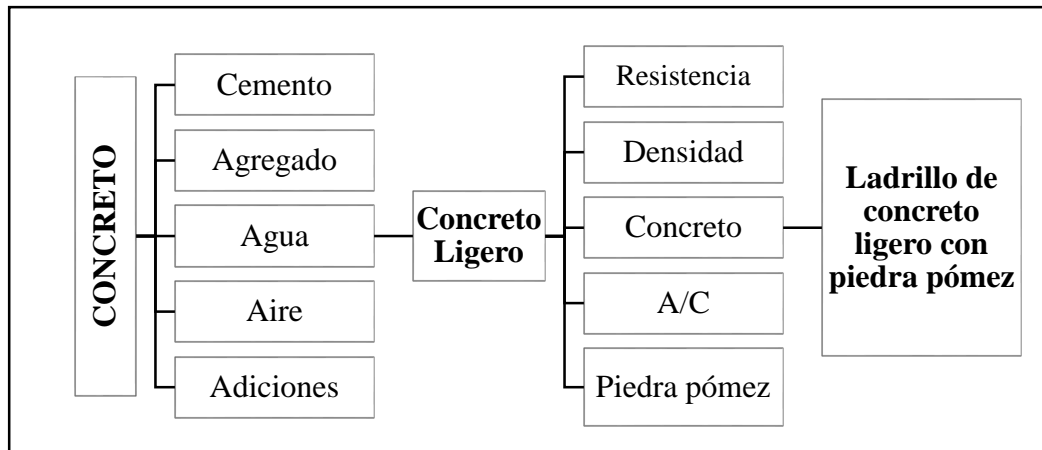


Figura 2. Mapa conceptual de la tesis

Fuente: Elaboración propia

2.6 Hipótesis

2.6.1. Hipótesis general

Al diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando porcentajes de agregado grueso piedra pómez se mejoran las propiedades físicas y mecánicas.

2.6.2. Hipótesis específicas

- a) Al establecer el porcentaje de piedra pómez se reduce la densidad del ladrillo de concreto ligero.
- b) Al establecer la relación a/c se incrementa la resistencia del ladrillo de concreto ligero.

2.7 Variables (definición y operacionalización de variables: Dimensiones e indicadores)

2.7.1. Variable independiente

Diseño de ladrillos de concreto ligero

Indicadores:

- Porcentaje de piedra pómez.
- Relación a/c y resistencia ($f'c$).

2.7.2. Variable dependiente

Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto ligero.

Indicadores:

- Densidad del ladrillo de concreto ligero.
- Resistencia del ladrillo de concreto ligero.

2.8 Operacionalización de variables

Se presenta la siguiente tabla N°3 con la operacionalización de variables, donde se presenta las variables, indicadores, índices e instrumentos a utilizar en la investigación.

Tabla N°3: Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTOS
Diseñar ladrillos de concreto ligero	Porcentaje de piedra pómez	Diseñar ladrillos de concreto ligero con porcentajes de piedra pómez	Equipos de laboratorio de ensayo de materiales
	Relación a/c y resistencia ($f'c$)	Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla	NTP 339.034 y ASTM C39 NORMA E-70 Software Excel.
Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto ligero	Densidad del ladrillo de concreto ligero	Ensayo de peso unitario del ladrillo de concreto ligero	NTP 400.012 y ASTM C117. Norma E0-70 NTP 339.046 y ASTM C138.
	Resistencia del ladrillo de concreto ligero	Ensayo de resistencia a la compresión. Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de la mezcla	NTP 339.034 ASTM C39. NTP 399.601 NORMA E0-70 Software Excel.

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo, método, nivel y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de la investigación

El tipo de investigación fue básico, con un tipo de estudio descriptivo porque especificó las propiedades y características del concreto ligero y correlacional porque asoció las variables mediante un patrón predecible para una población en particular como el ladrillo de concreto ligero.

3.1.2. Método de la investigación

El método de investigación es fue de enfoque cuantitativo debido a que se han desarrollado cálculos, cuadros estadísticos y gráficos para el análisis de la investigación obteniendo resultados, y así poder contrastar las hipótesis planteadas anteriormente.

3.1.3. Nivel de la investigación

El nivel de investigación fue descriptivo ya que buscó determinar el porcentaje adecuado de piedra pómez para el diseño de concreto ligero, y que se analizó y describió los resultados obtenidos en la investigación.

3.1.4. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue de tipo experimental debido a que se realizó ensayos en el laboratorio y se evaluaron las variables según el tiempo de observación, se realizó luego de planear el estudio y número de mediciones el diseño de acuerdo a las muestras programadas.

3.2 Población y muestra

La muestra está conformada por pruebas de mezcla de 2 distintas relaciones de agua/cemento (0.62 y 0.54) con dosificaciones de piedra pómez en reemplazo del agregado grueso (5%, 10% y 15%), por cada muestra se elaboraron 12 probetas cilíndricas de 10 cm(4 pulgadas) de diámetro y 20 cm. (8 pulgadas) de altura de concreto ligero de los cuales 2 testigos se ensayaron a 3 días, 7 días, 14 días y 28 días y moldes para ladrillos de 20cmx9.5cmx12cm.(ver tabla n°04 y tabla n°05)

Se presenta la siguiente tabla de cantidad de población para probetas cilíndricas y de moldes de ladrillo en tabla N°4 y tabla N°5.

Tabla N°4: Cantidad de población de probetas cilíndricas.

TOTAL DE PRUEBAS DE MEZCLA		DP01 P	DP01 5%	DP01 10%	DP01 15%	DP02 P	DP02 5%	DP02 10%	DP02 15%	Total
RELACIÓN AGUA/CEMENTO	0.62	1	1	1	1	1	1	1	1	
	0.54	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ENSAYOS F' C										Total
EDADES (Días)		3		7		14		28		4
N°DE PRUEBAS/EDADES									2	
TOTAL DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO LIGERO CON % DE PIEDRA PÓMEZ									128	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°5: Cantidad de población de moldes de ladrillos.

TOTAL DE PRUEBAS DE MEZCLA PARA LADRILLOS		DP01 P	DP01 5%	DP01 10%	DP01 15%	DP02 P	DP02 5%	DP02 10%	DP02 15%	Total
RELACIÓN AGUA/CEMENTO	0.62	1	1	1	1	1	1	1	1	
	0.54	1	1	1	1	1	1	1	1	16
ENSAYOS F' C										Total
EDADES (Días)		3		7		14		28		4
N°DE PRUEBAS/EDADES									3	
TOTAL DE MOLDES RECTANGULARES DE LADRILLOS CON % DE PIEDRA PÓMEZ									192	

Fuente: Elaboración propia

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1 Método y técnica

La presente investigación será representativa debido a no tener datos confiables para aseverar resultados, dado que los criterios para seleccionar nuestra muestra no son estadísticos ni racionales al no tener un procedimiento determinado a seguir para diseñar un concreto ligero.

3.3.2 Validez del instrumento

Los principales instrumentos a utilizar en la presente investigación son:

- NTP 339.046, Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y % de aire (método gravimétrico) del concreto.
- NTP 339.034, método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- NTP 339.036, hormigón - Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.

3.3.3 Fiabilidad y consistencia del instrumento

Se presenta los instrumentos a utilizar en el laboratorio de ensayos de materiales en la figura 3 al 10.

a) Tamizador eléctrico ASTM (3/4", 1/2", 3/8", N°4, 8, 16, 30, 50, 100)



Figura 3. Tamizador eléctrico ASTM
Fuente: Elaboración propia

b) Balanza



Figura 4. Balanza.
Fuente: Elaboración propia

c) Balanza hidrostática



Figura 5. Balanza hidrostática
Fuente: Elaboración propia

d) Mezcladora de concreto



Figura 6. Mezcladora de concreto

Fuente: Elaboración propia

e) Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital



Figura 7. Máquina de compresión axial electro-hidráulica digital

Fuente: Elaboración propia

f) Medidor de contenido de aire de concreto fresco Washington



Figura 8. Medidor de contenido de aire de concreto fresco.

Fuente: Elaboración propia

g) Máquina de flexión



Figura 9. Máquina de flexión

Fuente: Elaboración propia

h) Molde metálico para ensayo de probetas



Figura 10. Molde metálico para ensayo de probetas.

Fuente: Elaboración propia

3.4 Descripción de procedimientos de análisis

Los datos recolectados se obtendrán después de realizar los ensayos en el laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Ricardo Palma, para los cuales se realizarán un estudio estadístico para la presentación de resultados obtenidos. Los resultados obtenidos mediante los ensayos en la máquina de compresión, se llevarán a tablas Excel, en la cual se realizarán los diferentes cálculos para poder obtener los parámetros que nos indiquen cuales fueron las variaciones en las propiedades del ladrillo de concreto ligero, y si estas fueron las cumplieron con las hipótesis presentadas al inicio de la investigación. En los procedimientos estadísticos se incluyen los siguientes métodos:

a) Distribución normal: La siguiente distribución se define de acuerdo con Montgomery (2011), como:

$$n(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}, \quad -\infty < x < \infty,$$

Donde:

μ : media de la distribución

σ : desviación estándar de la distribución

π : 3.141592...

x : variable aleatoria

φ : 2.71828...

La representación figura 11 de esta distribución es una curva de forma de campana por tal motivo llega a conocerse como campana de Gauss

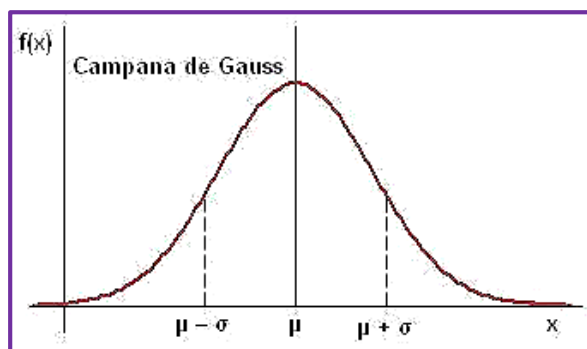


Figura 11: Grafica de distribución normal

Fuente: Ecu RED

La forma de la curva de la distribución depende de sus dos parámetros: la media y la desviación estándar.

b) Regresión Lineal: Es un método que permite analizar las relaciones entre diversos valores o variables. Se define como método de análisis de datos que sirve para poner en evidencia las relaciones estadísticas que existen entre diversas variables. Las variables empleadas son la variable independiente, aquella expresada como X y la variable dependiente expresada como Y. Millones menciona 2 objetivos del análisis de regresión:

- Obtener una ecuación que permita “predecir” el valor de Y conociendo los valores de $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$, a estos métodos se les conoce como modelos predictivos.
- Conocer la relación funcional entre X_1, X_2, \dots, X_k , y la variable Y con el fin de conocer o explicar mejor los mecanismos de relación

Este modelo puede ser expresado como:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

Donde:

Y_t : Variable dependiente, explicada o regresando.

X_1, X_2, \dots, X_p : Variables explicativas, independientes o regresores.

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$: Parámetros, miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre el regrediendo.

- c) Asimetría: Las medidas de asimetría son indicadores que permiten establecer el grado de simetría (o asimetría) que presenta una distribución de probabilidad de una variable aleatoria sin tener que hacer su representación gráfica. Como eje de simetría consideramos una recta paralela al eje de ordenadas que pasa por la media de la distribución. Si una distribución es simétrica, existe el mismo número de valores a la derecha que a la izquierda de la media, por tanto, el mismo número de desviaciones con signo positivo que con signo negativo.

Decimos que hay asimetría positiva (o a la derecha) si la "cola" a la derecha de la media es más larga que la de la izquierda, es decir, si hay valores más separados de la media a la derecha. Diremos que hay asimetría negativa (o a la izquierda) si la "cola" a la izquierda de la media es más larga que la de la derecha, es decir, si hay valores más separados de la media a la izquierda. En efecto, si, por ejemplo, los datos están agrupados en K clases (Wikipedia, n.d.). Se tiene que:

Donde:

μ_3 : Es el tercer momento entorno a la media

σ_3 : La desviación estándar

$$\gamma_1 = \frac{\mu_3}{\sigma^3},$$

Si $\gamma > 0$, la distribución es asimétrica positiva o a la derecha

Si $\gamma < 0$, la distribución es asimétrica negativa o a la izquierda.

Si la distribución es simétrica entonces $\gamma = 0$, el recíproco no es cierto lo cual es falso

Se aplicara las siguientes normas para realizar los ensayos, análisis que cumplan con las normas básicas para realizar el diseño del ladrillo de concreto ligero.

- a) Norma Técnica E. 070 Albañilería, Perú.
- b) NTP 339.034, método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.
- c) ASTM C231 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method.
- d) ASTM C143 Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete.
- e) NTP 339.036, hormigón - Práctica Normalizada para Muestreo de Mezclas de Concreto Fresco.
- f) ASTM C172 Práctica Normalizada para Muestreo de Concreto Recién Mezclado.

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Características de los agregados

4.1.1 Propiedades de los agregados finos

- Granulometría del agregado fino

La clasificación granulométrica distribuye las partículas en sus diferentes tamaños utilizando mallas normalizadas. Para los agregados finos se empleó las mallas N° 4, 8, 16, 30, 50 y 100, las cuales separan a las partículas en diferentes series. Utilizando la norma del NTP 400.037, el agregado fino se graduó dentro los límites regidos por esta norma.

Para determinar las características del agregado fino se realizaron 03 ensayos, aplicando la norma NTP 400.010. Los procedimientos a utilizar para el ensayo fueron aplicados con la norma NTP 400.012.

Se presenta la siguiente tabla N°6 con los parámetros del agregado fino a aplicar en el ensayo de granulometría.

Tabla N°6: Parámetros granulométricos del agregado fino

PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS DEL AGREGADO FINO		
Abertura	N° de malla en pulgadas	Porcentaje que pasa
9.5mm	3/8"	100
4.75mm	N°4	95 - 100
2.36mm	N°8	80 - 100
1.18mm	N°16	50 - 85
600um	N°30	25 - 60
300um	N°50	10 - 30
150um	N°100	2 - 10

Fuente: NTP 400.037

Se presenta los análisis granulométricos del agregado fino de la muestra N°1, N°2 y N° en la tabla N°7, tabla N°8 y tabla N°9.

Tabla N°7: Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra N°1

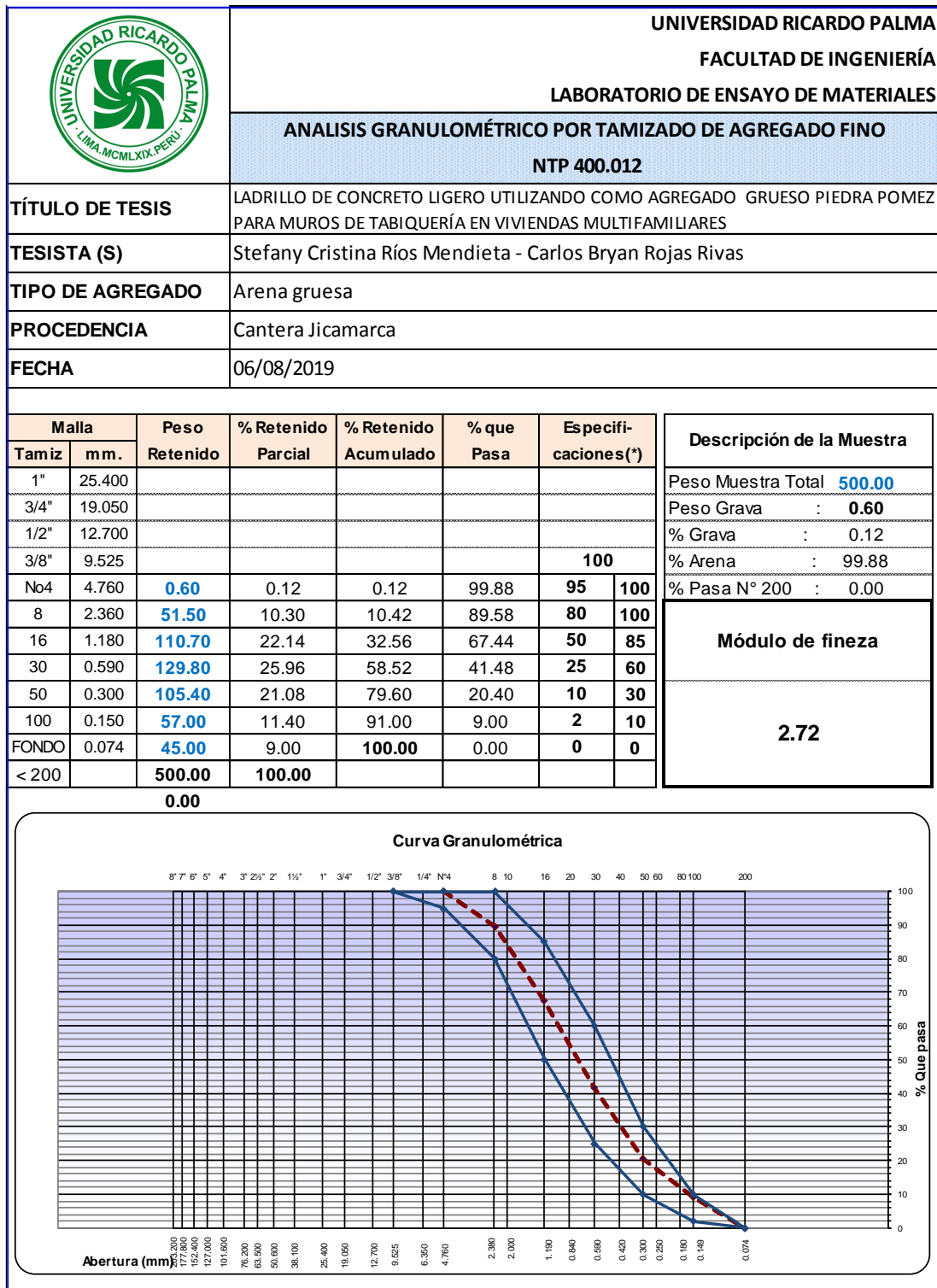
Malla		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	Especificaciones(*)		Descripción de la Muestra
Tamiz	mm.					95	100	
1"	25.400							Peso Muestra Total 500.00
3/4"	19.050							Peso Grava : 0.90
1/2"	12.700							% Grava : 0.18
3/8"	9.525					100		% Arena : 99.82
No4	4.760	0.90	0.18	0.18	99.82	95	100	% Pasa N° 200 : 0.00
8	2.360	52.50	10.50	10.68	89.32	80	100	Módulo de fineza 2.78
16	1.180	122.10	24.42	35.10	64.90	50	85	
30	0.590	126.50	25.30	60.40	39.60	25	60	
50	0.300	100.40	20.08	80.48	19.52	10	30	
100	0.150	52.80	10.56	91.04	8.96	2	10	
FONDO	0.074	44.80	8.96	100.00	0.00	0	0	
< 200		500.00	100.00					

0.00

Curva Granulométrica

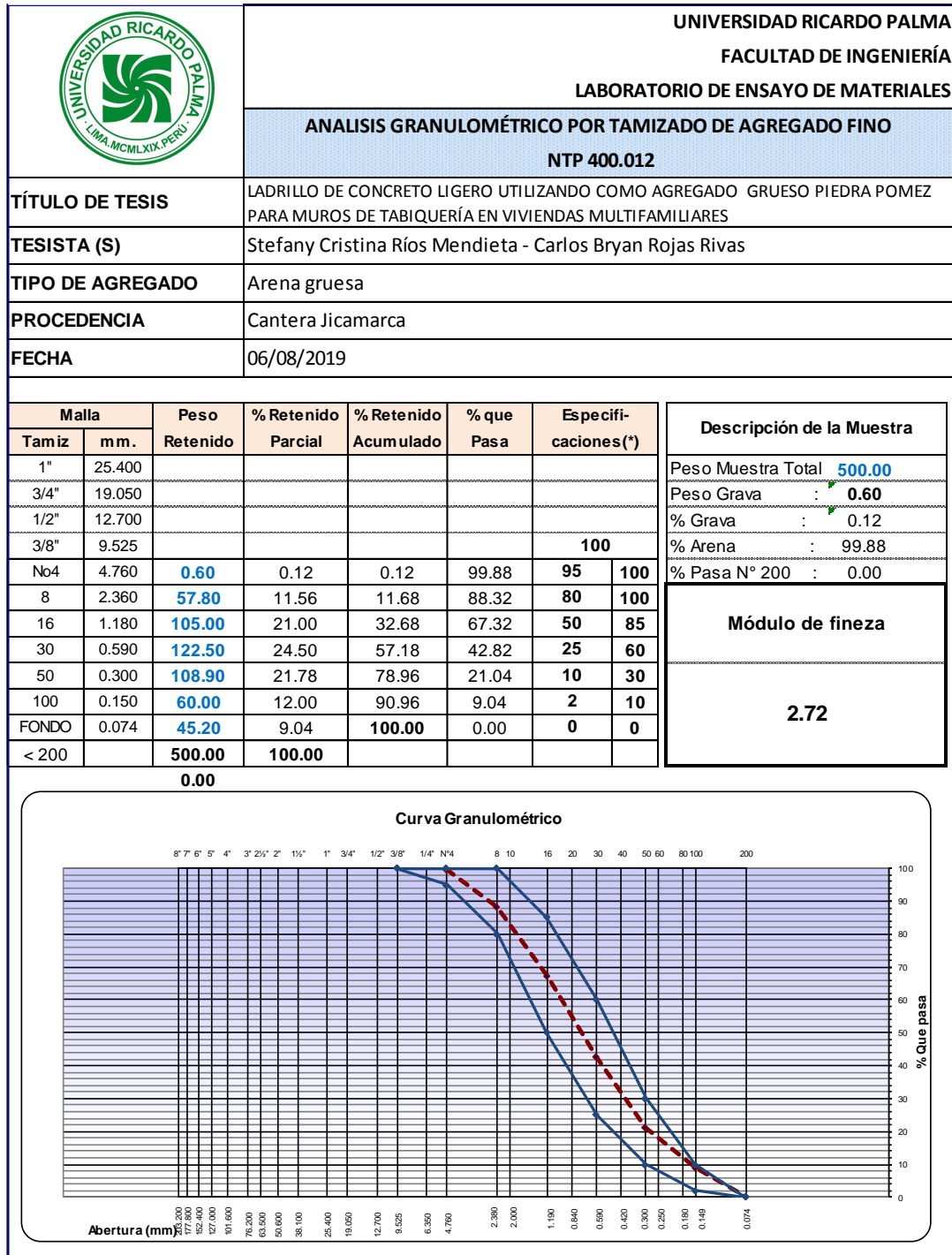
Fuente: Elaboración propia

Tabla N°8: Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra N°2



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°9: Análisis granulométrico del agregado fino - Muestra N°3




Fuente: Elaboración propia

- **Módulo de finura del agregado fino**

Es un concepto sumamente importante establecido por Duff Abrams en el 1925 y se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos en la serie Standard hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se divide entre 100. El sustento matemático del Módulo de Fineza reside en que es proporcional al promedio logarítmico del tamaño de partículas de una cierta distribución granulométrica.

Se presenta el promedio de módulo de finura del agregado fino en la tabla N°10.

Tabla N°10: Promedio de módulo de finura del agregado fino

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
		FACULTAD DE INGENIERÍA		
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
MODULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.012	
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019	
PESO DE LA MUESTRA	500 gr.	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas	
Promedio del análisis granulométrico del agregado fino				
DESCRIPCIÓN	ENSAYOS			mf PROMEDIO
	F1	F2	F3	
Módulo de finura	2.78	2.72	2.72	2.74

Fuente: Elaboración propia

- **Peso unitario del agregado fino**

Es el peso del agregado por unidad de volumen. Este peso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado. Es necesario conocer el peso unitario para calcular la cantidad de vacíos en el agregado, las proporciones del agregado y las conversiones de volumen a peso y viceversa. (Santa Cruz, 2001, p.53).

- **Peso unitario suelto (P.U.S)**

Se denomina PUS cuando el material es colocado en el recipiente de diámetro y profundidad prescrita en la norma de forma natural sin alterar el llenado con ningún movimiento hasta que rebose para ser nivelado pasando cuidadosamente la varilla por la superficie, procedemos con


el pesado de la muestra. Se obtiene el Peso Unitario Suelto multiplicando el peso neto por el factor de calibración (f) del recipiente. (Vera I, 2018, p.44).

- **Peso unitario compactado (P.U.C)**

Se denomina PUC cuando el material es colocado en el recipiente en tres capas, apisonando con 25 golpes por capa empleando una varilla de punta semiesférica de 5/8” de diámetro, al finalizar la compactación de las tres capas se procede a enrasar la superficie con la varilla para dejar uniforme y proceder al pesado. De el mismo modo que en el PUS se obtiene el Peso Unitario Compactado multiplicando el peso neto por el factor de calibración (f) de recipiente. (Vera I., 2018, p.44).


Se realizó 03 ensayos para el peso unitario suelto y peso unitario compactado tomando el promedio para obtener una mayor precisión en los cálculos que se realizaron posteriormente , presentándose los resultados en las tabla N°11, tabla N°12 y tabla N°13.

Tabla N°11: Peso unitario del agregado fino - Muestra N°1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F1			
TIPO DE AGREGADO	Arena gruesa	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019
HECHO POR:	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas		
PESO UNITARIO SUELTO - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra suelta + recipiente		6.20	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra suelta	Ws	4.45	Kg
Peso del agua + recipiente		4.57	Kg
Peso del agua	Wa	2.82	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	354.80	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1,579.07	Kg/m³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		6.62	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra suelta	Wc	4.87	Kg
Peso del agua + recipiente		4.57	Kg
Peso del agua	Wa	2.82	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	354.80	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1,727.12	Kg/m³


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°12: Peso unitario del agregado fino - Muestra N°2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F2	
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019
HECHO POR:	Stefany Cristina Rios Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas		
PESO UNITARIO SUELTO - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra suelta + recipiente		6.27	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra suelta	Ws	4.53	Kg
Peso del agua + recipiente		4.57	Kg
Peso del agua	Wa	2.82	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	354.80	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1,605.53	Kg/m³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		6.62	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra suelta	Wc	4.87	Kg
Peso del agua + recipiente		4.57	Kg
Peso del agua	Wa	2.82	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	354.80	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1,727.83	Kg/m³

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°13: Peso unitario del agregado fino - Muestra N°3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO-F3	
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019
HECHO POR:	Stefany Cristina Rios Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas		
PESO UNITARIO SUELTO - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra suelta + recipiente		6.24	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra suelta	Ws	4.49	Kg
Peso del agua + recipiente		4.57	Kg
Peso del agua	Wa	2.82	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	354.80	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1,594.71	Kg/m³
PESO UNITARIO COMPACTADO - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		6.62	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra suelta	Wc	4.87	Kg
Peso del agua + recipiente		4.57	Kg
Peso del agua	Wa	2.82	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	354.80	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1,727.90	Kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el promedio de peso unitario suelto y compactado del agregado fino en la tabla N°14.

Tabla N°14: Promedio de peso unitario suelto y compactado del agregado fino

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
		PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.017			
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas			
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
Peso unitario suelto	PUS	1,579.07	1,605.53	1,594.71	1,593	Kg/m ³
Peso unitario compactado	PUC	1,727.12	1,727.83	1,727.90	1,728	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **Peso específico del agregado fino**

El peso específico es el resultado de la relación del peso de las partículas del agregado fino al peso igual de volumen de agua.

Para determinar el peso específico, peso específico saturado con superficie seca, peso específico aparente, y la absorción después de las 24 horas en agua del agregado fino se aplicó la norma NTP 400.022.

- **Porcentaje de absorción del agregado fino**

Es un indicador de la calidad de los agregados, ya que a menor porcentaje de absorción el agregado es más durable, más resistente y con un mayor módulo de elasticidad; otorgando estas propiedades a los concretos de los que forman parte. Por lo contrario, agregados con alto porcentaje de absorción disminuyen la calidad de los concretos, haciéndolos más propensos a fisurarse. (Reyes Montoya, 2018, p.52).

Los valores usuales para agregados normales son del 1 al 5 %. (Garay Pichardo y Quispe Cotrina, 2016, p.69).


En la siguiente tabla N°15, tabla N°16 y tabla N°17 se muestran los resultados obtenidos por cada muestra de agregado fino.

Tabla N°15: Peso específico y absorción del agregado fino - Muestra N°1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F1	
TIPO DE AGREGADO	Arena gruesa	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F1	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		155.20	g
PESO DE LA MUESTRA SSS		500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA		655.20	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		962.90	g
PESO DEL AGUA	W	307.70	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	A	497.50	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):			
	$\left(\frac{A}{V - W}\right)$	2.59	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (Gsss)			
	$\frac{500}{(V - W)}$	2.60	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (Ga)			
	$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	2.62	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
	$\left(\frac{500 - A}{A}\right) * 100$	0.50	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°16: Peso específico y absorción del agregado fino - Muestra N°2

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F2			
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.022	
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F2	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F2				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA			155.20	g
PESO DE LA MUESTRA SSS			500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA			655.20	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA			963.50	g
PESO DEL AGUA		W	308.30	g
PESO DE LA MUESTRA SECA		A	497.60	g
VOLUMEN DE LA FIOLA		V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):				
		$\left(\frac{A}{V - W}\right)$	2.596	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G_{sss})				
		$\frac{500}{(V - W)}$	2.61	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G_a)				
		$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	2.63	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)				
		$\left(\frac{500 - A}{A}\right) * 100$	0.48	%

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°17: Peso específico y absorción del agregado fino - Muestra N°3

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
	FACULTAD DE INGENIERÍA			
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO - F3			
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.022	
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019	
NOMBRE DE LA MUESTRA	: F3	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta	
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - F3				
DESCRIPCIÓN		SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA			155.20	g
PESO DE LA MUESTRA SSS			500.00	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA			655.20	g
PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA			963.40	g
PESO DEL AGUA		W	308.20	g
PESO DE LA MUESTRA SECA		A	497.40	g
VOLUMEN DE LA FIOLA		V	500.00	ml
1. PESO ESPECIFICO DE MASA (G):				
		$\left(\frac{A}{V - W}\right)$	2.59	g/cm ³
2. PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G _{sss})				
		$\frac{500}{(V - W)}$	2.61	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G _a)				
		$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	2.63	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)				
		$\left(\frac{500 - A}{A}\right) * 100$	0.52	%

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el promedio de los resultados de las muestras 1,2 y 3 del ensayo de peso específico y % de absorción del agregado fino en la tabla N°18.

Tabla N°18: Promedio de peso específico y % de absorción del agregado fino

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO						
DESCRIPCIÓN	ARENA GRUESA	NORMA	: NTP 400.022			
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas			
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		F1	F2	F3		
Peso específico de masa	G	2.59	2.60	2.59	2.59	g/cm ³
Peso específico de masa saturada superficialmente	G _{sss}	2.60	2.61	2.61	2.61	g/cm ³
Peso específico aparente	G _a	2.62	2.63	2.63	2.63	g/cm ³
Prcentaje de absorción	a%	0.50	0.48	0.52	0.50	%


Fuente: Elaboración propia

- Contenido de humedad del agregado fino

El contenido de humedad es la cantidad de agua que contiene un agregado o material el cual se determina por la diferencia entre su peso y su peso seco.


Se presenta los resultados de las muestras 1,2 y 3 del ensayo de contenido de humedad del agregado fino en la tablas N°19, tabla N°20 y tabla N°21.

Tabla N°19: Contenido de humedad del agregado fino - Muestra N°1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
CONTENIDO DE HUMEDAD					
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	: :NTP 339.185		
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019		
NOMBRE DE LA MUESTRA	F1	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta		
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas		
CONTENIDO DE HUMEDAD - F1					
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD		
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g		
PESO DE LA TARA		213.8	g		
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		711.9	g		
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	498.1	g		
CONTENIDO DE AGUA	A-B	1.9	g		
CONTENIDO DE HUMEDAD	%h	0.38	%		
1. CONTENIDO DE HUMEDAD:					
$\%h = \left(\frac{[A-B]}{B} \right) * 100 = \mathbf{0.38} \%$					


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°20: Contenido de humedad del agregado fino - Muestra N°2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		CONTENIDO DE HUMEDAD	
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	: :NTP 339.185
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	F2	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
CONTENIDO DE HUMEDAD - F2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA TARA		233.3	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		731.3	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	498	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	2.0	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%h	0.40	%
1. CONTENIDO DE HUMEDAD:			
$\%h = \left(\frac{[A-B]}{B} \right) * 100 = \mathbf{0.40} \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°21: Contenido de humedad del agregado fino - Muestra N°3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		CONTENIDO DE HUMEDAD	
TIPO DE AGREGADO	ARENA GRUESA	NORMA	: :NTP 339.185
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	F3	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 500 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
CONTENIDO DE HUMEDAD - F3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	g
PESO DE LA TARA		229	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		727.2	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	498.2	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	1.8	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%h	0.36	%
1. CONTENIDO DE HUMEDAD:			
$\%h = \left(\frac{[A-B]}{B} \right) * 100 = \mathbf{0.36} \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el promedio de los resultados de las muestras 1,2 y 3 del ensayo de contenido de humedad del agregado fino en la tabla N°22.

Tabla N°22: Promedio de contenido de humedad del agregado fino

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD						
DESCRIPCIÓN	ARENA GRUESA	NORMA	:NTP 339.185			
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 06 de agosto de 2019			
NOMBRE	PROMEDIO	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas			
PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
Contenido de humedad	%h	0.38	0.40	0.36	0.38	%

Fuente: Elaboración propia

- Material que pasa por la malla 200 del agregado fino

El suelo fino (material que pasa el tamiz No. 200- 74µm) puede estar presente como polvo o puede estar recubriendo las partículas del agregado, aun cuando delgadas capas de limo o arcilla cubran las partículas, puede haber peligro porque debilitan la adherencia entre la pasta de cemento y las partículas del agregado, perjudicando la resistencia y la durabilidad de las mezclas. Si están presentes algunos tipos de limos y arcillas en cantidades excesivas, el agua necesaria en la mezcla puede aumentar considerablemente.

El ensayo consiste en tomar el material seco hasta masa constante, lo colocamos en un recipiente y agregamos agua limpia de tal forma que todo el material quede recubierto, se agita la muestra enérgicamente para que el suelo fino quede en suspensión en el agua, luego se hace pasar el agua a través del tamiz No. 200 (74µm). Se repite la operación el suficiente número de veces hasta que el agua salga limpia, posteriormente se seca el material que quedó en el recipiente más el que retuvo el tamiz y se determina su masa. (Rivas, 2001, p.68).

4.1.2 Propiedades del agregado grueso

- Análisis granulométrico del agregado grueso

La clasificación granulométrica distribuye las partículas en sus diferentes tamaños utilizando mallas normalizadas. En el caso de los agregados gruesos, estos se retienen en el tamiz de la malla N°4 de acuerdo a las especificaciones

de la norma NTP 400.037.

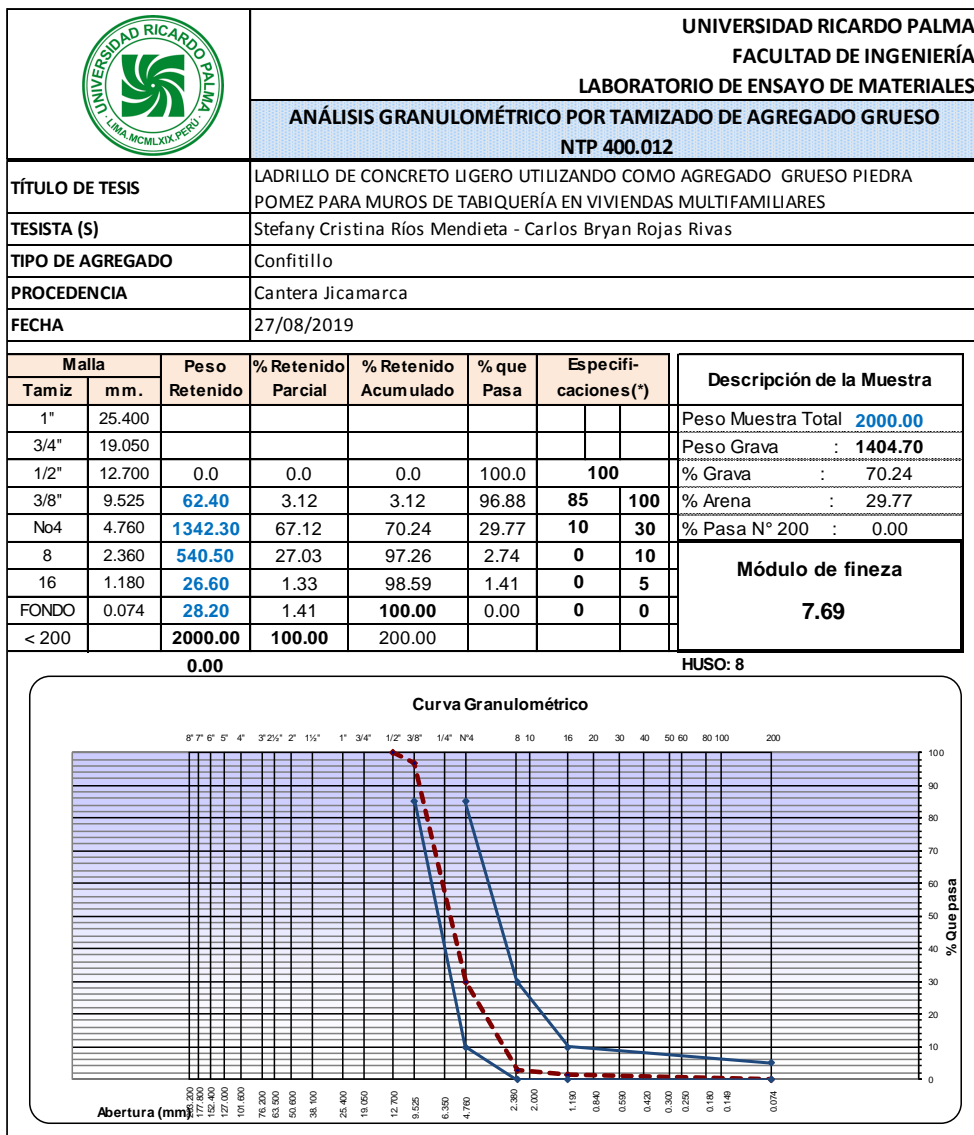
Los agregados de tamaños 1/8, 1/4, 1/2, y de 3/4 de piedra chancaca y los tamaños de 1/4, 1/2, y 3/4 de piedras naturales son las más comerciales.

Utilizando la norma del NTP 400.037, el agregado fino deberá graduado dentro los límites regidos por esta norma. Para determinar las características del agregado grueso se realizaron 03 ensayos de granulometría en presente investigación, aplicando la norma NTP 400.010.

Los procedimientos a utilizar para el ensayo como de los materiales y equipos fueron aplicados con la norma NTP 400.012.

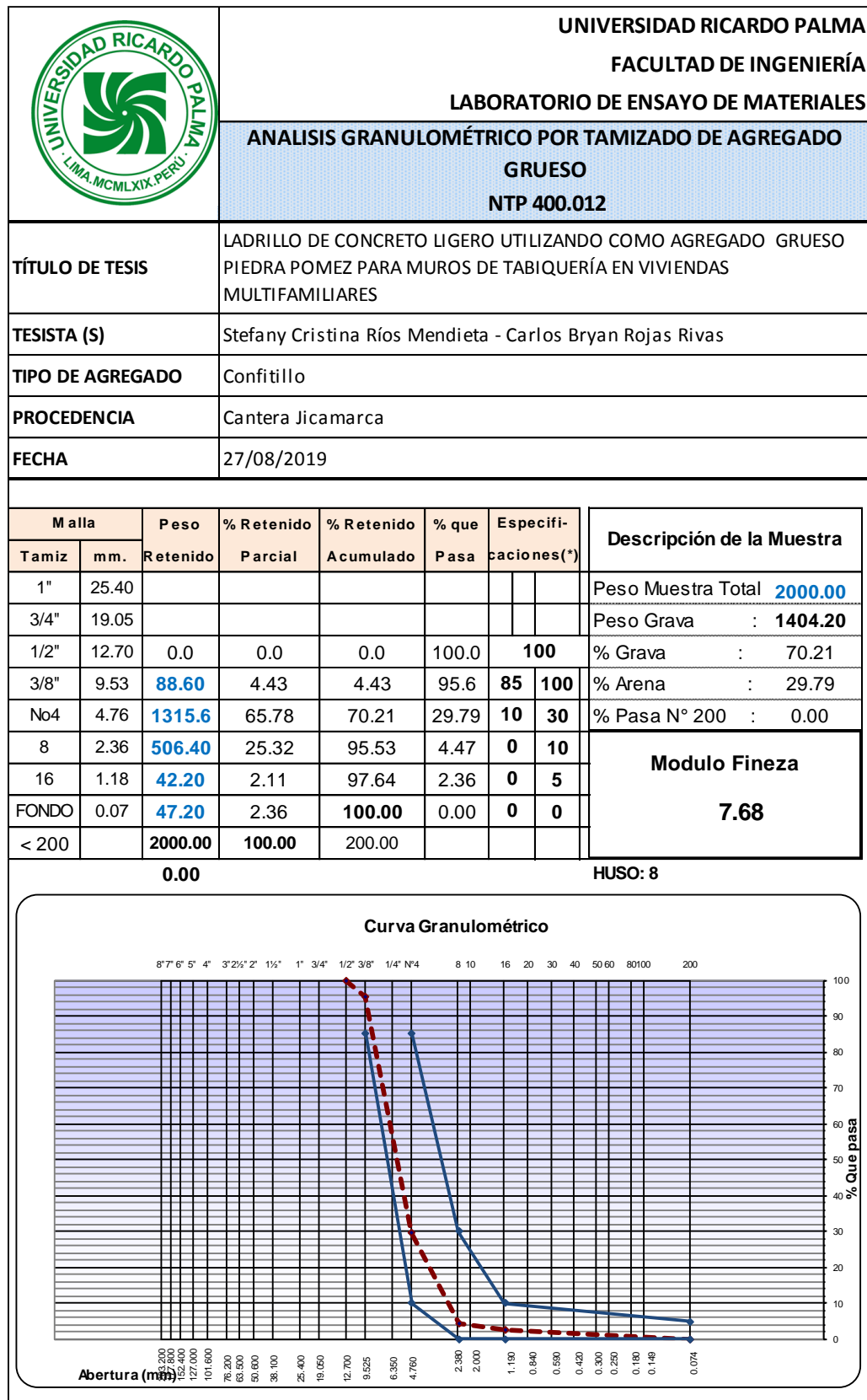
Se presenta los análisis granulométricos de la muestra 1,2 y 3 en la tabla N°23, tabla N°24 y tabla N°25.

Tabla N°23: Análisis granulométrico del agregado grueso - Muestra N°1



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°24: Análisis granulométrico del agregado grueso - Muestra N°2



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°25: Análisis granulométrico del agregado grueso - Muestra N°3

Malla		Peso	% Retenido	% Retenido	% que	Especifi-		Descripción de la Muestra
Tamiz	mm.	Retenido	Parcial	Acumulado	Pasa	caciones(*)		
1"	25.40							Peso Muestra Total 2000.00
3/4"	19.05							Peso Grava : 1403.80
1/2"	12.70	0.0	0.0	0.0	100.0	100		% Grava : 70.19
3/8"	9.53	98.00	4.90	4.90	95.1	85	100	% Arena : 29.81
No4	4.76	1305.80	65.29	70.19	29.81	10	30	% Pasa N° 200 : 0.00
8	2.36	520.75	26.04	96.23	3.77	0	10	Módulo de fineza 7.694
16	1.18	37.90	1.90	98.12	1.88	0	5	
FONDO	0.07	37.55	1.88	100.00	0.00	0	0	
< 200		2000.00	100.00	200.00				
		0.00						HUSO: 8

Curva Granulométrico

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el promedio de los resultados de las muestras 1,2 y 3 del ensayo de análisis granulométrico del agregado grueso en la tabla N°26.

Tabla N°26: Promedio del módulo de finura del agregado grueso

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
		FACULTAD DE INGENIERÍA		
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
		ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO - PROMEDIO		
DESCRIPCIÓN	Confitillo	NORMA	: NTP 400.012	
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019	
NOMBRE	PROMEDIO	Hecho por	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas	
PROMEDIO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO				
Descripción	ENSAYOS			mf
	G1	G2	G3	PROMEDIO
Módulo de finura	7.69	7.68	7.69	7.69

Fuente: Elaboración propia

▪ **Peso unitario del agregado grueso**

Es el peso del agregado por unidad de volumen. Este peso es variable dependiendo del grado de compacidad o de humedad, además varía con el tamaño, forma y granulometría del agregado. Es necesario conocer el peso unitario para calcular la cantidad de vacíos en el agregado. (Santa Cruz, 2001, p.53).

Se presenta la tabla N°27 con el resultado del peso unitario del agregado grueso de la muestra 1.


Tabla N°27: Peso unitario del agregado grueso - Muestra N°1

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G1	
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G1	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO UNITARIO SUELTO - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra suelta + recipiente		5386.90	g
Peso del recipiente		1743.90	g
Peso de la muestra suelta	Ws	3643.00	g
Peso del agua + recipiente		4566.80	g
Peso del agua	Wa	2822.90	g
Factor de calibración del recipiente	f	0.35	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1290.52	kg/m³
PESO UNITARIO COMPACTADO - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		5897.50	g
Peso del recipiente		1743.90	g
Peso de la muestra suelta	Wc	4153.60	g
Peso del agua + recipiente		4566.80	g
Peso del agua	Wa	2822.90	g
Factor de calibración del recipiente	f	0.35	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1471.39	kg/m³

Fuente: Elaboración propia.


Se presenta la tabla N°28 y tabla N°29 con los resultados del peso unitario del agregado grueso de la muestra 2 y 3.

Tabla N°28: Peso unitario del agregado grueso - Muestra N°2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G2			
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA : G2		HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO UNITARIO SUELTO - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra suelta + recipiente		5387.3	g
Peso del recipiente		1743.9	g
Peso de la muestra suelta	Ws	3643.4	g
Peso del agua + recipiente		4566.8	g
Peso del agua	Wa	2822.9	g
Factor de calibración del recipiente	f	0.4	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1290.7	kg/m³
PESO UNITARIO COMPACTADO - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		5912.1	g
Peso del recipiente		1743.9	g
Peso de la muestra suelta	Wc	4168.2	g
Peso del agua + recipiente		4566.8	g
Peso del agua	Wa	2822.9	g
Factor de calibración del recipiente	f	0.4	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1476.6	kg/m³

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°29: Peso unitario del agregado grueso - Muestra N°3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO-G3			
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: NTP 400.017
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA : G3		HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO UNITARIO SUELTO - G3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra suelta + recipiente		5386.10	g
Peso del recipiente		1743.90	g
Peso de la muestra suelta	Ws	3642.20	g
Peso del agua + recipiente		4566.80	g
Peso del agua	Wa	2822.90	g
Factor de calibración del recipiente	f	0.35	m ⁻³
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1290.23	kg/m³
PESO UNITARIO COMPACTADO - G3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		5905.90	g
Peso del recipiente		1743.90	g
Peso de la muestra suelta	Wc	4162.00	g
Peso del agua + recipiente		4566.80	g
Peso del agua	Wa	2822.90	g
Factor de calibración del recipiente	f	0.35	m ⁻³
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1474.37	kg/m³

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el promedio de los resultados de las muestras 1,2 y 3 del ensayo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso en la tabla N°30.

Tabla N°30: Promedio de peso unitario suelto y compactado de agregado grueso

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
		PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	Confitillo	NORMA			: NTP 400.017	
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019			
		HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta			
NOMBRE	: PROMEDIO	Carlos Bryan Rojas Rivas				
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
Peso unitario suelto	PUS	1,290.52	1,290.66	1,290.23	1,290	Kg/m ³
Peso unitario compactado	PUC	1,471.39	1,476.57	1,474.37	1,474	Kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

- **Peso específico y absorción del agregado grueso**


El peso específico de los agregados, que se expresa también como densidad, adquiere importancia en la construcción cuando se requiere que el concreto tenga un peso limite.

Además, el peso específico es un indicador de calidad, en cuanto que los valores elevados correspondan a materiales de buen comportamiento, mientras que el peso específico bajo generalmente corresponde a agregados absorbentes y débiles, caso en que es recomendable efectuar pruebas adicionales. (Rivva López, 2000, p.153), como se cita en Chapañan Cueva y Quispe Cirilo, 2017, p.48.

El porcentaje de absorción de un agregado es la cantidad de agua que tienen los poros libres (abiertos) de los agregados y esto se obtiene saturando el material. La absorción total ocurre cuando el agregado alcanza el estado de saturado superficialmente seco. (Burgos Pauro, 2012, p.19).


Se presenta los resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso de las muestras 1,2 y 3 en la tabla N°31 al 33.

Tabla N°31: Peso específico y % de absorción del agregado grueso - M1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G1			
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA	G1	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 5000 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra SSS	B	5000	g
Peso de la muestra SSS dentro de agua + canastilla		3748	g
Peso de la canastilla dentro del agua		617	g
Peso del agua	C	3131	g
Peso de la muestra seca	A	4940	g
1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (G):			
	$\left(\frac{A}{V - W}\right)$	2.64	g/cm³
2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G_{sss})			
	$\frac{500}{(V - W)}$	2.68	g/cm³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G_a)			
	$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	2.73	g/cm³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
	$\left(\frac{500 - A}{A}\right) * 100$	1.21	%


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°32: Peso específico y % de absorción del agregado grueso - M2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G2			
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA	G2	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 5000 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra SSS	B	5000	g
Peso de la muestra SSS dentro de agua + canastilla		3752.5	g
Peso de la canastilla dentro del agua		617	g
Peso del agua	C	3135.5	g
Peso de la muestra seca	A	4940	g
1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (G):			
	$\left(\frac{A}{V - W}\right)$	2.65	g/cm³
2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G_{sss})			
	$\frac{500}{(V - W)}$	2.68	g/cm³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G_a)			
	$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	2.74	g/cm³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
	$\left(\frac{500 - A}{A}\right) * 100$	1.21	%

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°33: Peso específico y absorción del agregado grueso - Muestra N°3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO - G3			
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: NTP 400.022
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	G3	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 5000 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - G3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra SSS	B	5000	g
Peso de la muestra SSS dentro de agua + canastilla		3750	g
Peso de la canastilla dentro del agua		617	g
Peso del agua	C	3133	g
Peso de la muestra seca	A	4940	g
1. PESO ESPECÍFICO DE MASA (G):			
	$\frac{A}{(V - W)}$	2.65	g/cm ³
2. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA SUPERFICIALMENTE SECA (G_{sss})			
	$\frac{500}{(V - W)}$	2.68	g/cm ³
3. PESO ESPECÍFICO APARENTE (G_a)			
	$\frac{A}{(V - W) - (500 - A)}$	2.73	g/cm ³
4. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (a%)			
	$\left(\frac{500 - A}{A}\right) * 100$	1.21	%

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el promedio de los resultados de las muestras 1,2 y 3 del ensayo de peso específico y % de absorción del agregado grueso en la tabla N°34.

Tabla N°34: Promedio de peso específico y % absorción del agregado grueso

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCIÓN	Confitillo	NORMA	: NTP 400.022			
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta			
			Carlos Bryan Rojas Rivas			
PROMEDIO DE PESO ESPECÍFICO Y % ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
Peso específico de masa	G	2.64	2.65	2.65	2.65	g/cm ³
Peso específico de masa saturada superficialmente	G _{sss}	2.68	2.68	2.68	2.68	g/cm ³
Peso específico aparente	G _a	2.73	2.74	2.73	2.73	g/cm ³
Porcentaje de absorción	a%	1.21	1.21	1.21	1.21	%


Fuente: Elaboración propia

- Contenido de humedad del agregado grueso

Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla. (Torre, 2004)


Se presenta los resultados del ensayo de contenido de humedad de la muestra 1,2 y 3 en la tabla N°35, tabla N°36 y tabla N°37.

Tabla N°35: Contenido de humedad del agregado grueso - Muestra N°1

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: :NTP 339.185
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA	G1	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
CONTENIDO DE HUMEDAD - G1			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	2000	g
PESO DE LA TARA		251.1	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2237.5	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	1986.4	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	13.6	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%h	0.68	%
1. CONTENIDO DE HUMEDAD:			
$\%h = \left(\frac{[A-B]}{B} \right) * 100 = \mathbf{0.68} \quad \%$			


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°36: Contenido de humedad del agregado grueso - Muestra N°2

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD			
TIPO DE AGREGADO	Confitillo	NORMA	: :NTP 339.185
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA	G2	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
CONTENIDO DE HUMEDAD - G2			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	2000	g
PESO DE LA TARA		183.9	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2171.4	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	1987.5	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	12.5	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%h	0.63	%
1. CONTENIDO DE HUMEDAD:			
$\%h = \left(\frac{[A-B]}{B} \right) * 100 = \mathbf{0.63} \quad \%$			

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°37: Contenido de humedad del agregado grueso - Muestra N°3

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
TIPO DE AGREGADO	CONFITILLO	NORMA	: NTP 339.185
PROCEDENCIA	CANTERA JICAMARCA	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	G3	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta
PESO DE MUESTRA	: 2000 g.		Carlos Bryan Rojas Rivas
CONTENIDO DE HUMEDAD - G3			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	2000	g
PESO DE LA TARA		282.5	g
PESO DE LA TARA + MUESTRA HUMEDA		2269.8	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	1987.3	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	12.7	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	%h	0.64	%
1. CONTENIDO DE HUMEDAD:			
$\%h = \left(\frac{[A-B]}{B} \right) * 100 = 0.64 \%$			

Fuente: Elaboración propia

Se presenta el promedio de los resultados de las muestras 1,2 y 3 del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso en la tabla N°38.

Tabla N°38: Promedio de contenido de humedad del agregado grueso

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
CONTENIDO DE HUMEDAD						
DESCRIPCIÓN	Confitillo	NORMA	: NTP 339.185			
PROCEDENCIA	Cantera Jicamarca	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019			
NOMBRE	: PROMEDIO	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas			
PROMEDIO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO						
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	ENSAYOS			PROMEDIO	UNIDAD
		G1	G2	G3		
Contenido de humedad	%h	0.68	0.63	0.64	0.65	%

Fuente: Elaboración propia

- Material que pasa por la malla 200 del agregado grueso

Este ensayo, consiste en determinar la cantidad de finos que se presenta en el agregado grueso, material que puede ser perjudicial para el concreto. Se calcula dividiendo el peso del material que pasa la malla N° 200 y el peso de la muestra. (Baufer Raffo y Perez Calagua, 2015, p.112).

4.2 Características de la piedra pómez

- Porcentaje de sales solubles de la piedra pómez (NTP 339.152)

Se hace referencia a los materiales o elementos que tienen la capacidad de disolverse en otras sustancias dando como resultado una solución.

Las sales solubles se dividen en cationes (magnesio, calcio, sodio y potasio) y aniones (sulfato, cloruro, bicarbonato, carbonato).



Figura 12: Ensayo químico de sulfatos

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° Concreto expuesto a soluciones de sulfatos

CONCRETO EXPUESTO A SOLUCIONES DE SULFATOS			
EXPOSICION DE SULFATOS	SULFATO SOLUBLE EN AGUA PRESENTE EN EL SUELO COMO SO ₄ % EN PESO	SULFATO EN AGUA p.p.m.	CEMENTO TIPO
DESPRECIABLE	0.00 - 0.10	0 - 150	***
MODERADO **	0.10 - 0.20	150 - 1500	II
SEVERO	0.20 - 2.00	1500 - 10000	V
MUY SEVERO	Sobre 2.00	Sobre 10000	V más puzolana ***

*Una relación agua – cemento menor puede ser necesaria por razones de impermeabilidad, o por protección contra la corrosión de elementos metálicos embebidos o por congelación y deshielo.

**Agua de mar.

***Debe haberse comprobado que la puzolana es adecuada para mejorar la resistencia del concreto a la acción de los sulfatos, cuando ella es empleada en concretos que contienen cemento Portland tipo V.

**** Para este tipo de exposición no hay limitaciones.

Fuente: Elaboración propia

- Potencial de hidrogeno de la piedra pómez

El potencia de hidrogeno (pH) es el índice de concentración de iones hidrogeno de una disolución, la escala de medición del pH es de 0 a 14, por lo tanto si el

suelo presenta pH igual a 7 sera un suelo neutro, menor a 7 es un suelo ácido y mayor a 7 es un suelo alcalino.



Figura 13: Ensayo químico de PH

Fuente: Elaboración propia

- Conductividad eléctrica de la piedra pómez

De acuerdo a la norma ASTM D 1125, las sales solubles en agua se disocian en cationes y aniones que favorecen la conductividad eléctrica, esto dependiendo de la cantidad de sales disueltas que es directamente proporcional a la conductividad. La cual presentamos en la figura 14.



Figura 14: Conductividad eléctrica

Fuente: Elaboración propia

4.3 Diseño de mezcla de concreto

Para el diseño de mezcla de concreto en la presente tesis se elegirá el método de combinaciones la cual nos presenta parámetros establecidos referentes a la resistencia a la compresión del concreto, relación a/c, tamaño máximo nominal del agregado, peso y volúmenes absolutos y la trabajabilidad de la mezcla.

Se realizó un diseño patrón la cual será comparada con los otros diseños de concreto ligero con porcentajes de piedra pómez en reemplazo del agregado grueso, los porcentajes a reemplazar serán e 5%, 10% y 15% de piedra pómez.

4.3.1 Diseño de mezcla de concreto simple

- Características de los materiales

Se presenta las características de los materiales a utilizar en el diseño de concreto simple en las tablas N°39, tabla N°40 Y tabla N°41.

Tabla N°39: Características del cemento

CARACTERISTICAS DEL CEMENTO	
Marca	Cemento ANDINO ULTRA
Tipo	Cemento HIDRAULICO HS
Peso específico kg/cm³	3000

Fuente: elaboración propia

Tabla N°40: Características de los agregados

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO			
Descripción	Ag. Fino	Ag. Grueso	Unid
Tipo de agregado	Arena gruesa	Confitillo	-
Cantera	Jicamarca	Jicamarca	-
Módulo de finura	2.74	7.6880	-
Peso unitario suelto	1593.11	1290.5000	Kg/m ³
Peso unitario compactado	1727.62	1474.1000	Kg/m ³
Peso específico de masa	2.59	2.6460	g/cm ³
Peso específico de masa saturada superficialmente seca	2.61	2.68	g/cm ³
Peso específico aparente	2.63	2.73	g/cm ³
Porcentaje de absorción (A%)	0.50	1.2100	%
Contenido de humedad (W%)	0.38	0.6509	%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°41: Características del agua

CARACTERISTICAS DEL AGUA	
Procedencia	Red pública de Santiago de Surco
Peso específico (kg/cm³)	1000

Fuente: Elaboración propia

Se presenta las características de los agregados en las siguientes figuras n 15, 16 y 17.



Figura 15: Selección de piedra pómez en estado natural

Fuente: Elaboración propia



Figura 16: Tamizado de agregado fino (arena gruesa)

Fuente: Elaboración propia




Figura 17: Lavado de agregados para ensayo de peso específico y absorción

Fuente: Elaboración propia

▪ **Calculo del diseño de mezcla**


Se presenta el diseño de mezcla patrón 1 y 2 en las tablas N°42 y N°43.

Tabla N°42: Diseño patrón – 1ra prueba de mezcla de concreto ligero con 0.62 de relación a/c.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																	
		FACULTAD DE INGENIERIA																																	
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																																	
		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																																	
FECHA DE ENSAYO		jueves, 29 de agosto de 2019			CÓDIGO DE MEZCLA		: DPO-00																												
DISEÑO		PATRON			HORA DE VACIADO		: 06:30:00PM																												
RELACION AGUA/CEMENTO		0.62			VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)		: 0.04																												
ASENTAMIENTO:		0" - 1"			ELABORADO POR		: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA																												
TIPO DE CONCRETO:		CONCRETO LIGERO					: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS																												
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																			
DOSIFICACION DEL ADITIVO				<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOL. AIRE</td> <td>2.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>VOL. AGREG.</td> <td>0.642</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>74.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA # 56</td> <td>25.9</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">100</td> </tr> </tbody> </table>				DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			VOL. AIRE	2.0	%	VOL. AGREG.	0.642		ARENA	74.1	%	PIEDRA # 56	25.9	%	100			DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE		<table border="1" style="width: 100%;"> <tbody> <tr> <td>AGUA DE DISEÑO</td> <td>220</td> <td>Lts</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>355</td> <td>Kg</td> </tr> </tbody> </table>		AGUA DE DISEÑO	220	Lts	CEMENTO	355	Kg
DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS																																			
VOL. AIRE	2.0	%																																	
VOL. AGREG.	0.642																																		
ARENA	74.1	%																																	
PIEDRA # 56	25.9	%																																	
100																																			
AGUA DE DISEÑO	220	Lts																																	
CEMENTO	355	Kg																																	
SIN ADITIVOS																																			
		=		ml																															
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO (kg/m ³)	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA																											
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD																										
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg																										
ARENA GRUESA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1231.75	0.4756	1236.43	49.46	kg																										
CONFITILLO	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	439.61	0.1661	442.48	17.70	kg																										
AGUA	SEDAPAL	1000			220	0.2200	223.94	8.96	lts																										
AIRE						0.020																													
TOTAL					2246.20	1.000																													

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°43: Diseño patrón – final de mezcla de concreto ligero con 0.62 de relación a/c.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																																		
	FACULTAD DE INGENIERIA																																		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																																		
	DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																																		
FECHA DE ENSAYO			jueves, 29 de agosto de 2019			CÓDIGO DE MEZCLA			: DPO-01																										
DISEÑO			PATRON FINAL			HORA DE VACIADO			: 07:00:00PM																										
RELACION AGUA/CEMENTO			0.62			VOLUMEN DE PRUEBA (m³)			: 0.04																										
ASENTAMIENTO:			0" - 1"			ELABORADO POR			: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA																										
TIPO DE CONCRETO:			CONCRETO LIGERO						: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS																										
CARACTERISTICAS FÍSICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																			
DOSIFICACION DEL ADITIVO						DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE																													
= ml						<table border="1"> <tr> <th colspan="3">DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS</th> </tr> <tr> <td>VOL. AIRE</td> <td>2.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>VOL. AGREG.</td> <td>0.642</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>72.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA # 56</td> <td>27.9</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">100</td> </tr> </table>			DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			VOL. AIRE	2.0	%	VOL. AGREG.	0.642		ARENA	72.1	%	PIEDRA # 56	27.9	%	100			<table border="1"> <tr> <td>AGUA DE DISEÑO</td> <td>220</td> <td>Lts</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>355</td> <td>Kg</td> </tr> </table>			AGUA DE DISEÑO	220	Lts	CEMENTO	355	Kg
DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS																																			
VOL. AIRE	2.0	%																																	
VOL. AGREG.	0.642																																		
ARENA	72.1	%																																	
PIEDRA # 56	27.9	%																																	
100																																			
AGUA DE DISEÑO	220	Lts																																	
CEMENTO	355	Kg																																	
SIN ADITIVOS																																			
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO (kg/m ³)	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA																											
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD																										
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg																										
ARENA GRUESA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1198.97	0.4629	1203.53	48.14	kg																										
CONFITILLO	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	473.10	0.1788	476.18	19.05	kg																										
AGUA	SEDAPAL	1000			220	0.2200	224.08	8.96	lts																										
AIRE						0.020																													
TOTAL					2246.91	1.000																													

Fuente: Elaboración propia.


4.3.2 Diseño de mezcla de concreto con diferentes porcentajes de piedra pómez

Se presenta los resultado de diseño de mezcla de concreto con diferentes porcentajes de piedra pómez desde la tabla N°44 al Tabla N°44: Diseño DP05 de mezcla de concreto ligero con 0,62 de relación a/c y 0.05% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES							
		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO							
FECHA DE ENSAYO		jueves, 29 de agosto de 2019			CÓDIGO DE MEZCLA		: DPO5		
DISEÑO		PATRON + 5% DE PIEDRA POMEZ			HORA DE VACIADO		: 07:30:00PM		
RELACION AGUA/CEMENTO		0.62			VOLUMEN DE PRUEBA (m³)		: 0.04		
ASENTAMIENTO:		0" - 1"			ELABORADO POR		: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA		
TIPO DE CONCRETO:		CONCRETO LIGERO					: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS		
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA									
DOSIFICACION DEL ADITIVO					DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE				
= ml					DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			AGUA DE DISEÑO 220 Lts	
SIN ADITIVOS					VOL. AIRE 2.0 %			CEMENTO 355 Kg	
					VOL. AGREG. 0.642				
					ARENA 72.1 %				
					PIEDRA # 56 27.9 %				
					100				
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO (kg/m³)	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA	
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg
ARENA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1198.97	0.4629	1203.53	48.14	kg
PIEDRA	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	473.10	0.1788	452.37	19.05	kg
POMEZ	HUACHO	2340	0.84	4.17			23.81	0.95	
AGUA	SEDAPAL	1000			220	0.2200	224.08	8.96	lts
AIRE						0.020			
TOTAL					2246.91	1.000			


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°45: Diseño DP10 de mezcla de concreto ligero con 0,62 de relación a/c y 0.10% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																												
		FACULTAD DE INGENIERIA																												
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																												
		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																												
FECHA DE ENSAYO			jueves, 29 de agosto de 2019			CÓDIGO DE MEZCLA			: DPO10																					
DISEÑO			PATRON + 10% DE PIEDRA POMEZ			HORA DE VACIADO			: 08:00:00PM																					
RELACION AGUA/CEMENTO			0.62			VOLUMEN DE PRUEBA (m³)			: 0.04																					
ASENTAMIENTO:			0" - 1"			ELABORADO POR			: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA																					
TIPO DE CONCRETO:			CONCRETO LIGERO			ELABORADO POR			: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS																					
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																														
DOSIFICACION DEL ADITIVO						<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS</th> </tr> <tr> <td>VOL. AIRE</td> <td>2.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>VOL. AGREG.</td> <td>0.642</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>72.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA # 56</td> <td>27.9</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">100</td> </tr> </table>			DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			VOL. AIRE	2.0	%	VOL. AGREG.	0.642		ARENA	72.1	%	PIEDRA # 56	27.9	%	100			DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE			
DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS																														
VOL. AIRE	2.0	%																												
VOL. AGREG.	0.642																													
ARENA	72.1	%																												
PIEDRA # 56	27.9	%																												
100																														
= ml						<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>AGUA DE DISEÑO</td> <td>220</td> <td>Lts</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>355</td> <td>Kg</td> </tr> </table>			AGUA DE DISEÑO	220	Lts	CEMENTO	355	Kg																
AGUA DE DISEÑO	220	Lts																												
CEMENTO	355	Kg																												
SIN ADITIVOS																														
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA																						
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD																					
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg																					
ARENA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1198.97	0.4629	1203.53	48.14	kg																					
PIEDRA	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	473.10	0.1788	428.56	19.05	kg																					
POMEZ	HUACHO	2340	0.84	4.17			47.62	1.90	kg																					
AGUA	SEDAPAL	1000			220	0.2200	224.08	8.96	lts																					
AIRE						0.020																								
TOTAL					2246.91	1.000																								


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°46: Diseño DP15 de mezcla de concreto ligero con 0,62 de relación a/c y 0.15% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																												
		FACULTAD DE INGENIERIA																												
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																												
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																														
FECHA DE ENSAYO		jueves, 29 de agosto de 2019				CÓDIGO DE MEZCLA		: DPO15																						
DISEÑO		PATRON + 15% DE PIEDRA POMEZ				HORA DE VACIADO		: 08:30:00PM																						
RELACION AGUA/CEMENTO		0.62				VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)		: 0.04																						
ASENTAMIENTO:		0" - 1"				ELABORADO POR		: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA																						
TIPO DE CONCRETO:		CONCRETO LIGERO						: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS																						
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																														
DOSIFICACION DEL ADITIVO					DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE																									
= ml					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOL. AIRE</td> <td>2.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>VOL. AGREG.</td> <td>0.642</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>72.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA # 56</td> <td>27.9</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>			DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			VOL. AIRE	2.0	%	VOL. AGREG.	0.642		ARENA	72.1	%	PIEDRA # 56	27.9	%	<table border="1"> <tbody> <tr> <td>AGUA DE DISEÑO</td> <td>220</td> <td>Lts</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>355</td> <td>Kg</td> </tr> </tbody> </table>		AGUA DE DISEÑO	220	Lts	CEMENTO	355	Kg
DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS																														
VOL. AIRE	2.0	%																												
VOL. AGREG.	0.642																													
ARENA	72.1	%																												
PIEDRA # 56	27.9	%																												
AGUA DE DISEÑO	220	Lts																												
CEMENTO	355	Kg																												
SIN ADITIVOS					100																									
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA																						
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD																					
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg																					
ARENA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1198.97	0.4629	1203.53	48.14	kg																					
PIEDRA	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	473.10	0.1788	404.75	19.05	kg																					
POMEZ	HUACHO	2340	0.84	4.17			71.43	2.86	kg																					
AGUA	SEDAPAL	1000			220	0.2200	224.08	8.96	lts																					
AIRE						0.020																								
TOTAL					2246.91	1.000																								


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°47: Diseño DP02 de mezcla de concreto ligero con 0,54 de relación a/c

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																									
		FACULTAD DE INGENIERIA																									
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																									
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																											
FECHA DE ENSAYO		jueves, 29 de agosto de 2019			CÓDIGO DE MEZCLA		: DPO-02																				
DISEÑO		PATRON 02			HORA DE VACIADO		: 07:00:00PM																				
RELACION AGUA/CEMENTO		0.54			VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)		: 0.04																				
ASENTAMIENTO:		0" - 1"			ELABORADO POR		: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA																				
TIPO DE CONCRETO:		CONCRETO LIGERO					: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS																				
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																											
DOSIFICACION DEL ADITIVO								DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE																			
SIN ADITIVOS				= ml				AGUA DE DISEÑO 192 Lts																			
				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOL. AIRE</td> <td>2.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>VOL. AGREG.</td> <td>0.670</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>72.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA # 56</td> <td>27.9</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">100</td> </tr> </tbody> </table>				DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			VOL. AIRE	2.0	%	VOL. AGREG.	0.670		ARENA	72.1	%	PIEDRA # 56	27.9	%	100			CEMENTO 355 Kg	
DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS																											
VOL. AIRE	2.0	%																									
VOL. AGREG.	0.670																										
ARENA	72.1	%																									
PIEDRA # 56	27.9	%																									
100																											
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO (kg/m ³)	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA																			
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD																		
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg																		
ARENA GRUESA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1252.01	0.4834	1256.76	50.27	kg																		
CONFITILLO	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	494.03	0.1867	497.24	19.89	kg																		
AGUA	SEDAPAL	1000			192	0.1916	195.88	7.84	lts																		
AIRE						0.020																					
TOTAL					2292.49	1.000																					


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°48: Diseño DP02 -05 de mezcla de concreto ligero con 0,54 de relación a/c y 0.05% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																															
		FACULTAD DE INGENIERIA																															
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																															
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																																	
FECHA DE ENSAYO		jueves, 29 de agosto de 2019				CÓDIGO DE MEZCLA		: DP02-05																									
DISEÑO		PATRON 2 + 5% DE PIEDRA POMEZ				HORA DE VACIADO		: 07:30:00PM																									
RELACION AGUACEMENTO		0.54				VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)		: 0.04																									
ASENTAMIENTO:		0" - 1"				ELABORADO POR		: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA																									
TIPO DE CONCRETO:		CONCRETO LIGERO						: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS																									
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																	
DOSIFICACION DEL ADITIVO					DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE																												
= ml					<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOL. AIRE</td> <td>2.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>VOL. AGREG.</td> <td>0.670</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>72.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA # 56</td> <td>27.9</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">100</td> </tr> </tbody> </table>			DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			VOL. AIRE	2.0	%	VOL. AGREG.	0.670		ARENA	72.1	%	PIEDRA # 56	27.9	%	100			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>AGUA DE DISEÑO</td> <td>192</td> <td>Lts</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>355</td> <td>Kg</td> </tr> </tbody> </table>		AGUA DE DISEÑO	192	Lts	CEMENTO	355	Kg
DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS																																	
VOL. AIRE	2.0	%																															
VOL. AGREG.	0.670																																
ARENA	72.1	%																															
PIEDRA # 56	27.9	%																															
100																																	
AGUA DE DISEÑO	192	Lts																															
CEMENTO	355	Kg																															
SIN ADITIVOS																																	
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO (kg/m ³)	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA																									
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD																								
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg																								
ARENA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1252.01	0.4834	1256.76	50.27	kg																								
PIEDRA	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	494.03	0.1867	472.38	19.89	kg																								
POMEZ	HUACHO	2340	0.84	4.17			24.86	0.99																									
AGUA	SEDAPAL	1000			192	0.1916	195.88	7.84	lts																								
AIRE						0.020																											
TOTAL					2292.49	1.000																											


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°49: Diseño DP02 -10 de mezcla de concreto ligero con 0,54 de relación a/c y 0.10% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES							
		DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO							
FECHA DE ENSAYO		jueves, 29 de agosto de 2019			CÓDIGO DE MEZCLA		: DPO2 -10		
DISEÑO		PATRON 2 + 10% DE PIEDRA POMEZ			HORA DE VACIADO		: 08:00:00PM		
RELACION AGUA/CEMENTO		0.54			VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)		: 0.04		
ASENTAMIENTO:		0" - 1"			ELABORADO POR		: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA		
TIPO DE CONCRETO:		CONCRETO LIGERO					: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS		
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA									
DOSIFICACION DEL ADITIVO				DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS				DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE	
SIN ADITIVOS = ml				VOL. AIRE		2.0		%	
				VOL. AGREG.		0.670			
				ARENA		72.1		%	
				PIEDRA # 56		27.9		%	
				100					
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA	
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg
ARENA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1252.01	0.4834	1256.76	50.27	kg
PIEDRA	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	494.03	0.1867	447.52	19.89	kg
POMEZ	HUACHO	2340	0.84	4.17			49.72	1.99	kg
AGUA	SEDAPAL	1000			192	0.1916	195.88	7.84	lts
AIRE						0.020			
TOTAL					2292.49	1.000			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°50: Diseño DP02 -15 de mezcla de concreto ligero con 0,54 de relación a/c y 0.15% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA																															
		FACULTAD DE INGENIERIA																															
		LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES																															
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO																																	
FECHA DE ENSAYO	jueves, 29 de agosto de 2019			CÓDIGO DE MEZCLA	: DPO2-15																												
DISEÑO	PATRON 2 + 15% DE PIEDRA POMEZ			HORA DE VACIADO	: 08:30:00PM																												
RELACION AGUA/CEMENTO	0.54			VOLUMEN DE PRUEBA (m ³)	: 0.04																												
ASENTAMIENTO:	0" - 1"			ELABORADO POR	: STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA																												
TIPO DE CONCRETO:	CONCRETO LIGERO			ELABORADO POR	: CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS																												
CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MEZCLA DE PRUEBA																																	
DOSIFICACION DEL ADITIVO				= ml			DOSIFICACION MATERIAL CEMENTANTE																										
SIN ADITIVOS				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>VOL. AIRE</td> <td>2.0</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>VOL. AGREG.</td> <td>0.670</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ARENA</td> <td>72.1</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>PIEDRA # 56</td> <td>27.9</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">100</td> </tr> </tbody> </table>			DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS			VOL. AIRE	2.0	%	VOL. AGREG.	0.670		ARENA	72.1	%	PIEDRA # 56	27.9	%	100			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>AGUA DE DISEÑO</td> <td>192</td> <td>Lts</td> </tr> <tr> <td>CEMENTO</td> <td>355</td> <td>Kg</td> </tr> </tbody> </table>			AGUA DE DISEÑO	192	Lts	CEMENTO	355	Kg
DOSIFICACION DE LOS AGREGADOS																																	
VOL. AIRE	2.0	%																															
VOL. AGREG.	0.670																																
ARENA	72.1	%																															
PIEDRA # 56	27.9	%																															
100																																	
AGUA DE DISEÑO	192	Lts																															
CEMENTO	355	Kg																															
MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP (kg/m ³)	HUM. (%)	ABS. (%)	PESO SECO	VOL.	CORRECCION POR HUMEDAD	TANDA DE MEZCLA																									
								PESO DE MEZCLA	UNIDAD																								
CEMENTO	ANDINO ULTRA	3000			355	0.1183	354.84	14.19	kg																								
ARENA	JICAMARCA	2590	0.38	0.50	1252.01	0.4834	1256.76	50.27	kg																								
PIEDRA	JICAMARCA	2646	0.65	1.21	494.03	0.1867	422.66	19.89	kg																								
POMEZ	HUACHO	2340	0.84	4.17			74.59	2.98	kg																								
AGUA	SEDAPAL	1000			192	0.1916	195.88	7.84	lts																								
AIRE						0.020																											
TOTAL					2292.49	1.000																											

Fuente: Elaboración propia.

4.4 Resultados de la investigación

4.4.1 Ensayos de concreto fresco

Se realizaron ensayos al concreto en estado fresco, se realizó cada ensayo a cada diseño realizado incluyendo el diseño patrón, así como a los tres diseños con porcentajes de 5%, 10% y 15% de piedra pómez. Desarrollaremos los ensayos de concreto fresco siguiendo el procedimiento establecido en las normas correspondientes en este caso la Norma Técnica Peruana y ASTM.

a. Muestreo de la muestra de concreto

Para la elaboración de probetas y ladrillos se recomienda tener listos los materiales emplear para su muestreo, el inicio de toma de muestreo de probetas debe ser inmediatamente después de retirar la mezcla de la mezcladora en una zona libre y nivelada. Se llenarán las probetas en los moldes de 4"x8" verificando que la muestra este en estado óptimo y sin segregación, vertiendo el concreto fresco a una altura adecuada por 2 etapas, luego de tener la primera capa se compactará de manera enérgica con la varilla lisa con 25 golpes verticales uniformemente en forma circular, el mismo procedimiento se repite en las siguiente capa, asimismo darle golpes al lado con la comba de goma para eliminar las burbujas existentes.

Enrasar las probetas para retirar el exceso de concreto de la superficie de los moldes y marcar cada espécimen para su control.



Figura 18: Muestreo de probetas de concreto ligero

Fuente: Elaboración propia

b. Medición de asentamiento (Slump)

Las normas del ASTM y ACI no proveen especificaciones para realizar este ensayo para el tipo de concreto ligero con piedra pómez. Sin embargo, el procedimiento realizado para la medición del Slump será el contemplado en la norma ASTM C143 Y NTP 339.045 mediante el uso del cono de abrams, la cual nos da resultados por medición en pulgadas o centímetros.

- El interior del molde debe estar húmedo para evitar la adherencia entre el concreto con la pared del cono. Luego colocar el cono en una superficie nivelada y llenar el cono en tres capas iguales y compactar circularmente con la varilla lisa con 25 golpes verticales por capa.

- Cuando las tres capas fueron compactadas se enrasa la superficie con la misma varilla empleada en la compactación. Cuidadosamente retirar el cono de forma vertical e invertirlo para su posterior medición con una wincha manual. La lectura de la medición será desde la parte inferior de la varilla lisa hasta la parte central de la muestra en pulgadas, cm o mm de acuerdo a lo requerido, este valor obtenido será el asentamiento dado de la muestra a ensayada.


En la Figura 15 se observa el ensayo de Slump mediante el cono de Abrams, del mismo modo en las Tablas N°51 y N°52 se muestran los resultados obtenidos.

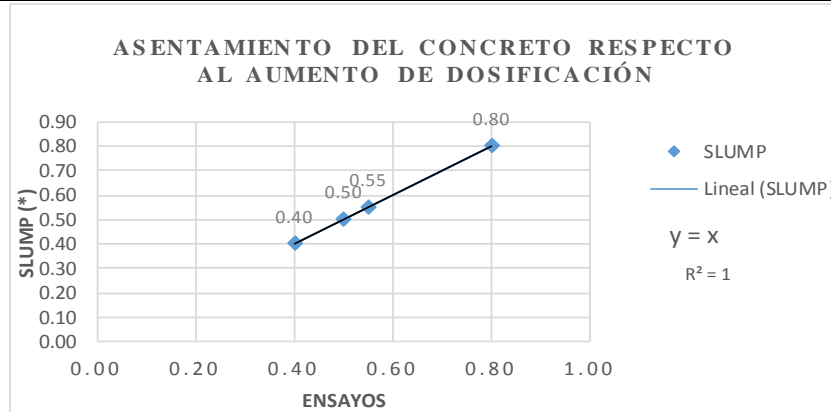


Figura 19: Asentamiento del concreto mediante el ensayo de cono de Abrams.

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°51: Gráfica de tendencia de asentamiento del concreto ligero al 0.62 de relación de a/c.

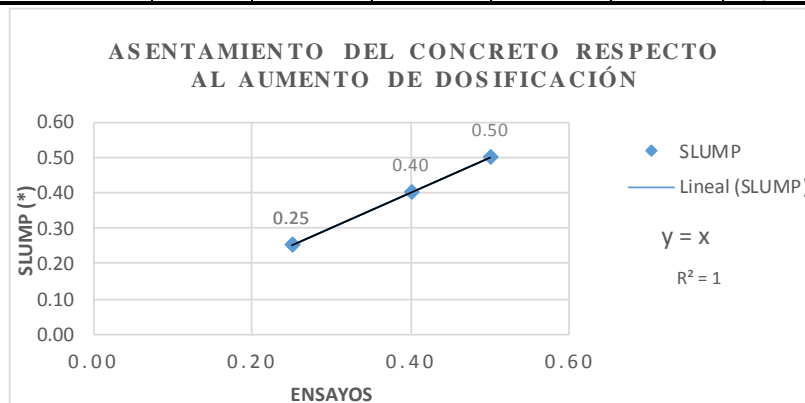
	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	ASENTAMIENTO					
DESCRIPCIÓN	CONCRETO FRESCO	NORMA	:NTP 339.035			
RELACION A/C	0.62	FECHA	VARIOS			
NOMBRE	ASENTAMIENTO	Hecho por	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas			
GRAFICA DE TENDENCIA DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO						
CODIGO	CANTIDAD DE ENSAYOS				PROMEDIO	UNIDAD
	DP0-01	DP05	DP10	DP15		
SLUMP	0.40	0.50	0.55	0.80	0.56	pulgadas (*)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°52: Grafica de tendencia de asentamiento del concreto ligero al 0.54 de relación a/c

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
	FACULTAD DE INGENIERÍA					
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
	ASENTAMIENTO					
DESCRIPCIÓN	CONCRETO FRESCO	NORMA	:NTP 339.035			
RELACION A/C	0.54	FECHA	VARIOS			
NOMBRE	ASENTAMIENTO	Hecho por	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas			
GRAFICA DE TENDENCIA DE ASENTAMIENTO DE CONCRETO						
CODIGO	CANTIDAD DE ENSAYOS				PROMEDIO	UNIDAD
	DP02-01	DP02-05	DP02-10	DP02-15		
SLUMP	0.25	0.25	0.40	0.50	0.35	pulgadas (*)



Fuente: Elaboración propia.

c. Peso unitario del concreto


Según el la norma ACI 213R-14 la clasificación del concreto ligero se da de acuerdo a su densidad y sus variantes como se muestra a continuación:

- Concreto de baja densidad: Con una densidad comprendida entre 300 kg/m³ - 1000 kg/m³. Este tipo de concreto se utiliza para partes no portantes de un edificio, tales como aislamientos y particiones, lo más regular para muros de albañilería no portantes. La resistencia de este concreto es inferior a 7 MPa y los áridos o agregados utilizados más comúnmente son vermiculita y perlita.
- Concreto de densidad media: Con una densidad en el rango de 1000 kg/m³ - 1600 kg/m³. Los áridos o agregados que se encuentran en este rango y que se utilizan para este concreto son la piedra pómez y escoria. Este tipo de concreto es generalmente un producto cementoso que puede ser utilizado como un material de soporte de carga. La resistencia mínima de este tipo de concreto es de alrededor de 17 MPa.
- Concreto de alta densidad: Con una densidad comprendida entre 1600 kg/m³ a 2200 kg/m³ y cuyo uso es estructural, es decir se utiliza para elementos de soporte de cargas. Los agregados utilizados para la fabricación de este tipo de concreto ligero son principalmente escoria expandida, ceniza volante y la pizarra.

En la presente investigación nos encontramos en el rango del concreto ligero de mediana densidad empleando como agregado piedra pómez para el diseño del concreto ligero.


Detallaremos a continuación los resultados obtenidos de peso unitario y la variación que presenta cada una de ellas al reemplazar el agregado grueso por porcentajes de 5%, 10% y 15% de piedra pómez presentadas en los diseños con relación a/c de 0.62 y 0.54 en las Tablas N°53, N°54, N°55 y N°56.

Tabla N°53: Peso unitario del Diseño Patrón DP0-01

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TIPO DE DISEÑO	DP0-01	NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C	0.62	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO - DP0-01			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +		27.18	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	21.60	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m ⁻³
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret . Real	2348.00	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret . Teorico	2283.00	kg/m3
RENDIMIENTO	PUc	1.03	


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°54: Peso unitario del Diseño DP 05

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TIPO DE DISEÑO	DP05	NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C	0.62	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO - DP 05			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +		23.70	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	18.12	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m ⁻³
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret . Real	1970.00	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret . Teorico	1777.00	kg/m3
RENDIMIENTO	PUc	1.11	


Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°55: Peso unitario del Diseño DP 10

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
TIPO DE DISEÑO	DP10	NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C	0.62	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO - DP 10			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +		22.90	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	17.32	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.70	m ⁻³
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret . Real	1883.00	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret . Teorico	1675.00	kg/m3
RENDIMIENTO	PUc	1.12	

Fuente: Elaboración propia.

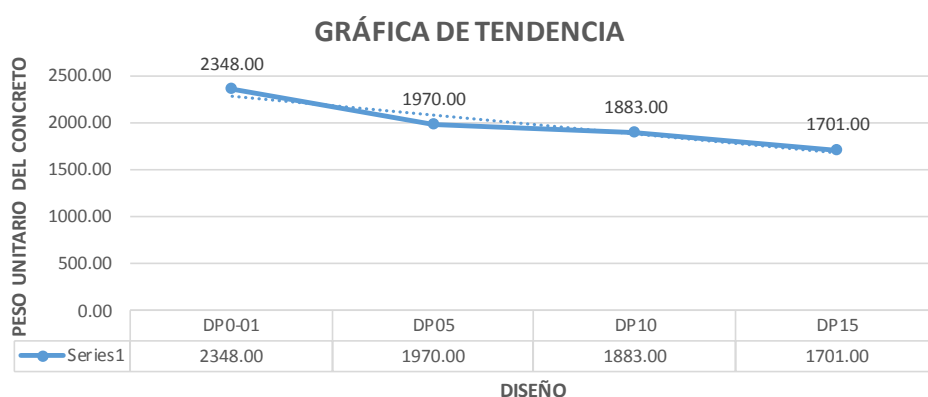
Tabla N°56: Peso unitario del Diseño DP 15

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
TIPO DE DISEÑO	DP15	NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C	0.62	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	HECHO POR	STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO - DP 15			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +		24.09	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.5800	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Ws	18.51	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.7800	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.20	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.696	m ⁻³
PESO UNITARIO CONCRETO REAL	PU concret . Real	2012.000	kg/m3
PESO UNITARIO CONCRETO TEÓRICO	PU concret . Teorico	1859.000	kg/m3
RENDIMIENTO	PUc	1.080	

Fuente: Elaboración propia.


Tabla N°57: Resultados de grafica de proyección de peso unitario del concreto ligero con relación a/c de 0.62.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO - GRAFICA		
TIPO DE DISEÑO VARIOS		NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C 0.62		FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
ENSAYO	PESO UNITARIO DEL CONCRETO	HECHO POR	STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA
			CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS
GRAFICA DE TENDENCIA DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO			




Fuente: Elaboración propia

Tabla N°58: Peso unitario del diseño DP02 -05

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TIPO DE DISEÑO	DP02-05	NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C	0.54	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	Hecho por	Stefany Cristina Ríos Mendieta
			Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO - DP02 - 05			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		22.54	kg
Peso del recipiente		5.58	kg
Peso de la muestra compactada	Ws	16.96	kg
Peso del agua + recipiente		14.78	kg
Peso del agua	Wa	9.20	kg
Factor de calibración del recipiente	f	108.70	m ⁻³
Peso unitario concreto real	PU concret . Real	1984.00	kg/m ³
Peso unitario concreto teórico	PU concret . Teorico	1713.00	kg/m ³
Rendimiento	Re	1.10	


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°59: Peso unitario del diseño DP02 -10

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
TIPO DE DISEÑO	DP02-10	NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C	0.54	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	Hecho por	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO - DP02- 10			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		22.90	kg
Peso del recipiente		5.58	kg
Peso de la muestra compactada	Ws	17.32	kg
Peso del agua + recipiente		14.78	kg
Peso del agua	Wa	9.20	kg
Factor de calibración del recipiente	f	108.70	m ⁻³
Peso unitario concreto real	PU concret . Real	1902.00	kg/m3
Peso unitario concreto teórico	PU concret . Teorico	1475.00	kg/m3
Rendimiento	Re	1.13	


Fuente: Elaboración propia

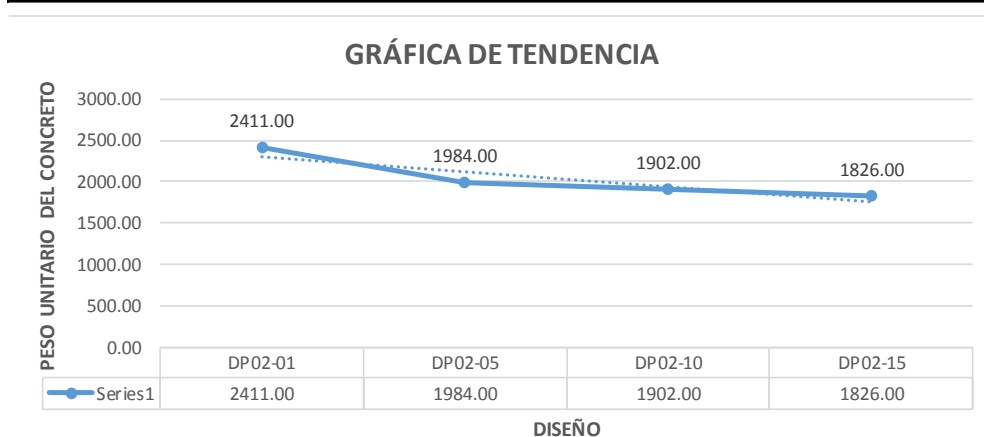
Tabla N°60: Peso unitario del diseño DP02 - 15

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA	
		FACULTAD DE INGENIERÍA	
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
		PESO UNITARIO DEL CONCRETO	
TIPO DE DISEÑO	DP02-15	NORMA	NTP 339.046
RELACION A/C	0.54	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019
NOMBRE DE LA MUESTRA	: G2	Hecho por	Stefany Cristina Ríos Mendieta Carlos Bryan Rojas Rivas
PESO UNITARIO COMPACTADO DEL CONCRETO - DP02- 15			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Peso de la muestra compactada + recipiente		22.63	kg
Peso del recipiente		5.5800	kg
Peso de la muestra compactada	Ws	17.05	kg
Peso del agua + recipiente		14.7800	kg
Peso del agua	Wa	9.20	kg
Factor de calibración del recipiente	f	108.696	m ⁻³
Peso unitario concreto real	PU concret . Real	1826.000	kg/m3
Peso unitario concreto teórico	PU concret . Teorico	1501.000	kg/m3
Rendimiento	Re	1.12	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°61: Resultados de grafica de proyección de peso unitario del concreto ligero con relación a/c de 0.54.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		
	FACULTAD DE INGENIERÍA		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
	GRÁFICA DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO		
TIPO DE DISEÑO VARIOS	NORMA	NTP 339.046	
RELACION A/C 0.54	FECHA	martes, 27 de agosto de 2019	
ENSAYO PESO UNITARIO DEL CONCRETO	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta	
		Carlos Bryan Rojas Rivas	
GRAFICA DE TENDENCIA DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO			



Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Ensayos de concreto endurecido

1) Resistencia a la compresión

En el ensayo a la compresión según la norma técnica peruana NTP 339.034 este ensayo se puede aplicar a concretos con peso unitario mayor a 800kg/m³, el método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los ensayos a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección recta de la probeta.

A continuación, mostraremos los resultados obtenidos del ensayo de compresión realizado a los especímenes a diferentes edades 3 días, 7 días, 14 días y 28 días, así mismo presentaremos datos estadísticos como el promedio la desviación estándar y el coeficiente de variación (ver Tabla 62).

Se presenta a continuación las figuras 20, 21 y 22 como presentación de ensayos.



Figura 20: Ensayo de resistencia a la compresión de muestras de probetas

Fuente: Elaboración propia



Figura 21: Preparación de ladrillos para ensayo de compresión

Fuente: Elaboración propia




Figura 22: Ensayo de asentamiento por método de cono de abrams

Fuente: Elaboración propia


Se presenta los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a diferentes edades para una relación de a/c al 0.62 y 0.54 en las tablas N°62 al N°65.

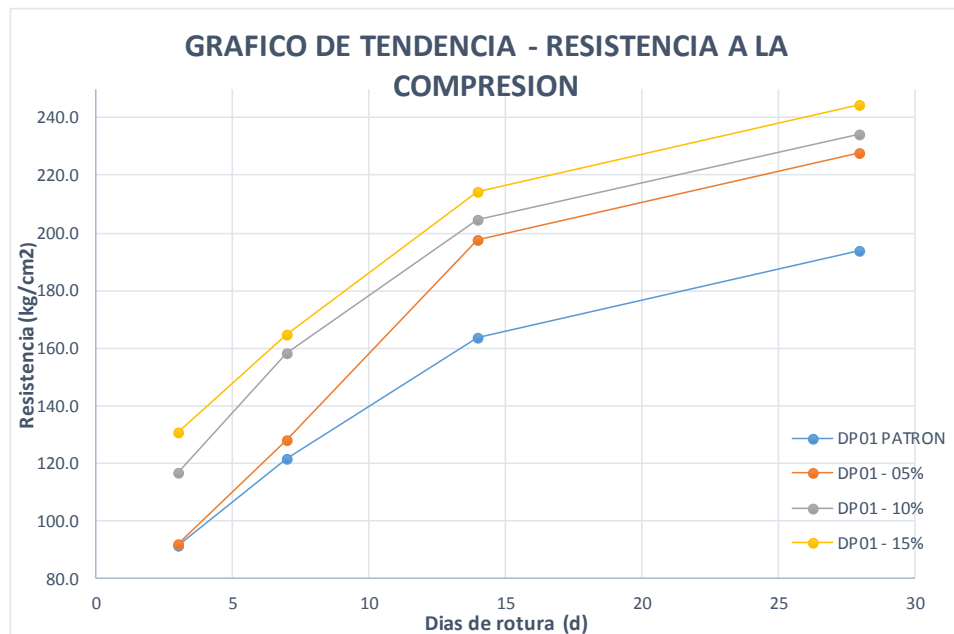
Tabla N°62: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión a diferentes edades para una relación a/c de 0.62.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN			
TIPO ENSAYO: Resistencia a la compresión		NORMA	NTP 339.034		
PROCEDENCIA Canteras Jicamarca		FECHA	VARIOS		
RELACION A/C 0.62		HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta		
N° DISEÑOS: 4			Carlos Bryan Rojas Rivas		
DISEÑOS	N° MUESTRA	DIAS DE ROTURA DE PROBETAS			
DP01		3	7	14	28
	N° Muestra	DP01 Patrón	DP01 Patrón	DP01 Patrón	DP01 Patrón
	1	89.9	109.6	155.8	185.8
	2	96.1	137.6	166.6	196.6
	3	87.9	117.9	168.7	198.7
PROM	91.3	121.7	163.7	193.7	
DP01-05		3	7	14	28
	N° Muestra	DP 05%	DP 05%	DP 05%	DP 05%
	1	92.9	127.7	193.4	223.4
	2	82.9	128.5	201	231
	3	100.8	128.3	198.2	228.2
PROM	92.2	128.2	197.5	227.5	
DP01-10		3	7	14	28
	N° Muestra	DP 10%	DP 10%	DP 10%	DP 10%
	1	107.5	160.4	187.9	217.9
	2	110	159.4	211.5	241.5
	3	133.6	155.5	213.7	243.7
PROM	117.0	158.4	204.4	234.4	
DP01-15		3	7	14	28
	N° Muestra	DP 15%	DP 15%	DP 15%	DP 15%
	1	131.8	168.6	228.6	258.6
	2	135	169.1	220.8	250.8
	3	125	156.3	193.3	223.3
PROM	130.6	164.7	214.2	244.2	
PROMEDIO		107.78	143.24	194.96	224.96
DESVIACION ESTANDAR		16.70162	20.22616	18.89003	18.87415
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		15.50%	14.12%	9.69%	8.39%

Fuente: Elaboración propia.


Tabla N°63: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades y gráfico de tendencia con relación a/c de 0.62.

	UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
	FACULTAD DE INGENIERÍA				
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
	RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESION				
TIPO ENSAYO: Resistencia a la compresión	NORMA	NTP 339.034			
PROCEDENCIA Canteras Jicamarca	FECHA	VARIOS			
RELACION A/C 0.62	HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta			
N° DISEÑOS: 4		Carlos Bryan Rojas Rivas			
DISEÑOS		DIAS DE ROTURA DE PROBETAS			
DISEÑO	UNIDAD	3	7	14	28
DP01 PATRON	Kg/cm ²	91.30	121.70	163.70	193.70
DP01 - 05%	Kg/cm ²	92.20	128.17	197.53	227.53
DP01 - 10%	Kg/cm ²	117.03	158.43	204.37	234.37
DP01 - 15%	Kg/cm ²	130.60	164.67	214.23	244.23




Fuente: Elaboración propia

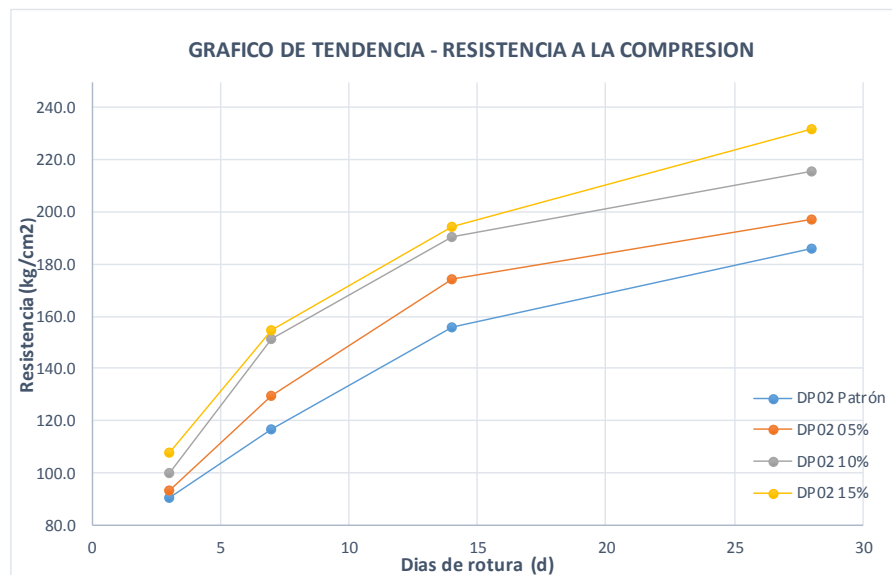
Tabla N°64: Resultado de los ensayos de resistencia a la compresión a diferentes edades para una relación a/c de 0.54.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERÍA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
		RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESIÓN				
TIPO ENSAYO Resistencia a la compresión		NORMA	NTP 339.034			
PROCEDENC Cantera Jicamarca		FECHA	VARIOS			
RELACION A/C 0.54		HECHO POR	Stefany Cristina Ríos Mendieta			
N° DISEÑOS: 4			Carlos Bryan Rojas Rivas			
DISEÑOS	N° MUESTRA	DIAS DE ROTURA DE PROBETAS				
DP02		3	7	14	28	
		N° Muestra	DP02 Patrón	DP02 Patrón	DP02 Patrón	DP02 Patrón
	1	89.11	110.25	151.3	181.3	
	2	89.88	130.2	157.3	187.3	
	PROM	90.4	116.9	155.9	185.9	
DP02-05		3	7	14	28	
		N° Muestra	DP02 05%	DP02 05%	DP02 05%	DP02 05%
	1	90.13	131.34	166.34	189.34	
	2	89.91	128.5	179.34	202.34	
	PROM	93.1	129.4	174.3	197.3	
DP02-10		3	7	14	28	
		N° Muestra	DP02 10%	DP02 10%	DP02 10%	DP02 10%
	1	92.35	138.53	184.12	214.12	
	2	97.19	159.4	189.21	209.21	
	PROM	99.9	151.1	190.5	215.5	
DP02-15		3	7	14	28	
		N° Muestra	DP02 15%	DP02 15%	DP02 15%	DP02 15%
	1	96.74	142.5	190.21	214.21	
	2	110.2	165.7	192.42	236.42	
	PROM	108.1	154.8	194.7	232.0	
PROMEDIO		97.90	138.06	178.86	207.69	
DESVIACION ESTANDAR		16.70162	20.22616	18.89003	18.87415	
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		17.06%	14.65%	10.56%	9.09%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°65: Resultados del ensayo de resistencia a la compresión a diferentes edades y gráfico de tendencia con relación a/c de 0.54.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA			
		FACULTAD DE INGENIERÍA			
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			
		RESULTADOS DE ENSAYOS DE COMPRESION			
TIPO ENSAYO: RESISTENCIA A LA COMPRESION		NORMA	NTP 339.034		
PROCEDENCIA CANTERA JICAMARCA		FECHA	VARIOS		
RELACION A/C 0.54		HECHO POR	STEFANY CRISTINA RIOS MENDIETA		
N° DISEÑOS: 4			CARLOS BRYAN ROJAS RIVAS		
DISEÑOS		DIAS DE ROTURA DE PROBETAS			
DISEÑO	UNIDAD	3	7	14	28
DP02 PATRON	Kg/cm2	90.43	116.88	155.93	185.93
DP02 - 05%	Kg/cm2	93.13	129.38	174.31	197.31
DP02 - 10%	Kg/cm2	99.95	151.14	190.51	215.51
DP02 - 15%	Kg/cm2	108.1	154.8	194.7	232.0



Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N°63 y N°65 podemos observar que la resistencia del concreto patrón llega a obtener la resistencia de diseño al cumplir los 28 días, asimismo se puede observar que al reemplazar en porcentaje el agregado grueso por la piedra pómez se ve un incremento en su resistencia, concluyendo así que a más porcentaje de piedra pómez podemos obtener un concreto de mayor resistencia de acuerdo a la gráfica de tendencia que se observa.

4.5 Diseño de ladrillo

Unidad de albañilería de dimensiones modulares fabricado por cemento portland, agua y agregados, que debe ser manipulada con una sola mano.

Se aplica en ladrillos de concreto, solido o con perforaciones, utilizados como unidades de albañilería estructural, o no estructural, es decir, que deben o no de soportar cargas, conformar albañilería confinada, muros de cierre y tabiques.

4.5.1 Clasificación

4.5.2 De acuerdo a su forma

- Ladrillo sólido

MVCS (2006) en su norma se denomina como unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área igual o mayor que el 70% del área bruta en el mismo plano. (p.10)

- Ladrillo hueco

MVCS (2006) en su norma se denomina como unidad de albañilería cuya sección transversal en cualquier plano paralelo a la superficie de asiento tiene un área equivalente menor que el 70% del área bruta en el mismo plano. (p.10)

Resistencia a la compresión

La norma (NTP 399.601-2006) clasifica los ladrillos según estos cuatro tipos.

- Tipo 24: Para su uso como unidades de enchape arquitectónico y muros exteriores sin revestimiento y para su uso donde se requiere alta resistencia a la compresión y resistencia a la penetración de la humedad y a la acción severa del frío.
- Tipo 17: Para su uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión y resistencia a la acción del frío y a la penetración de la humedad.
- Tipo 14: Para su uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.
- Tipo 10: Para su uso general donde se requiere moderada resistencia a la compresión.

4.5.3 Requisitos de diseño de ladrillo

4.5.4.1 Requisitos de resistencia y absorción

La norma (NTP 399.601-2006) nos brinda los siguientes parámetros para las unidades de ladrillos.

4.6 Variaciones permisibles en las dimensiones

Los lados ancho, alto y largo, no deben ser diferente por más o menos de 3.2mm en las dimensiones estándares del fabricante.

A menos que sea especificado de otro modo, el ladrillo debe ser macizo o hueco. Ninguna parte de algún agujero debe estar a menos de 19.1 mm de algún borde del ladrillo.

4.7 Acabado y apariencia

- a) Todos los ladrillos deben estar en buenas condiciones y libres de grietas.
- b) Si el ladrillo va ser usado en muros expuestos, el ladrillo no debe tener astillamientos o grietas.
- c) Está permitido que el 5% del envío tenga astillamientos no mayores de 12.7mm en cualquier lado, o grietas no más grandes de 0.5 mm. Y no más largas que el 25% de la altura nominal del ladrillo.

4.8 Elaboración de ladrillo de concreto

Dosificación.

La mezcla fue de arena, confitillo cemento y agua en volumen, resultando más conveniente el uso de mayor cantidad de arena para darle a los bloques una mejor textura. La dosificación de la mezcla se realizó en baldes de 20 Litros.

Mezclado

Con la ayuda de una mezcladora del tipo trompo procedemos a mezclar sin antes verificar el buen estado del trompo verificando que no tenga residuos dentro. En el siguiente orden agua, piedra, arena y cemento.

Moldeado

Una vez obtenida la mezcla y con la ayuda de la mesa vibratoria vaciamos dentro del molde metálico, con la ayuda de una varilla se acomoda la mezcla. Luego procedemos al vibrado hasta que la película de agua aparezca en la superficie para luego desmoldarla.

Para la elaboración de los ladrillos fabricamos un molde metálico para evitar la presencia de muchas anomalías e irregularidades en sus lados. Para nuestro caso el ladrillo de concreto propuesto cumplirá con las dimensiones estipuladas en la Norma Técnica Peruana 399.601(2006).

En este caso los ladrillos de concreto será de las siguientes dimensiones 12cm x 24cm x 9cm estas dimensiones están dentro de los límites de la norma

Fraguado

Arrieta F. (2001) define el fraguado como el periodo de fraguado debe ser de 4 a 8 horas, pero se recomienda dejar los bloques de un día para otro. Si los bloques se dejarán expuestos al sol o a vientos fuertes se ocasionaría una pérdida rápida del agua de la mezcla, o sea un secado prematuro, que reducirá la resistencia final de los bloques y provocará fisuramiento del concreto. Luego de ese tiempo, los bloques pueden ser retirados y ser colocados en rumas para su curado. (p.25)

Curado

Para el curado tenemos que mantener el espécimen con presencia de agua para obtener una buena calidad y resistencia de la mezcla.

Secado

La zona donde se almacene los bloques, no deben estar humedecidos con lluvia antes de los 28 días, que es su período de endurecimiento. Si no se dispone de una cubierta o techo, se debe proteger con plástico.

4.9 Concreto vibrado

Teoría de la vibración

La vibración es el método de asentamiento práctico más efectivo, dando un concreto de características bien definidas como son la compacidad, resistencia mecánica y un buen acabado.

Con el efecto de la vibración el concreto recibe una serie de sacudidas con una frecuencia elevada, gracias a este efecto el concreto tiende a estar en estado suelto según su consistencia por consecuencia entra en un estado de acomodo y se va asentando de manera uniforme reduciendo notablemente el aire atrapado.

La vibración soluciona el problema de concretos con una consistencia seca permitiendo el empleo de mezclas con asentamiento entre 0'' a 1''.

En la figura 23 se presenta la vibración de las muestras de ladrillos en mesa vibradora.



Figura 23: Vibración de muestras en mesa vibradora

Fuente: elaboración propia

Principios de concreto vibrado

La vibración puede ser de alta o de baja frecuencia, es baja cuando los valores usuales de 3000 vibraciones por minuto y cuando estas son iguales o superiores a 6000 vibraciones por minuto se consideran de alta frecuencia.

El tiempo que dura la vibración depende de la frecuencia, calidad de agregado, cemento de la mezcla. Cuando se aumenta la frecuencia disminuye el tiempo de vibrado. Cuando se utiliza la vibración muy enérgica y prolongada puede producirse efectos desfavorables. La vibración se da por completa cuando la lechada del cemento empieza a fluir a la superficie.

Propiedades de concreto vibrado

- a) Compacidad. - al emplear la mezcla entre el agua y el cemento continua el proceso de hidratación donde el agua tiende a evaporarse dejando gran cantidad

de poros. Esta situación trae como exigencia la necesidad de reducir la cantidad de agua de amasado con el fin de lograr un concreto de gran compacidad.

- b) Impermeabilidad. - la granulometría es importante en la impermeabilidad, siendo una granulometría continua y un elevado dosaje de cemento, continuado con una energía de vibración, por consecuencia obtenemos un concreto impermeable.
- c) Resistencia mecánica. - la resistencia del concreto aumenta si se aplica una vibración intensa.
- d) Desmontaje. - si el concreto tiene una granulometría adecuada y se amasa con poca agua se puede conseguir un desmolde inmediato. La unidad se rompe la causa puede ser por exceso de agua o de material fino. La rotura también puede ser al no estar consolidado el concreto es decir de poca vibración.
- e) Resistencia a la abrasión y congelamiento. – al ser un concreto vibrado la resistencia al desgaste es mayor, también es resistente a las heladas por tener menos agua de amasado y ser más compacto.

Materiales y herramientas para la producción de ladrillos de concreto

- a) Agregado Fino: Nuestro agregado fino fue adquirido por bolsas en la tienda Promart de la empresa Unicon. (Cantera Jicamarca)
Del agregado fino se obtuvo los siguientes ensayos:
Análisis granulométrico.
Peso específico.
Porcentaje de Absorción.
Peso Unitario.
Contenido de Humedad.
Dichos ensayos fueron fundamentales para nuestro diseño de mezcla.
- b) Agregado grueso: El agregado grueso fue de la cantera Jicamarca. El material analizado fue específicamente de confitillo. Al material grueso también se realizaron los mismos ensayos que el agregado fino.
- c) Piedra pómez: la piedra pómez fue traída de las orillas en las playas de huacho.

- d) Cemento Hs: se usó este tipo de cemento porque la piedra pómez tiene un moderado % de sales y para evitar el sulfato se usó este tipo de cemento.
- e) Molde Metálico: el molde metálico que se usó para la producción de los ladrillos fue de 24cm x 9.5cm x 12 cm.

A continuación se presenta en la figura 24 el molde metálico para la producción de ladrillos.



Figura 24: Molde metálico para producción de ladrillos

Fuente: Elaboración propia

- Mesa Vibratoria: la mesa vibratoria se usó para que se asiente de manera uniforme los agregados en el molde metálico y el ladrillo tenga un mejor acabado.
- Mezcladora, espátula, lampa, cucharón y plástico también fueron herramientas esenciales para la fabricación del ladrillo.

4.10 Dosificación de mezclas para la producción de ladrillos

Con los datos obtenidos en los agregados se trabajó con un diseño de mezcla por el método de la combinación. La siguiente tabla es la dosificación para fabricar 13 ladrillos de concreto.

Se presenta la siguiente tabla N°66 con la presentación de dosificación de materiales para la elaboración de ladrillo de concreto ligero.

Tabla N°66: Dosificación de materiales para elaboración de ladrillo de concreto ligero

	Agua (Lt)	Piedra(confitillo)kg	Cemento(kg)	Arena(kg)	Piedra Pómez(kg)
Patrón	8.96	19.05	14.19	48.14	-
5%	8.96	18.10	14.19	48.14	0.95
10%	8.96	17.15	14.19	48.14	1.90
15%	8.96	16.19	14.19	48.14	2.86

Fuente: elaboración Propia

Los ensayos necesarios para la evaluar el comportamiento de los ladrillos y el número de unidades necesarias para llevarlos a cabo están determinados en la NTP 399.604. Donde nos indica que necesitamos los ensayos dimensionamiento, resistencia a la compresión, absorción, peso unitario (densidad) y contenido de humedad. Según el siguiente cuadro se detalla la cantidad de ladrillos que usaremos para cada ensayo, las muestras serán tomadas a los 28 días.

Se presenta la cantidad de ladrillos requeridos para ensayos de propiedades de ladrillo en la tabla N°67.

Tabla N°67: Cantidad de ladrillos requeridos para ensayos de propiedades de ladrillo

Tipo de ensayo	MUESTRAS
Compresión por unidad	6
absorción	4
Contenido de humedad	3
dimensionamiento	10
Compresión por pila	3
Alabeo	10

Fuente: Elaboración propia

4.11 Ensayo de propiedades del ladrillo de concreto ligero

a) Variación dimensional. - Para hallar la variación dimensional de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicado en las Normas NTP 399.613 y 399.604.

Materiales

- Ladrillos de concreto
- Regla metálica de 30 cm

Procedimiento

Se toman medidas en lo largo, ancho y alto con una regla de precisión de 0.01 mm. Cuatro medidas del ladrillo.

Resultados

Una vez obtenido las dimensiones se saca el promedio de las cuatro dimensiones tomadas. Para luego sacar el porcentaje, respecto a la dimensión utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Variación \%} = \frac{\text{ME} - \text{MP}}{\text{ME}} * 100$$

Donde:

Variación % = Variación de la dimensión (porcentaje)

ME = Medida especificada por el fabricante (mm)

MP = Medida promedio (mm)

b) Alabeo.- Para el análisis de alabeo de las unidades de albañilería, se seguirá el procedimiento indicada en la Norma NTP399.613.

Una regla graduada de acero con divisiones desde un extremo, de 1mm. O alternativamente una cuña de medición de 60mm. De longitud por 12,5mm. De ancho por 12,5mm. De espesor en un extremo, el que va reduciéndose hasta llegar a cero en el otro extremo. La cuña deberá estar graduada y numerada en divisiones de 1mm. (NTP 399.613, 2005)

Se presenta la figura 25 el diseño de taco de madera para ensayo de alabeo.

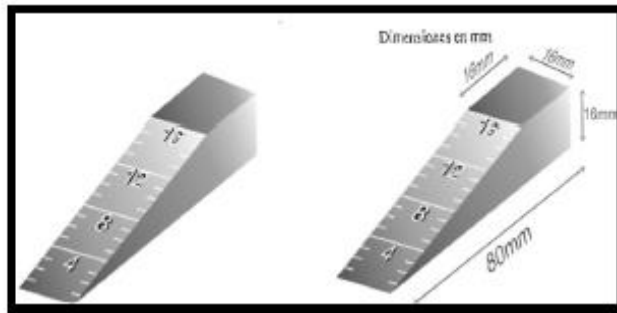


Figura 25: Taco de madera para ensayo de alabeo
Fuente: NTP 399.613

C) Ensayo de resistencia a compresión del bloque de concreto ($f'c$)

Equipos y aparatos

Máquina de ensayo:

La máquina será equipada con dos bloques de soporte de acero, uno de los cuales es una rótula con plato que transmitirá la carga a la superficie superior del espécimen de albañilería, y la otra un bloque rígido plano sobre el cual descansará el espécimen. Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir la sección del espécimen de albañilería refrentado, se colocará entre estos y el espécimen placas de acero que cumplan los requisitos del apartado siguiente, después que el centroide de la superficie de apoyo de la albañilería se haya alineado con el centro de la rótula.

Bloques de soporte de acero y platos:

Las superficies de los bloques de soporte de acero y las placas no se apartarán de un plano por más de 0,025 mm en cualquier dimensión de 152,4mm. El centro de la esfera de la rótula coincidirá con el centro de su cara de apoyo. Si se utiliza placa de apoyo, el centro de la esfera de la rótula reposará en una línea que pasa verticalmente a través del centroide de la cara de apoyo del espécimen. El plato de la rótula podrá girar en cualquier dirección. El diámetro de la cara de los bloques de soporte será por lo menos de 152,4mm. Cuando el área de los bloques no sea suficiente para cubrir el área del espécimen, se colocará entre estos y el espécimen refrentado, placas de acero con un espesor no menor de 25,4mm. La longitud y el ancho de la placa de acero serán de por lo menos 15mm mayor que la longitud y ancho del espécimen.

Procedimiento Unidades de Prueba

De las seis unidades muestreadas, tres serán ensayadas en compresión. Después de la llegada al laboratorio, almacene (no apiladas y separadas por no menos de 13 mm en todos sus lados) en aire a una temperatura de $24\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 8\text{ }^{\circ}\text{C}$ y una humedad relativa de menos de 80 % por no menos de 48 horas. Alternativamente, si los resultados de la compresión son requeridos prontamente, almacene unidades no apiladas en el mismo ambiente descrito arriba con una corriente de aire proporcionada por un ventilador eléctrico que pase sobre ellas por un período no menor de 4 horas. Se continúa hasta que dos pesadas sucesivas a intervalos de 2 horas muestren un incremento de pérdida no mayor que 0,2 % del peso previo determinado del espécimen y hasta que ninguna humedad o mancha de humedad sea visible sobre cualquiera de las superficies de la unidad. Los especímenes no serán sometidos a secado en horno. Los especímenes serán unidades enteras.

Condición de humedad de los especímenes:

Cuando se ensayen los especímenes, estarán libres de humedad visible o manchas de humedad.

Velocidad de ensayo:

Aplicar la carga hasta la mitad de la máxima prevista a cualquier velocidad conveniente, después ajustar los controles de la máquina para dar un recorrido uniforme del cabezal móvil tal que la carga restante sea aplicada en no menos de 1 minuto y no más de 2 minutos.

Carga máxima:

Registrar la carga de compresión máxima en Newtons como $P_{m\acute{a}x}$.

Cálculo

Área bruta: Calcular el área bruta como sigue (rojas y jara 2016):

Área bruta (A_g), $\text{mm}^2 = L \times W$ (6)

Donde:

A_g = área bruta del espécimen, mm^2

L = longitud promedio del espécimen, mm

W = ancho promedio del espécimen, mm

El área bruta de la sección transversal de un espécimen es el área total de la sección perpendicular a la dirección de la carga, incluyendo áreas dentro

de las celdas y espacios reentrantes, a menos que estos espacios vayan a ser ocupados por porciones de la albañilería adyacente.

d) Ensayo de Absorción (NTP 399.604, 2015)

Equipos y aparatos

Aparato: La balanza utilizada será sensible dentro del 0,5 % del peso del espécimen más pequeño probado.

Ensayo del Espécimen

Se analizará 3 unidades enteras que estén marcadas y pesadas.

Procedimiento

Sumergir los especímenes de prueba en agua a una temperatura de 15,6 °C a 26,7 °C por 24 horas. Pesar los especímenes mientras está suspendido por un alambre de metal y sumergidos totalmente en agua y registrar W_i (peso sumergido). Sacar del agua y permitir el drenado por 1 minuto colocándolo en una malla de alambre más grueso de 9,5mm. retirando el agua superficial visible con un paño húmedo; pesar y registrar como W_s (peso saturado).

Secado

Subsecuente a la saturación, secar los especímenes en un horno ventilado a 100°C a 115°C por no menos de 24 horas y hasta que dos pesadas sucesivas en intervalos de 2 horas muestren un incremento de la pérdida no mayor que 0,2 % del peso último previamente determinado del espécimen. Registrar los pesos de los especímenes secados W_d (peso secado al horno).

Cálculos

Absorción, % = $[(W_s - W_d) / W_d] \times 100$

W_s = peso saturado del espécimen, (kg)

W_d = peso seco al horno del espécimen, (kg).

e) Ensayo de contenido de humedad

Contenido de humedad= $\{(w_r - w_d) / (w_s - w_d)\} \times 100$

Donde:

W_r = Peso recibido de la unidad en Kg.


W_d = Peso seco al horno de la unidad kg.

W_s = Peso saturado de la unidad kg.

Toma de datos de los ensayos para relación de agua y cemento de 0.54.


Se presenta en la tabla N°68 la toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño patrón

Tabla N°68: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño patrón

				UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
				FACULTAD DE INGENIERIA							
				LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO											
Nombre de la muestra		: Patron		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta					
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas					
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)			Ancho(cm)			altura(cm)		
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	24	PROM. Largo	PROM. Ancho	12	PROM. Alto	VARIACION EN %		
									LARGO	ANCHO	ALTO
M-1	24.0	12.1	9.6	24	24.0	12.1	9.6	-0.1%	-0.6%	-0.8%	
	24.0	12.1	9.5								
	24.1	12.0	9.6								
	24.0	12.1	9.6								
M-2	24.0	12.1	9.5	24	24.0	12.1	9.6	-0.1%	-1.0%	-0.8%	
	24.0	12.1	9.6								
	24.1	12.1	9.6								
	24.0	12.2	9.6								
M-3	24.0	12.2	9.6	24	24.0	12.2	9.6	-0.1%	-1.7%	-0.5%	
	24.1	12.2	9.5								
	24.0	12.2	9.5								
	24.0	12.2	9.6								
M4	24.1	12.1	9.5	24.1	24.1	12.2	9.6	-0.3%	-1.3%	-0.5%	
	24.1	12.2	9.5								
	24.1	12.2	9.6								
	24.0	12.1	9.6								
M-5	24.1	12.0	9.6	24.1	24.1	12.1	9.6	-0.5%	-0.6%	-0.5%	
	24.2	12.0	9.6								
	24.1	12.2	9.5								
	24.1	12.1	9.5								
M-6	24.0	12.1	9.5	24.1	24.1	12.1	9.5	-0.2%	-0.6%	-0.3%	
	24.1	12.0	9.6								
	24.1	12.1	9.5								
	24.0	12.1	9.5								
M7	24.2	12.1	9.5	24.1	24.1	12.1	9.5	-0.4%	-0.4%	-0.3%	
	24.1	12.0	9.5								
	24.0	12.1	9.6								
	24.1	12.0	9.5								
M-8	24.0	12.1	9.6	24.1	24.1	12.1	9.6	-0.3%	-0.6%	-0.8%	
	24.0	12.1	9.6								
	24.1	12.1	9.5								
	24.2	12.0	9.6								
M-9	24.0	12.1	9.5	24.1	24.1	12.1	9.5	-0.3%	-0.6%	0.0%	
	24.1	12.1	9.5								
	24.1	12.0	9.5								
	24.1	12.1	9.5								
M-10	24.1	12.0	9.6	24.1	24.1	12.1	9.5	-0.5%	-0.8%	-0.3%	
	24.2	12.1	9.5								
	24.1	12.2	9.5								
	24.1	12.1	9.5								
								PROMEDIO	-0.3%	-0.8%	-0.5%


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°69: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño 5% de piedra pómez

				UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
				FACULTAD DE INGENIERIA						
				LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
				ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 5%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta				
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	altura(cm)	9.5		
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	PROM. Largo	PROM. Ancho	PROM. Alto	VARIACION EN %			
							LARGO	ANCHO	ALTO	
M-1	24.1	12.0	9.7	24.2	12.1	9.7	-0.7%	-0.4%	-1.6%	
	24.2	12.0	9.6							
	24.2	12.1	9.7							
	24.2	12.1	9.6							
M-2	24.1	12.0	9.7	24.1	12.0	9.7	-0.3%	-0.2%	-1.8%	
	24.1	12.0	9.7							
	24.1	12.0	9.7							
	24.0	12.1	9.6							
M-3	24.0	12.1	9.6	24.0	12.1	9.6	0.0%	-1.0%	-0.8%	
	24.0	12.1	9.6							
	24.0	12.1	9.5							
	24.0	12.2	9.6							
M-4	24.1	12.1	9.5	24.2	12.1	9.6	-0.6%	-0.6%	-0.5%	
	24.1	12.0	9.6							
	24.2	12.1	9.5							
	24.2	12.1	9.6							
M-5	24.1	12.2	9.5	24.1	12.2	9.6	-0.5%	-1.2%	-0.5%	
	24.1	12.1	9.5							
	24.1	12.1	9.6							
	24.2	12.2	9.6							
M-6	24.0	12.2	9.5	24.1	12.1	9.5	-0.2%	-1.0%	-0.3%	
	24.0	12.1	9.5							
	24.1	12.1	9.5							
	24.1	12.1	9.6							
M-7	24.2	12.0	9.5	24.2	12.1	9.5	-0.6%	-0.6%	-0.3%	
	24.2	12.1	9.6							
	24.1	12.1	9.5							
	24.1	12.1	9.5							
M-8	24.0	12.2	9.6	24.1	12.2	9.7	-0.5%	-1.5%	-1.8%	
	24.2	12.1	9.7							
	24.2	12.2	9.7							
	24.1	12.2	9.7							
M-9	24.0	12.2	9.7	24.1	12.2	9.7	-0.2%	-1.3%	-1.6%	
	24.0	12.1	9.6							
	24.1	12.2	9.7							
	24.1	12.1	9.6							
M-10	24.0	12.1	9.6	24.1	12.2	9.7	-0.5%	-1.3%	-1.8%	
	24.2	12.2	9.7							
	24.2	12.2	9.7							
	24.1	12.1	9.7							
							PROMEDIO	-0.4%	-0.9%	-1.1%


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°70: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño 10% de piedra pómez

				UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
				FACULTAD DE INGENIERIA					
				LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO									
Nombre de la muestra			: Piedra Pomez 10%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:			: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	altura(cm)	9.5	
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	PROM. Largo	PROM. Ancho	PROM. Alto	VARIACION EN %		
							LARGO	ANCHO	ALTO
M-1	23.9	12.0	9.8	24.0	12.0	9.7	-0.1%	-0.2%	-2.1%
	24.0	12.1	9.8						
	24.1	12.0	9.6						
	24.1	12.0	9.6						
M-2	24.1	12.1	9.4	24.2	12.1	9.5	-0.7%	-1.0%	0.0%
	24.2	12.1	9.4						
	24.2	12.2	9.6						
	24.2	12.1	9.6						
M-3	24.2	12.1	9.5	24.2	12.1	9.5	-0.6%	-0.9%	0.0%
	24.2	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.5						
M-4	24.1	12.1	9.5	24.1	12.0	9.6	-0.3%	-0.2%	-0.5%
	24.2	12.0	9.6						
	24.0	12.0	9.5						
	24.0	12.0	9.6						
M-5	24.0	12.0	9.5	24.1	12.1	9.5	-0.2%	-0.4%	0.0%
	24.0	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.0	9.5						
M-6	24.1	12.0	9.5	24.2	12.1	9.6	-0.7%	-1.0%	-0.5%
	24.2	12.2	9.6						
	24.2	12.1	9.6						
	24.2	12.2	9.5						
M-7	24.1	12.3	9.6	24.2	12.3	9.6	-0.8%	-2.3%	-0.8%
	24.2	12.2	9.5						
	24.2	12.3	9.6						
	24.3	12.3	9.6						
M-8	24.1	12.2	9.8	24.2	12.2	9.7	-0.6%	-1.7%	-2.4%
	24.1	12.3	9.7						
	24.2	12.2	9.7						
	24.2	12.1	9.7						
M-9	24.2	12.3	9.6	24.2	12.2	9.7	-0.9%	-1.9%	-1.6%
	24.2	12.1	9.6						
	24.3	12.2	9.7						
	24.2	12.3	9.7						
M-10	24.1	12.2	9.6	24.2	12.1	9.6	-0.6%	-1.0%	-0.8%
	24.3	12.1	9.6						
	24.1	12.1	9.6						
	24.1	12.1	9.5						
PROMEDIO							-0.6%	-1.1%	-0.9%

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°71: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño 15% de piedra pómez

				UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
				FACULTAD DE INGENIERIA						
				LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
				ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 15%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta				
Fecha:		: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas						
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	altura(cm)	9.5		
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	PROM. Largo	PROM. Ancho	PROM. Alto	VARIACION EN %			
							LARGO	ANCHO	ALTO	
M-1	24.1	12.1	9.5	24.1	12.1	9.6	-0.3%	-0.4%	-0.5%	
	24.1	12.0	9.5							
	24.1	12.1	9.6							
	24.0	12.0	9.6							
M-2	24.0	12.1	9.5	24.1	12.0	9.6	-0.2%	-0.2%	-0.8%	
	24.0	12.0	9.6							
	24.1	12.0	9.6							
	24.1	12.0	9.6							
M-3	24.1	12.0	9.7	24.1	12.0	9.7	-0.4%	-0.2%	-1.8%	
	24.1	12.0	9.7							
	24.1	12.0	9.7							
	24.1	12.1	9.6							
M-4	24.0	12.1	9.6	24.0	12.1	9.6	0.0%	-0.8%	-0.8%	
	24.0	12.1	9.6							
	24.0	12.1	9.5							
	24.0	12.1	9.6							
M-5	24.1	12.1	9.5	24.1	12.1	9.5	-0.4%	-0.6%	-0.3%	
	24.1	12.0	9.5							
	24.1	12.1	9.5							
	24.1	12.1	9.6							
M-6	24.1	12.1	9.5	24.1	12.1	9.5	-0.5%	-1.0%	-0.3%	
	24.1	12.1	9.5							
	24.1	12.1	9.5							
	24.2	12.2	9.6							
M-7	24.2	12.1	9.7	24.1	12.0	9.6	-0.5%	-0.2%	-0.5%	
	24.1	12.0	9.5							
	24.0	12.0	9.5							
	24.2	12.0	9.5							
M-8	24.0	12.1	9.6	24.1	12.1	9.5	-0.3%	-0.4%	0.5%	
	24.1	12.0	9.6							
	24.1	12.1	9.0							
	24.1	12.0	9.6							
M-9	24.0	12.1	9.5	24.2	12.1	9.5	-0.6%	-0.4%	-0.3%	
	24.2	12.0	9.5							
	24.3	12.0	9.5							
	24.1	12.1	9.6							
M-10	24.2	12.0	9.6	24.2	12.1	9.6	-0.7%	-0.4%	-0.8%	
	24.2	12.0	9.6							
	24.2	12.2	9.5							
	24.1	12.0	9.6							
							Promedio	-0.4%	-0.5%	-0.6%

Fuente: Elaboración propia


Obteniendo los resultados los porcentajes son menores del 2% por lo cual es aceptable según la norma E070. Por lo que se deduce que la unidad es aceptable en dimensionamiento.

Tabla N°72: Toma de datos para análisis de alabeo del diseño patrón.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Patron	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M -1	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-2	0.0	2.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-3	0.0	0.0	-	0.0	1.5	CONVEXO
M-4	0.0	1.5	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-6	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°73: Toma de datos para el análisis de alabeo con el 5% e piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 5%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M -1	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-2	0.0	2.5	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-3	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-4	0.0	0.0	-	0.0	1.5	CONVEXO
M-5	0.0	2.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-6	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°74: Toma de datos para análisis de alabeo de 10% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 10%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M -1	0.0	2.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-3	0.0	0.0	-	0.0	2.0	CONVEXO
M-4	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-5	0.0	1.5	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-6	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°75: Toma de datos para el análisis de alabeo con el 15% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 15%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M-1	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-3	2.0	0.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-4	0.0	0.0	-	0.0	1.5	CONVEXO
M-5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-6	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°76: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño patrón

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
ANALISIS DE ABSORCION							
Nombre de la muestra		: Patron	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3	ABSORCION %		
M-1	5.85	4.57	5.51	265.5	6%		
M-2	5.66	4.41	5.47	151.6	3%		
M-3	5.70	4.50	5.50	166.7	4%		
				PROMEDIO ABSORCION%	4%		


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°77: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño 5% piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
ANALISIS DE ABSORCION							
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez en 5%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3	ABSORCION %		
M-1	5.801	4.503	5.550	193.3	5%		
M-2	5.802	4.500	5.605	151.3	4%		
M-3	5.679	4.426	5.580	79.0	2%		
				PROMEDIO ABSORCION%	3%		


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°78: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño 10% piedra pómez

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERIA						
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ANALISIS DE ABSORCION						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez en 10%		Hecho por:	Stefany Cristina Rios Mendieta			
Fecha:		: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3		ABSORCION %		
M-1	5.821	4.510	5.705	88.4		2%		
M-2	5.721	4.438	5.620	78.5		2%		
M-3	5.745	4.451	5.605	108.2		2%		
				PROMEDIO ABSORCION%		2%		


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°79: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño 15% piedra pómez

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERIA						
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ANALISIS DE ABSORCION						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez en 15%		Hecho por:	Stefany Cristina Rios Mendieta			
Fecha:		: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3		ABSORCION %		
M-1	5.577	4.322	5.450	101.2		2%		
M-2	5.688	4.410	5.600	68.5		2%		
M-3	5.639	4.389	5.500	111.2		3%		
				PROMEDIO ABSORCION%		2%		


Con los datos obtenidos podemos verificar que los ladrillos de concreto cumplen la norma NTP 399.601 siendo el porcentaje de absorción menor a 12%. Por la cual las unidades son aceptadas como ladrillos.

Tabla N°80: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (patrón).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD					
Nombre de la muestra		: Patron		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas	
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm ²)	CARGA (Kg)	RESISTENCIA f^b (kg/cm ²)	
M -1	24.1	9.6	12.1	231.4	43587.5	188.40	
M-2	24.1	9.5	12.0	229.0	43535.8	190.15	
M-3	24.1	9.6	12.0	231.4	43055.0	186.10	
M-4	24.1	9.6	12.1	231.4	43183.8	186.65	
M-5	24.1	9.4	12.1	226.5	43991.8	194.19	
M-6	24.1	9.5	12.1	229.0	43856.0	191.55	
PROMEDIO						189.51	
DESVIACION ESTANDAR						3.08	
RESISTENCIA fb (kg/cm ²)						186.42	


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°81: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (5% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
		ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD					
Nombre de la muestra		: Piedra pomez 5%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas	
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm ²)	CARGA (Kg)	RESISTENCIA f^b (kg/cm ²)	
M -1	24.1	9.6	12.1	231.4	34217.5	147.90	
M-2	24.2	9.5	12.0	229.9	34859.0	151.63	
M-3	24.2	9.6	12.0	232.3	34696.1	149.35	
M-4	24.1	9.6	12.1	231.4	34946.0	151.05	
M-5	24.1	9.4	12.1	226.5	34816.5	153.69	
M-6	24.1	9.5	12.1	229.0	34622.8	151.22	
PROMEDIO						150.80	
DESVIACION ESTANDAR						1.99	
RESISTENCIA fb (kg/cm ²)						148.81	


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°82: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (10% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERIA						
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 10%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas		
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)		24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)	RESISTENCIA f'b (kg/cm2)		
M -1	24.1	9.6	12.1	231.4	36314.6	156.96		
M-2	24.1	9.5	12.0	229.0	36021.8	157.33		
M-3	24.1	9.6	12.1	231.4	34055.3	147.20		
M-4	24.1	9.6	12.1	231.4	36246.4	156.67		
M-5	24.1	9.4	12.1	226.5	36758.3	162.26		
M-6	24.1	9.5	12.1	229.0	36623.1	159.96		
PROMEDIO						156.73		
DESVIACION ESTANDAR						5.14		
RESISTENCIA fb (kg/cm2)						151.59		

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°83: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (15% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERIA						
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez en 15%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas		
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)		24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)	RESISTENCIA f'b (kg/cm2)		
M -1	24.1	9.6	12.1	231.4	44880.0	193.98		
M-2	24.2	9.5	12.1	229.9	44614.2	194.06		
M-3	24.2	9.6	12.0	232.3	44055.7	189.63		
M-4	24.2	9.6	12.0	232.3	44069.1	189.69		
M-5	24.2	9.4	12.0	227.5	44289.1	194.69		
M-6	24.2	9.5	12.0	229.9	44545.2	193.76		
PROMEDIO						192.64		
DESVIACION ESTANDAR						2.32		
RESISTENCIA fb (kg/cm2)						190.31		

Fuente: Elaboración propia


Observando los resultados el ladrillo cumple el requisito del tipo de ladrillo 14 según la NTP 399.601. por lo cual cumple con el requisito de la norma.

Tabla N°84: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (patrón).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
		ANALISIS DE COMPRESION POR PILA							
Nombre de la Muestra		: Patron		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)	fm(kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	fm(kg/cm2)
M -1	24.1	31.5	12.1	291.6	33554.8	115.1	2.60	0.82	94.67
M-2	24.1	31.5	12.1	291.6	33675.9	115.5	2.60	0.82	95.01
M-3	24.1	31.4	12.1	291.6	33741.6	115.7	2.60	0.82	94.99
RESISTENCIA PROMEDIO fm								94.89	
DESVIACION ESTANDAR								0.19	
RESISTENCIA fm (kg/cm2)								94.70	


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°85: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (5% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
		ANALISIS DE COMPRESION POR PILA							
Nombre de la Muestra		: Piedra Pomez 5%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)	fm(kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	fm(kg/cm2)
M -1	24.1	31.5	12.1	291.6	37189.0	127.5	2.60	0.82	104.92
M-2	24.1	31.6	12.2	294.0	37543.1	127.7	2.59	0.82	104.68
M-3	24.1	31.5	12.1	291.6	37846.6	129.8	2.60	0.82	106.78
RESISTENCIA PROMEDIO fm								105.46	
DESVIACION ESTANDAR								1.15	
RESISTENCIA fm (kg/cm2)								104.32	


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°86: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (10% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
		ANALISIS DE COMPRESION POR PILA							
Nombre de la Muestra		: Piedra Pomez 10%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)	fm(kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	fm(kg/cm2)
M -1	24.1	31.5	12.1	291.6	36385.3	124.8	2.60	0.82	102.65
M-2	24.1	31.5	12.2	294.0	36846.1	125.3	2.58	0.82	102.51
M-3	24.1	31.5	12.1	291.6	36849.3	126.4	2.60	0.82	103.96
RESISTENCIA PROMEDIO fm								103.04	
DESVIACION ESTANDAR								0.80	
RESISTENCIA fm (kg/cm2)								102.25	

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°87: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (15% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
ANALISIS DE COMPRESION POR PILA									
Nombre de la Muestra		: Piedra Pomez 15%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas					
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)	fm(kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	fm(kg/cm2)
M-1	24.1	31.5	12.1	291.6	34693.1	119.0	2.60	0.82	97.88
M-2	24.1	31.5	12.2	294.0	34745.6	118.2	2.58	0.82	96.67
M-3	24.1	31.4	12.1	291.6	34815.9	119.4	2.60	0.82	98.01
RESISTENCIA PROMEDIO fm								97.52	
DESVIACION ESTANDAR								0.74	
RESISTENCIA fm (kg/cm2)								96.78	

Fuente: Elaboración propia


Toma de datos de los ensayos para relación de agua y cemento (a/c) de 0.62% se presenta en las tablas N° 88 al N°91.

Tabla N°88: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño patrón

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO									
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 5%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta			
Fecha:		: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas					
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	altura(cm)	9.5	
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	PROM. Largo	PROM. Ancho	PROM. Alto	VARIACION EN %		
							LARGO	ANCHO	ALTO
M-1	24.1	12.0	9.7	24.2	12.1	9.7	-0.7%	-0.4%	-1.6%
	24.2	12.0	9.6						
	24.2	12.1	9.7						
	24.2	12.1	9.6						
M-2	24.1	12.0	9.7	24.1	12.0	9.7	-0.3%	-0.2%	-1.8%
	24.1	12.0	9.7						
	24.0	12.1	9.6						
	24.0	12.1	9.6						
M-3	24.0	12.1	9.6	24.0	12.1	9.6	0.0%	-1.0%	-0.8%
	24.0	12.1	9.5						
	24.0	12.2	9.6						
	24.1	12.1	9.5						
M-4	24.1	12.1	9.5	24.2	12.1	9.6	-0.6%	-0.6%	-0.5%
	24.1	12.0	9.6						
	24.2	12.1	9.5						
	24.2	12.1	9.6						
M-5	24.1	12.2	9.5	24.1	12.2	9.6	-0.5%	-1.2%	-0.5%
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.6						
	24.2	12.2	9.6						
M-6	24.0	12.2	9.5	24.1	12.1	9.5	-0.2%	-1.0%	-0.3%
	24.0	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.6						
M-7	24.2	12.0	9.5	24.2	12.1	9.5	-0.6%	-0.6%	-0.3%
	24.2	12.1	9.6						
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.5						
M-8	24.0	12.2	9.6	24.1	12.2	9.7	-0.5%	-1.5%	-1.8%
	24.2	12.1	9.7						
	24.2	12.2	9.7						
	24.1	12.2	9.7						
M-9	24.0	12.2	9.7	24.1	12.2	9.7	-0.2%	-1.3%	-1.6%
	24.0	12.1	9.6						
	24.1	12.2	9.7						
	24.1	12.1	9.6						
M-10	24.0	12.1	9.6	24.1	12.2	9.7	-0.5%	-1.3%	-1.8%
	24.2	12.2	9.7						
	24.2	12.2	9.7						
	24.1	12.1	9.7						
PROMEDIO							-0.4%	-0.9%	-1.1%

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°89: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño 5% de piedra pómez

				UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
				FACULTAD DE INGENIERIA					
				LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
				ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO					
Nombre de la muestra				: Piedra Pomez 5%(a/c=0.62)		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:				: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas			
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	altura(cm)	9.5	
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	PROM. Largo	PROM. Ancho	PROM. Alto	VARIACION EN %		
							LARGO	ANCHO	ALTO
M-1	24.1	12.0	9.7	24.18	12.05	9.65	-0.7%	-0.4%	-1.6%
	24.2	12.0	9.6						
	24.2	12.1	9.7						
	24.2	12.1	9.6						
M-2	24.1	12.0	9.7	24.08	12.03	9.68	-0.3%	-0.2%	-1.8%
	24.1	12.0	9.7						
	24.1	12.0	9.7						
	24.0	12.1	9.6						
M-3	24.0	12.1	9.6	24.00	12.13	9.58	0.0%	-1.0%	-0.8%
	24.0	12.1	9.6						
	24.0	12.1	9.5						
	24.0	12.2	9.6						
M-4	24.1	12.1	9.5	24.15	12.08	9.55	-0.6%	-0.6%	-0.5%
	24.1	12.0	9.6						
	24.2	12.1	9.5						
	24.2	12.1	9.6						
M-5	24.1	12.2	9.5	24.13	12.15	9.55	-0.5%	-1.2%	-0.5%
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.6						
	24.2	12.2	9.6						
M-6	24.0	12.2	9.5	24.05	12.13	9.53	-0.2%	-1.0%	-0.3%
	24.0	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.6						
M-7	24.2	12.0	9.5	24.15	12.08	9.53	-0.6%	-0.6%	-0.3%
	24.2	12.1	9.6						
	24.1	12.1	9.5						
	24.1	12.1	9.5						
M-8	24.0	12.2	9.6	24.13	12.18	9.68	-0.5%	-1.5%	-1.8%
	24.2	12.1	9.7						
	24.2	12.2	9.7						
	24.1	12.2	9.7						
M-9	24.0	12.2	9.7	24.05	12.15	9.65	-0.2%	-1.3%	-1.6%
	24.0	12.1	9.6						
	24.1	12.2	9.7						
	24.1	12.1	9.6						
M-10	24.0	12.1	9.6	24.13	12.15	9.68	-0.5%	-1.3%	-1.8%
	24.2	12.2	9.7						
	24.2	12.2	9.7						
	24.1	12.1	9.7						
PROMEDIO							-0.4%	-0.9%	-1.1%


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°90: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño 10% de piedra pómez

				UNIVERSIDAD RICARDO PALMA									
				FACULTAD DE INGENIERIA									
				LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES									
ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO													
Nombre de la muestra				: Piedra Pomez 10%(a/c=0.62)			Hecho por:			Stefany Cristina Rios Mendieta			
Fecha:				: 20/9/19						Carlos Bryan Rojas Rivas			
Las Medidas de fabrica son				Largo(cm)			24	Ancho(cm)		12	altura(cm)		9.5
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	PROM. Largo	PROM. Ancho	PROM. Alto	VARIACION EN %						
							LARGO	ANCHO	ALTO				
M-1	23.9	12.0	9.8	24.03	12.03	9.70	-0.1%	-0.2%	-2.1%				
	24.0	12.1	9.8										
	24.1	12.0	9.6										
	24.1	12.0	9.6										
M-2	24.1	12.1	9.4	24.18	12.13	9.50	-0.7%	-1.0%	0.0%				
	24.2	12.1	9.4										
	24.2	12.2	9.6										
	24.2	12.1	9.6										
M-3	24.2	12.1	9.5	24.15	12.11	9.50	-0.6%	-0.9%	0.0%				
	24.2	12.1	9.5										
	24.1	12.1	9.5										
	24.1	12.1	9.5										
M-4	24.1	12.1	9.5	24.08	12.03	9.55	-0.3%	-0.2%	-0.5%				
	24.2	12.0	9.6										
	24.0	12.0	9.5										
	24.0	12.0	9.6										
M-5	24.0	12.0	9.5	24.05	12.05	9.50	-0.2%	-0.4%	0.0%				
	24.0	12.1	9.5										
	24.1	12.1	9.5										
	24.1	12.0	9.5										
M-6	24.1	12.0	9.5	24.18	12.13	9.55	-0.7%	-1.0%	-0.5%				
	24.2	12.2	9.6										
	24.2	12.1	9.6										
	24.2	12.2	9.5										
M-7	24.1	12.3	9.6	24.20	12.28	9.58	-0.8%	-2.3%	-0.8%				
	24.2	12.2	9.5										
	24.2	12.3	9.6										
	24.3	12.3	9.6										
M-8	24.1	12.2	9.8	24.15	12.20	9.73	-0.6%	-1.7%	-2.4%				
	24.1	12.3	9.7										
	24.2	12.2	9.7										
	24.2	12.1	9.7										
M-9	24.2	12.3	9.6	24.23	12.23	9.65	-0.9%	-1.9%	-1.6%				
	24.2	12.1	9.6										
	24.3	12.2	9.7										
	24.2	12.3	9.7										
M-10	24.1	12.2	9.6	24.15	12.13	9.58	-0.6%	-1.0%	-0.8%				
	24.3	12.1	9.6										
	24.1	12.1	9.6										
	24.1	12.1	9.5										
							PROMEDIO	-0.6%	-1.1%	-0.9%			

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°91: Toma de datos para análisis de dimensionamiento en el diseño 15% de piedra pómez


				UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
				FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
ANALISIS DE DIMENSIONAMIENTO											
Nombre de la muestra			: Piedra Pomez 15%			Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta			
Fecha:			: 20/9/19			Carlos Bryan Rojas Rivas					
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)		24	Ancho(cm)		12	altura(cm)		9.5
Muestra	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	PROM. Largo	PROM. Ancho	PROM. Alto	VARIACION EN %				
							LARGO	ANCHO	ALTO		
M-1	24.1	12.1	9.5	24.1	12.1	9.6	-0.3%	-0.4%	-0.5%		
	24.1	12.0	9.5								
	24.1	12.1	9.6								
	24.0	12.0	9.6								
M-2	24.0	12.1	9.5	24.1	12.0	9.6	-0.2%	-0.2%	-0.8%		
	24.0	12.0	9.6								
	24.1	12.0	9.6								
	24.1	12.0	9.6								
M-3	24.1	12.0	9.7	24.1	12.0	9.7	-0.4%	-0.2%	-1.8%		
	24.1	12.0	9.7								
	24.1	12.0	9.7								
	24.1	12.1	9.6								
M-4	24.0	12.1	9.6	24.0	12.1	9.6	0.0%	-0.8%	-0.8%		
	24.0	12.1	9.6								
	24.0	12.1	9.5								
	24.0	12.1	9.6								
M-5	24.1	12.1	9.5	24.1	12.1	9.5	-0.4%	-0.6%	-0.3%		
	24.1	12.0	9.5								
	24.1	12.1	9.5								
	24.1	12.1	9.6								
M-6	24.1	12.1	9.5	24.1	12.1	9.5	-0.5%	-1.0%	-0.3%		
	24.1	12.1	9.5								
	24.1	12.1	9.5								
	24.2	12.2	9.6								
M-7	24.2	12.1	9.7	24.1	12.0	9.6	-0.5%	-0.2%	-0.5%		
	24.1	12.0	9.5								
	24.0	12.0	9.5								
	24.2	12.0	9.5								
M-8	24.0	12.1	9.6	24.1	12.1	9.5	-0.3%	-0.4%	0.5%		
	24.1	12.0	9.6								
	24.1	12.1	9.0								
	24.1	12.0	9.6								
M-9	24.0	12.1	9.5	24.2	12.1	9.5	-0.6%	-0.4%	-0.3%		
	24.2	12.0	9.5								
	24.3	12.0	9.5								
	24.1	12.1	9.6								
M-10	24.2	12.0	9.6	24.2	12.1	9.6	-0.7%	-0.4%	-0.8%		
	24.2	12.0	9.6								
	24.2	12.2	9.5								
	24.1	12.0	9.6								
Promedio							-0.4%	-0.5%	-0.6%		

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los resultados los porcentajes son menores del 2% por lo cual es aceptable según la norma E070. Por lo que se deduce que la unidad es aceptable en dimensionamiento.


Se presenta los ensayos de alabeo en las tablas N°92 al N°95.

Tabla N°92: Toma de datos para análisis de alabeo del diseño patrón.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Patron	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M-1	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-2	2.0	0.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-3	0.0	0.0	-	0.0	2.0	CONVEXO
M-4	0.0	2.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-6	0.0	0.0	-	2.0	0.0	CONVEXO


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°93: Toma de datos para el análisis de alabeo con el 5% e piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 5%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M-1	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-2	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-3	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-4	0.0	0.0	-	0.0	2.0	CONVEXO
M-5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-6	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°94: Toma de datos para análisis de alabeo de 10% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 10%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M-1	0.0	2.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-2	0.0	1.0	CONCAVO	0.0	0.0	-
M-3	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-4	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-6	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°95: Toma de datos para el análisis de alabeo con el 15% de piedra pómez.

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA				
		FACULTAD DE INGENIERIA				
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES				
ANALISIS DE ALABEO						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 15%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	CARA SUPERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD	CARA INFERIOR		CONCAVIDAD O CONVEXIDAD
	Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)		Diagonal 1 (mm)	Diagonal 2 (mm)	
M-1	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-2	0.0	0.0	-	0.0	1.0	CONVEXO
M-3	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-4	0.0	1.0	CONVEXO	0.0	0.0	-
M-5	0.0	0.0	-	0.0	0.0	-
M-6	0.0	1.0	CONVEXO	0.0	0.0	-

Fuente: Elaboración propia


Se presenta los ensayos de compresión por unidad en las tablas N°96 al N°99.

Tabla N°96: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño patrón

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD							
Nombre de la muestra		: Patron	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3	ABSORCION %		
M-1	5.85	4.57	5.50	273.3	6%		
M-2	5.66	4.41	5.45	167.6	4%		
M-3	5.70	4.50	5.43	225.0	5%		
				PROMEDIO ABSORCION%	5%		


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°97: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño 5% piedra

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA					
		FACULTAD DE INGENIERIA					
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD							
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez en 5%	Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19	Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son		Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3	ABSORCION %		
M-1	5.801	4.503	5.550	193.3	5%		
M-2	5.802	4.500	5.605	151.3	4%		
M-3	5.679	4.426	5.580	79.0	2%		
				PROMEDIO ABSORCION%	3%		


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°98: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño 10% piedra pómez

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD									
Nombre de la muestra			: Piedra Pomez en 10%		Hecho por:			Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:			: 20/9/19					Carlos Bryan Rojas Rivas	
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5	
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3		ABSORCION %			
M-1	5.821	4.510	5.705	88.4		2%			
M-2	5.721	4.438	5.620	78.5		2%			
M-3	5.745	4.451	5.705	30.9		1%			
PROMEDIO ABSORCION%						2%			


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°99: Toma de datos para el análisis de absorción para el diseño 15% piedra pómez

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD									
Nombre de la muestra			: Piedra Pomez en 15%		Hecho por:			Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:			: 20/9/19					Carlos Bryan Rojas Rivas	
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5	
MUESTRA	Peso Saturado (kg)	Peso Sumergido (kg)	Peso Seco en el Horno (kg)	ABSORCION Kg/m3		ABSORCION %			
M-1	5.577	4.322	5.450	101.2		2%			
M-2	5.688	4.410	5.535	119.4		3%			
M-3	5.639	4.389	5.580	47.2		1%			
PROMEDIO ABSORCION%						2%			


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°100: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (patrón).

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA FACULTAD DE INGENIERIA LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD									
Nombre de la muestra			: Patron		Hecho por:			Stefany Cristina Rios Mendieta	
Fecha:			: 20/9/19					Carlos Bryan Rojas Rivas	
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5	
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)		RESISTENCIA f_b (kg/cm2)		
M-1	24.1	9.6	12.1	231.4	42587.5		184.07		
M-2	24.2	9.5	12.0	229.9	42532.8		185.01		
M-3	24.2	9.6	12.0	232.3	43055.0		185.33		
M-4	24.1	9.6	12.1	231.4	42173.0		182.28		
M-5	24.1	9.4	12.1	226.5	42091.8		185.80		
M-6	24.1	9.5	12.1	229.0	43056.0		188.06		
PROMEDIO						185.09			
DESVIACION ESTANDAR						1.91			
RESISTENCIA f_b (kg/cm2)						183.18			


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°101: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (5% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERIA						
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD						
Nombre de la muestra		: Piedra pomez 5%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas		
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)		RESISTENCIA f^b (kg/cm2)	
M -1	24.1	9.6	12.1	231.4	33217.8		143.58	
M-2	24.2	9.5	12.0	229.9	30859.9		134.23	
M-3	24.2	9.6	12.0	232.3	33596.3		144.61	
M-4	24.1	9.6	12.1	231.4	32946.2		142.40	
M-5	24.1	9.4	12.1	226.5	33816.2		149.27	
M-6	24.1	9.5	12.1	229.0	33642.1		146.94	
PROMEDIO							143.51	
DESVIACION ESTANDAR							5.17	
RESISTENCIA fb (kg/cm2)							138.34	


Fuente: Elaboración propia

Tabla 102: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (10% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERIA						
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez 10%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19				Carlos Bryan Rojas Rivas		
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)		RESISTENCIA f^b (kg/cm2)	
M -1	24.1	9.6	12.1	231.4	34314.0		148.31	
M-2	24.1	9.5	12.0	229.0	36021.3		157.33	
M-3	24.1	9.6	12.1	231.4	34055.3		147.20	
M-4	24.1	9.6	12.1	231.4	34246.2		148.02	
M-5	24.1	9.4	12.1	226.5	36758.6		162.26	
M-6	24.1	9.5	12.1	229.0	34623.5		151.23	
PROMEDIO							152.39	
DESVIACION ESTANDAR							6.10	
RESISTENCIA fb (kg/cm2)							146.29	

Fuente: Elaboración propia


Tabla N°103: Toma de datos para ensayo de compresión por unidad de ladrillo (15% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA						
		FACULTAD DE INGENIERIA						
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES						
		ANALISIS DE COMPRESION POR UNIDAD						
Nombre de la muestra		: Piedra Pomez en 15%		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mendieta		
Fecha:		: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas				
Las Medidas de fabrica son			Largo(cm)	24	Ancho(cm)	12	Altura(cm)	9.5
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)		RESISTENCIA f^b (kg/cm2)	
M-1	24.1	9.6	12.1	231.4	41880.7		181.02	
M-2	24.2	9.5	12.1	229.9	43614.5		189.71	
M-3	24.2	9.6	12.0	232.3	43055.0		185.33	
M-4	24.2	9.6	12.0	232.3	42069.5		181.08	
M-5	24.2	9.4	12.0	227.5	43289.3		190.30	
M-6	24.2	9.5	12.0	229.9	43545.6		189.41	
PROMEDIO							186.14	
DESVIACION ESTANDAR							4.32	
RESISTENCIA f_b (kg/cm2)							181.82	

Fuente: Elaboración propia


Observando los resultados el ladrillo cumple el requisito del tipo de ladrillo 14 según la NTP 399.601. Por lo cual cumple con el requisito de la norma.

Tabla N°104: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (patrón).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA							
		FACULTAD DE INGENIERIA							
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
		ANALISIS DE COMPRESION POR PILA							
Nombre de la Muestra		: Patron		Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19		Carlos Bryan Rojas Rivas					
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm2)	CARGA (Kg)	f_m (kg/cm2)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	f_m (kg/cm2)
M-1	24.1	31.5	12.1	291.6	32554.2	111.6	2.60	0.82	91.85
M-2	24.1	31.5	12.1	291.6	32675.3	112.1	2.60	0.82	92.19
M-3	24.1	31.4	12.1	291.6	32741.2	112.3	2.60	0.82	92.17
RESISTENCIA PROMEDIO f_m							92.07		
DESVIACION ESTANDAR							0.19		
RESISTENCIA f_m (kg/cm2)							91.88		


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°105: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (5% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
		FACULTAD DE INGENIERIA								
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
		ANALISIS DE COMPRESION POR PILA								
Nombre de la Muestra		: Piedra Pomez 5%			Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19					Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm ²)	CARGA (Kg)	fm(kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	fm(kg/cm ²)	
M-1	24.1	31.5	12.1	291.6	36100.0	123.8	2.60	0.82	101.85	
M-2	24.1	31.6	12.2	294.0	36543.2	124.3	2.59	0.82	101.90	
M-3	24.1	31.5	12.1	291.6	36746.6	126.0	2.60	0.82	103.67	
RESISTENCIA PROMEDIO fm								102.47		
DESVIACION ESTANDAR								1.04		
RESISTENCIA fm (kg/cm ²)								101.43		


Fuente: Elaboración propia

Tabla N°106: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (10% de piedra poméz).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
		FACULTAD DE INGENIERIA								
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
		ANALISIS DE COMPRESION POR PILA								
Nombre de la Muestra		: Piedra Pomes 10%			Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19					Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm ²)	CARGA (Kg)	fm(kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	fm(kg/cm ²)	
M-1	24.1	31.5	12.1	291.6	36277.6	124.4	2.60	0.82	102.35	
M-2	24.1	31.5	12.2	294.0	36826.3	125.3	2.58	0.82	102.46	
M-3	24.1	31.5	12.1	291.6	36976.3	126.8	2.60	0.82	104.32	
RESISTENCIA PROMEDIO fm								103.04		
DESVIACION ESTANDAR								1.11		
RESISTENCIA fm (kg/cm ²)								101.94		

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°107: Toma de datos para ensayo de compresión por pila (15% de piedra pómez).

		UNIVERSIDAD RICARDO PALMA								
		FACULTAD DE INGENIERIA								
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES								
		ANALISIS DE COMPRESION POR PILA								
Nombre de la Muestra		: Piedra Pomez 15%			Hecho por:		Stefany Cristina Rios Mnedieta			
Fecha		: 20/9/19					Carlos Bryan Rojas Rivas			
MUESTRA	LARGO(cm)	ALTO(cm)	ANCHO(cm)	AREA(cm ²)	CARGA (Kg)	fm(kg/cm ²)	ESBELTEZ	FACTOR DE CORRECCION	fm(kg/cm ²)	
M-1	24.1	31.5	12.1	291.6	33693.3	115.5	2.60	0.82	95.06	
M-2	24.1	31.5	12.2	294.0	33745.5	114.8	2.58	0.82	93.89	
M-3	24.1	31.4	12.1	291.6	33815.7	116.0	2.60	0.82	95.19	
RESISTENCIA PROMEDIO fm								94.71		
DESVIACION ESTANDAR								0.72		
RESISTENCIA fm (kg/cm ²)								94.00		

Fuente: Elaboración propia

4.12.1 Análisis estadístico

El análisis estadístico se analizó con las siguientes variables: la media aritmética, desviación estándar y el coeficiente de variación.

Las pruebas estadísticas se verificaron con las hipótesis de los datos de una distribución simétrica se aplicaron pruebas de hipótesis con prueba t student y anova. Mediante el software de Minitab.

La hipótesis H_0 es aceptada si P es mayor o igual al nivel de significancia, siendo el nivel de significancia 5%, con un nivel de confianza al 95%

(La técnica del Análisis de la Varianza (ANOVA o AVAR) es una de las técnicas más utilizadas en los análisis de los datos de los diseños experimentales. Se utiliza cuando queremos contrastar más de dos medias, por lo que puede verse como una extensión de la prueba t para diferencias de dos medias.

El ANOVA es un método muy flexible que permite construir modelos estadísticos para el análisis de los datos experimentales cuyo valor ha sido constatado en muy diversas circunstancias. Básicamente es un procedimiento que permite dividir la varianza de la variable dependiente en dos o más componentes, cada uno de los cuales puede ser atribuido a una fuente (variable o factor) identificable.

Los modelos que permite construir el ANOVA pueden ser reducidos a la siguiente forma:

$$(\text{Valor observado}) = \Sigma (\text{efectos atribuibles}) + \Sigma (\text{efectos no atribuibles})$$

El valor observado se refiere al que se obtiene en la variable cuantitativa dependiente.

Los efectos atribuibles son parámetros o variables aleatorias que son el resultado de cambios en los factores o variables independientes y, por tanto, atribuibles a ellos.

Aquellos efectos no atribuibles a ningún factor controlado se denominan efectos residuales o variables aleatorias residuales. El ANOVA está basado en ciertos supuestos, unos más plausibles que otros, acerca de dichas variables aleatorias. Es evidente que cuantos más factores introduzcamos menos cantidad de variación residual (error) quedará por explicar. Pero siempre quedará alguna variación residual.

Martín. I. (2016). Modelos de ANOVA.

Para el análisis estadístico se usó todos los datos de las dimensiones de los ladrillos de concreto ligero.

El Intervalo de confianza se encuentra incluido en el Intervalo teórico, la dimensión cumple con los requisitos establecidos en la Norma E.070 para ladrillos TIPO II. Con un nivel de significación (α) de 0.05. La cual aplicaremos para nuestro ladrillo de tipo 14.

Análisis para diseño patrón.

En las figuras 26, 27 y 28 se presentan el intervalo de las dimensiones del ladrillo de concreto ligero.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
LARGO	10	24.0700	0.0387	0.0122	(24.0423; 24.0977)

Figura 26: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (patrón a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ANCHO	10	12.1000	0.0456	0.0144	(12.0673; 12.1327)

Figura 27: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (patrón a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ALTO	10	9.54500	0.02582	0.00816	(9.52653; 9.56347)

Figura 28: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (patrón a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 26, 27 y 28 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto ligero es aceptado y cumple la Norma Técnica E-070.

Análisis para 5% de piedra pómez.

En las figuras 29, 30 y 31 se presentan el intervalo de las dimensiones del ladrillo.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
LARGO_1	10	24.1025	0.0558	0.0177	(24.0626; 24.1424)

Figura 29: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (pómez 5%, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ANCHO_1	10	12.1100	0.0503	0.0159	(12.0740; 12.1460)

Figura 30: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (5% pómez a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ALTO_1	10	9.6050	0.0654	0.0207	(9.5582; 9.6518)

Figura 31: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (5% pómez a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 29, 30 y 31 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto ligero es aceptado y cumple la Norma Técnica E-070.

Análisis para 10% de piedra pómez.

En las figuras 32, 33 y 34 se presentan el intervalo de las dimensiones del ladrillo.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
LARGO_2	10	24.1375	0.0659	0.0208	(24.0904; 24.1846)

Figura 32: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (pómez 10%, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ANCHO_2	10	12.1280	0.0844	0.0267	(12.0676; 12.1884)

Figura 33: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (10% pómez a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ALTO_2	10	9.5825	0.0825	0.0261	(9.5235; 9.6415)

Figura 34: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (10% pómez a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 32, 33 y 34 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto ligero es aceptado y cumple la Norma Técnica E070.

Análisis para 15% de piedra pómez.

En las figuras 35, 36 y 37 se presentan el intervalo de las dimensiones del ladrillo.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
C1	10	24.0975	0.0506	0.0160	(24.0613; 24.1337)

Figura 35: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (pómez 15%, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
C2	10	12.0575	0.0334	0.0106	(12.0336; 12.0814)

Figura 36: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (15% pómez a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
C3	10	9.5525	0.0571	0.0180	(9.5117; 9.5933)

Figura 37: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (15% pómez a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En las figuras 35, 36 y 37 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto ligero es aceptado y cumple la Norma Técnica E-070.

Análisis del ensayo de Alabeo para a/c 0.62.

En la tabla 64 están los datos del análisis de alabeo, promedio y coeficiente variable. Donde se analizó la concavidad y convexidad.

Se presenta la tabla N°108 con el resumen del análisis de alabeo para la relación a/c 0.62.

a/c = 0.62	Patrón		Pómez 5%		Pómez 10%		Pómez 15%	
Muestra	Concavid ad (mm)	Convexid ad (mm)	Concavid ad (mm)	Convexid ad (mm)	Concavid ad (mm)	Convexid ad (mm)	Concavid ad (mm)	Convexid ad (mm)
M-1	0.75	0.25	0.50	0.25	0.50	0.50	0.50	0.13
M-2	0.75	0.25	0.75	0.25	1.50	0.25	0.75	0.25
M-3	1.00	0.63	1.25	0.38	1.00	0.63	1.00	0.50
M-4	0.25	0.50	0.75	0.75	0.75	0.50	0.38	0.50
M-5	0.50	0.75	0.50	0.75	1.75	0.75	0.38	0.75
M-6	1.00	0.25	1.00	0.25	1.25	0.25	0.75	0.50
M-7	0.75	0.75	0.75	0.75	1.25	0.75	0.63	0.50
M-8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50	1.13	0.75	0.75
M-9	1.25	0.75	1.25	0.75	0.75	0.75	0.75	0.25
M-10	0.50	0.75	0.63	0.25	0.75	0.75	0.38	0.75
Promedio	0.775	0.75	0.625	0.25	0.75	0.75	0.375	0.75
CV	38.62%	35.18%	33.04%	53.76%	37.42%	35.14%	33.99%	29.87%
VARIACIÓN CON RESPECTO AL PATRÓN %			19.35%	66.67%	3.23%	0.00%	51.61%	0.00%

Tabla N°108: Resumen de análisis de alabeo para la relación a/c 0.62

Fuente: Elaboración propia

Para los ladrillos no estructurales según la norma técnica E-070, el alabeo máximo es de 8mm tanto en concavidad y convexidad.

Análisis estadístico.

El análisis estadístico se usó todos los datos de la concavidad y convexidad de los ladrillos de concreto ligero.

Prueba de la Mediana

Si: $H_0: \mu \leq 8 \text{ mm}$

$H_1: \mu > 8 \text{ mm}$

Y: $P \geq \alpha$, entonces se acepta la Hipótesis nula (H_0). Por tanto, se cumple con el requisito establecido en la Norma E.070 para ladrillos TIPO II. Con un nivel de significación (α) de 0.05.

Análisis del diseño patrón

Se presenta el análisis de mediana para la concavidad y convexidad del ladrillo de concreto ligero para un diseño patrón de 0.62 en las figuras 38 y 39.

a) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad(mm)	10	10	0.0	0.998	0.7500

Figura 38: análisis de mediana para concavidad del ladrillo (patrón a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

b) Convexo

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad(mm)	10	10	0.0	0.998	0.6250

Figura 39: análisis de mediana para convexidad del ladrillo (patrón a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0).

Análisis del diseño 5% de piedra pómez.

Se presenta el análisis de mediana para la concavidad y convexidad del ladrillo de concreto ligero para un diseño al 5% de pómez de 0.62 en las figuras 40 y 41.

a) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad(mm)_1	10	10	0.0	0.998	0.8750

Figura 40: análisis de mediana para concavidad del ladrillo (5% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

b) Convexo

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad(mm)_1	10	10	0.0	0.998	0.5000

Figura 41: análisis de mediana para convexidad del ladrillo (5% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0).

Análisis del diseño 10% de piedra pómez.

Se presenta el análisis de mediana para la concavidad y convexidad del ladrillo de concreto ligero para un diseño al 10% de pómez de 0.62 en las figuras 42 y 43.

a) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad(mm)_2	10	10	0.0	0.998	1.125

Figura 42: análisis de mediana para concavidad del ladrillo (10% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

b) Convexo

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad(mm)_2	10	10	0.0	0.998	0.6250

Figura 43: análisis de mediana para convexidad del ladrillo (10% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0).

Análisis del diseño 15% de piedra pómez.

Se presenta el análisis de mediana para la concavidad y convexidad del ladrillo de concreto ligero para un diseño al 10% de pómez de 0.62 en las figuras 44 y 45.

c) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad (mm)_3	10	10	0.0	0.998	0.6250

Figura 44: análisis de mediana para concavidad del ladrillo (15% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

d) Convexo

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad (mm)_3	10	10	0.0	0.998	0.5000

Figura 45: análisis de mediana para convexidad del ladrillo (15% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0).

Se analizó con un nivel de confianza al 95% donde obtuvimos las medias muestrales convexidad y concavidad respectivamente, por lo tanto, podemos concluir que el ladrillo de concreto ligero con una relación a/c 0.62 cumple con los parámetros físicos de la norma E0-70.

Análisis del ensayo de Absorción para a/c 0.62.

Para el ensayo de absorción se resumieron los datos en la tabla N°109, además se calculó el promedio y el coeficiente de variabilidad.

Tabla N° 109: Resumen de análisis de absorción para la relación a/c 0.62

a/c = 0.62		Absorción		
Muestra	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	6.39%	4.52%	2.03%	2.84%
M-2	3.84%	2.53%	1.79%	2.76%
M-3	4.97%	1.72%	1.97%	2.25%
M-4	2.94%	2.36%	2.18%	2.92%
M-5	5.12%	4.78%	1.99%	2.67%
Promedio	4.65%	3.18%	1.99%	2.69%
CV	28.26%	43.32%	6.95%	9.76%

Fuente: Elaboración propia.

La NTP 399.601 nos indica que para ladrillos de concreto de tipo 14 el porcentaje máximo es de 12%.

Análisis estadístico.

Prueba t student

Si: $H_0: \mu \leq 12 \%$

$H_1: \mu > 12 \%$

Y: $P \geq \alpha$, entonces se acepta la Hipótesis nula (H_0). Por tanto, si se cumple con la Norma Técnica E0.70. Con un nivel de significación (α) de 0.05.

De la figura 46, 47, 48 y 49 apreciamos que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) con una confianza al 95%.

I de una muestra: Absorción %							
Prueba de $\mu = 12$ vs. > 12							
Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
Absorción %	5	0.04652	0.01315	0.00588	0.03399	-2032.97	1.000

Figura 46: análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (patrón, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
5% Pomez	5	0.03182	0.01378	0.00616	0.01868	-1941.48	1.000

Figura 47: análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (5% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
10% Pomez	5	0.019926	0.001386	0.000620	0.018606	-19334.47	1.000

Figura 48: análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (10% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
15% Pomez	5	0.02686	0.00262	0.00117	0.02436	-10216.47	1.000

Figura 49: análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (15% pómez, a/c 0.62)

Fuente: Elaboración propia.

También se concluye el porcentaje de absorción del ladrillo del concreto cumple con la NTP 399.601.

Análisis de Densidad de ladrillos de concreto a/c 0.62

En la tabla N°110 se aprecia el resumen de las densidades de los ladrillos de concreto con una relación de agua y cemento 0.62. También se halló el promedio de dichas densidades.

Tabla N°110: Resumen de análisis de densidades para la relación a/c 0.62

a/c=0.62	Densidad (gr/cm ³)			
	Muestra	ladrillo patrón	ladrillo 5% pómez	ladrillo 10% pómez
M-1	2.86	2.64	2.60	2.52
M-2	3.01	2.69	2.66	2.54
M-3	3.00	2.86	2.57	2.57
M-4	3.05	2.77	2.55	2.39
M-5	2.79	2.56	2.57	2.39
Promedio (gr/cm³)	2.94	2.71	2.59	2.48
Diferencia		8.08%	11.97%	15.75%

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta el grafico de densidades del ladrillo de concreto para una relación de a/c de 0.62 en la figura 50.

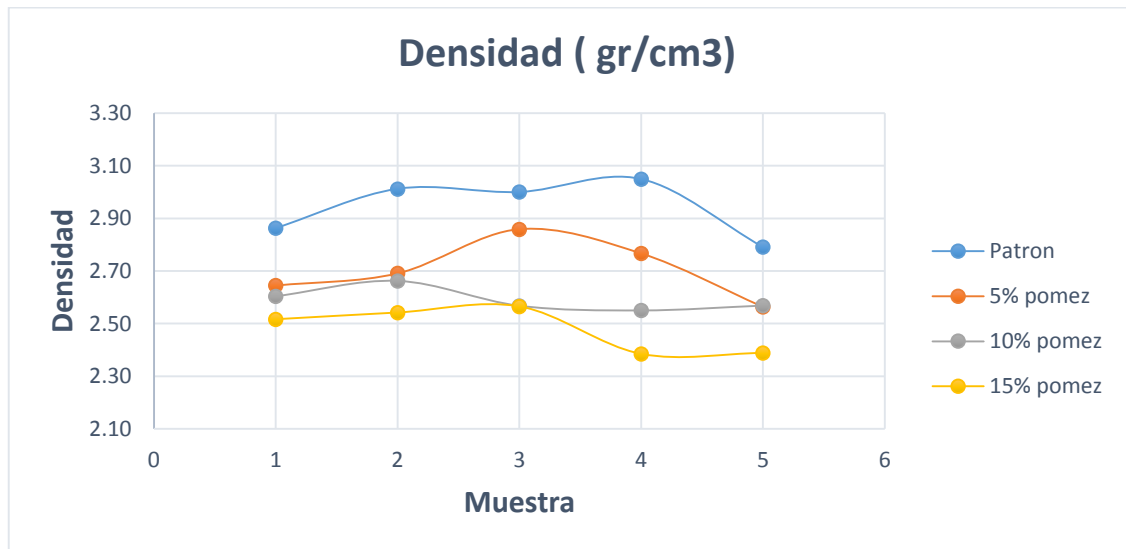


Figura 50: Gráfico de densidades del ladrillo de concreto con relación de a/c 0.62

Fuente: Elaboración propia.

De la figura 50 se puede apreciar que con respecto al promedio de densidades el ladrillo patrón es 7.8% mayor que el ladrillo con 5% de piedra pómez, 11.9% el ladrillo de 10% piedra pómez y 15.6% del ladrillo de 15% de piedra pómez.

```

Método

Hipótesis nula          Todas las medias son iguales
Hipótesis alterna      Por lo menos una media es diferente
Nivel de significancia  α = 0.05

Se presupuso igualdad de varianzas para el análisis.

Información del factor

Factor Niveles Valores
Factor      4 ladrillo patron; ladrillo 5% pomez; ladrillo 10% pomez; ladrillo 15% pomez

Análisis de Varianza

Fuente  GL  SC Ajust.  MC Ajust.  Valor F  Valor p
Factor   3   0.5897   0.196579   22.86   0.000
Error   16   0.1376   0.008598
Total   19   0.7273

Resumen del modelo

          S  R-cuad.  R-cuad.  R-cuad.
          5  R-cuad. (ajustado) (pred)
0.0927272  81.08%  77.54%  70.44%

```

Figura 51: Gráfico de resultados del software Minitab para análisis de densidades con relación a/c 0.62

Fuente: Elaboración propia

```

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Agrupar información utilizando el método de Dunnett y una confianza de 95%

Factor          N  Media  Agrupación
ladrillo patron (control)  5  2.9430  A
ladrillo 5% pomez        5  2.7051
ladrillo 10% pomez       5  2.5907
ladrillo 15% pomez       5  2.4795

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

```

Figura 52: Gráfico de resultados del software Minitab para análisis de densidades con relación a/c 0.62 (comparación)

Fuente: Elaboración propia

Se presenta las figuras 53 y 54 como gráficos de densidades del ladrillo de concreto

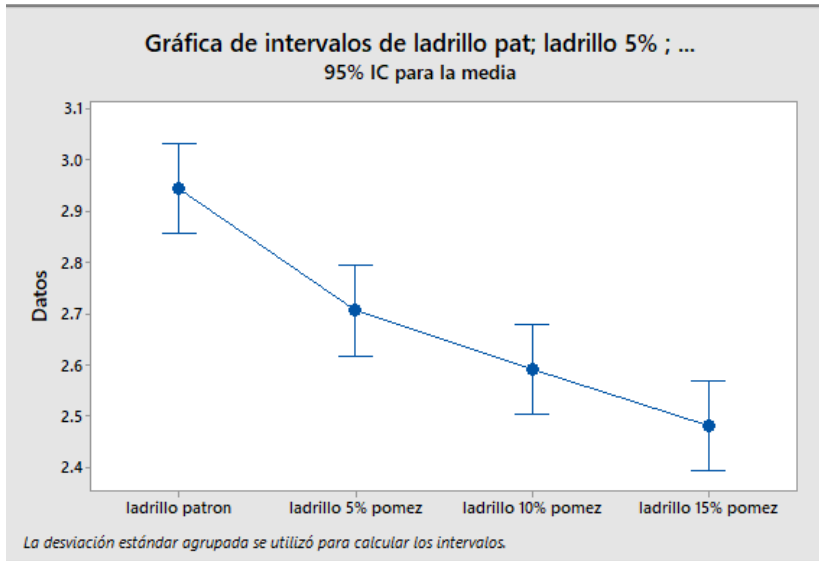


Figura 53: Gráfico de densidades del ladrillo de concreto para la relación de a/c 0.62 (anova)

Fuente: Elaboración propia - Minitab

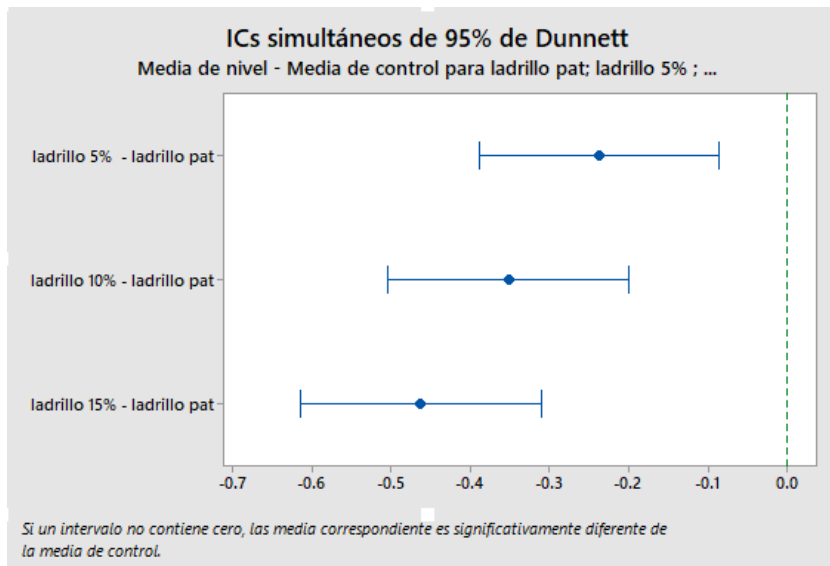


Figura 54: Gráfico de densidades del ladrillo concreto para la relación de a/c 0.62 (anova-comparación de densidades)

Fuente: Elaboración propia - Minitab

Análisis de resistencia a la compresión por unidad.

En la tabla N°111 se muestra el resumen de los análisis de compresión por unidad de ladrillos para la relación a/c de 0.62.

Tabla N°111: Resumen de análisis de resistencia a la compresión para la relación a/c de 0.62.

a/c = 0.62				
Resistencia a la compresión por Unidad				
Muestra	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	184.07	143.58	148.31	181.02
M-2	185.01	134.23	157.33	189.71
M-3	185.33	144.61	147.20	185.33
M-4	182.28	142.40	148.02	181.08
M-5	185.80	149.27	162.26	190.30
M-6	188.06	146.94	151.23	189.41
PROMEDIO	185.09	143.51	152.39	186.14
DESV. ESTANDAR	1.91	5.17	6.10	4.32
RESISTENCIA	183.18	138.34	146.29	181.82
DIFERENCIA %		24.48%	20.14%	0.74%

Fuente: Elaboración propia.

En la NTP 399.601 nos indica que para un ladrillo de tipo 14 la resistencia a la compresión mínima es 10 MPa. Lo que equivale a 101.97 Kg/cm².

En la figura 54 se puede apreciar que la resistencia del ladrillo de concreto cumple con la norma NTP 399.601 ya que la resistencia a compresión sobre pasa el límite mencionado en dicha norma.

Se presenta el gráfico de tendencia del análisis de resistencia a la compresión por unidad de ladrillo para una relación a/c de 0.62 en la figura 55.

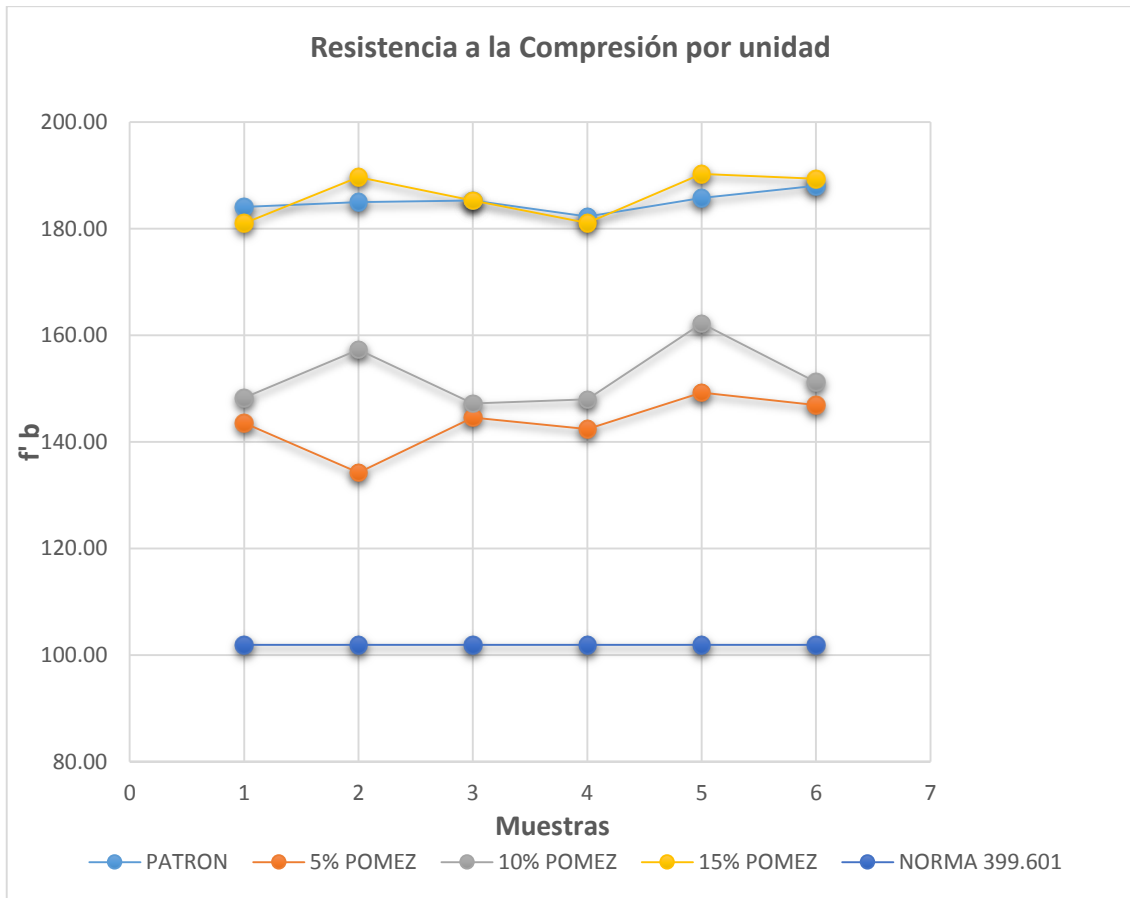


Figura 55: Gráfico de resistencia a la compresión por unidad de ladrillo con a/c 0.62.

Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de la figura 55 y la tabla N°111 se puede deducir que el promedio de la resistencia a la compresión por unidad de ladrillo con respecto al ladrillo patrón es mayor por 24.48% con respecto al ladrillo de porcentaje de 5% de piedra pómez, 20.4% con respecto al ladrillo de porcentaje de 10% de piedra pómez y 0.74% con respecto al ladrillo con porcentaje del 15% de piedra pómez.

Análisis de resistencia a la compresión por pilas de ladrillo.

La tabla N°112 se puede apreciar el resumen del cálculo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto con un diseño de a/c 0.62.

Tabla N°112: Resumen de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo de concreto con a/c 0.62.

a/c = 0.62		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILA		
Muestra	patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	91.85	101.85	102.35	95.06
M-2	92.19	101.90	102.46	93.89
M-3	92.17	103.67	104.32	95.19
PROMEDIO	92.07	102.47	103.04	94.71
DESV. ESTANDAR	0.19	1.04	1.11	0.72
RESISTENCIA	91.88	101.43	101.94	94.00
DIFERENCIA %		10.40%	10.95%	2.31%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°112 se obtiene el siguiente diagrama de tendencia en la figura 56.

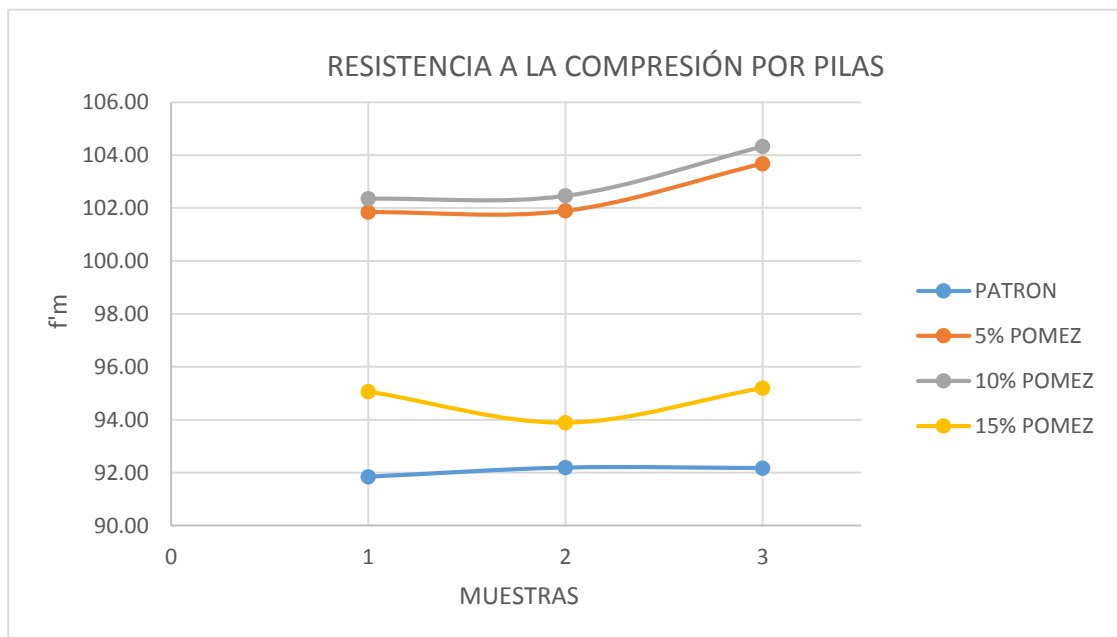


Figura 56: diagrama de compresión por pilas para a/c 0.62.

Fuente: Elaboración propia

De la figura 56 se puede apreciar que con respecto al promedio de compresión por pilas el ladrillo patrón es 9.4% menor que el ladrillo con 5% de piedra pómez, 9.9% el ladrillo de 10% piedra pómez y 2.3% del ladrillo de 15% de piedra pómez.

Con este resultado podemos concluir que el diseño de 10% de piedra pómez es el óptimo debido a que se obtiene mayor resistencia.

Análisis dimensionamiento para a/c 0.54.

En la tabla N°75, se muestra el resumen del análisis de dimensionamiento en las longitudes ancho, alto y largo. También variación porcentual, promedio, coeficiente variabilidad.

Se tiene como medidas base (24cm x 12cm x 9.5cm), que se presenta en la tabla N°113 como resumen del análisis dimensional para la relación a/c 0.54.

Tabla N°113: Resumen de análisis dimensional para la relación a/c 0.54

a/c = 0.54	PATRÓN			PIEDRA PÓMEZ 5%			PIEDRA PÓMEZ 10%			PIEDRA PÓMEZ 15%		
	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO	LARGO	ANCHO	ALTO
1	24.08	12.10	9.60	24.18	12.08	9.63	24.03	12.03	9.70	24.08	12.05	9.55
2	24.03	12.13	9.58	24.10	12.05	9.68	24.18	12.13	9.50	24.05	12.03	9.50
3	24.05	12.15	9.55	24.08	12.13	9.58	24.15	12.11	9.50	24.10	12.03	9.68
4	24.08	12.10	9.55	24.13	12.08	9.55	24.08	12.03	9.55	24.00	12.10	9.58
5	24.13	12.13	9.58	24.10	12.13	9.58	24.05	12.05	9.50	24.10	12.08	9.53
6	24.03	12.08	9.53	24.05	12.13	9.53	24.18	12.13	9.55	24.13	12.13	9.53
7	24.10	12.08	9.55	24.15	12.08	9.53	24.20	12.28	9.58	24.13	12.05	9.55
8	24.13	12.08	9.58	24.13	12.18	9.65	24.15	12.20	9.73	24.08	12.05	9.45
9	24.10	12.08	9.55	24.05	12.13	9.65	24.23	12.23	9.65	24.15	12.05	9.53
10	24.13	12.10	9.53	24.13	12.13	9.65	24.15	12.13	9.58	24.18	12.05	9.58
PROMEDIO	24.08	12.10	9.56	24.11	12.11	9.60	24.14	12.13	9.58	24.10	12.06	9.55
VARIACION%	-0.34%	-0.83%	-0.61%	-0.45%	-0.90%	-1.05%	-0.57%	-1.07%	-0.87%	-0.41%	-0.50%	-0.47%
CV	0.16%	0.22%	0.25%	0.17%	0.31%	0.59%	0.27%	0.70%	0.86%	0.21%	0.26%	0.61%

Fuente: Elaboración propia

Para ladrillos no estructurales se decidió compararlo con la norma E070, para un Ladrillo Tipo II, donde indica la variación porcentual máxima largo ± 4 , ancho ± 6 y alto ± 7 . Se puede apreciar que el coeficiente de variación está por debajo de 1%, lo cual nos ayudó a determinar la aceptación de la unidad de ladrillo de tipo 14.

Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se usó todos los datos de las dimensiones de los ladrillos.

El Intervalo de confianza se encuentra incluido en el Intervalo teórico, la dimensión cumple con los requisitos establecidos en la Norma E.070 para ladrillos TIPO 14. Con un nivel de significación (α) de 0.05.

Análisis para patrón.

En las figuras 57, 58 y 59 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto es aceptado y cumple la Norma de albañilería E-070.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
LARGO	10	24.0825	0.0392	0.0124	(24.0545; 24.1105)

Figura 57: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (patrón a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ANCHO	10	12.1000	0.0264	0.0083	(12.0811; 12.1189)

Figura 58: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (patrón a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ALTO	10	9.55750	0.02372	0.00750	(9.54053; 9.57447)

Figura 59: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (patrón a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Análisis para 5% de piedra pómez.

En las figuras 60, 61 y 62 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto es aceptado y cumple la Norma de albañilería E-070.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
LARGO_1	10	24.1075	0.0409	0.0129	(24.0782; 24.1368)

Figura 60: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (pómez 5%, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ANCHO_1	10	12.1075	0.0374	0.0118	(12.0808; 12.1342)

Figura 61: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (5% pómez a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ALTO_1	10	9.6000	0.0565	0.0179	(9.5596; 9.6404)

Figura 62: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (5% pómez a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Análisis para 10% de piedra pómez.

En las figuras 63, 64 y 65 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto es aceptado y cumple la Norma de albañilería E-070.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
LARGO_2	10	24.1375	0.0659	0.0208	(24.0904; 24.1846)

Figura 63: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (pómez 10%, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ANCHO_2	10	12.1280	0.0844	0.0267	(12.0676; 12.1884)

Figura 64: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (10% pómez a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ALTO_2	10	9.5825	0.0825	0.0261	(9.5235; 9.6415)

Figura 65: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (10% pómez a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Análisis para 15% de piedra pómez.

En las figuras 66, 67 y 68 se observa que los intervalos de confianza se encuentran dentro de los intervalos teóricos. Con una confianza al 95% las medianas muestrales están dentro del rango establecido. Por lo tanto, el ladrillo de concreto es aceptado y cumple la Norma de albañilería E-070.

a) Largo

Intervalo Teórico < 23.04 cm; 24.96 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
LARGO_3	10	24.0975	0.0506	0.0160	(24.0613; 24.1337)

Figura 66: Intervalo de confianza para el largo de un ladrillo (pómez 15%, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Ancho

Intervalo Teórico < 11.28 cm; 12.72 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ANCHO_3	10	12.0600	0.0316	0.0100	(12.0374; 12.0826)

Figura 67: Intervalo de confianza para el ancho de un ladrillo (15% pómez a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

c) Alto

Intervalo Teórico < 8.835 cm; 10.165 cm>

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	IC de 95%
ALTO_3	10	9.5450	0.0587	0.0186	(9.5030; 9.5870)

Figura 68: Intervalo de confianza para el alto de un ladrillo (15% pómez a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Análisis del ensayo de Alabeo para a/c 0.54.

En la tabla N°114 están los datos del análisis de alabeo, promedio y coeficiente variable. Donde se analizó la concavidad y convexidad.

Tabla N°114: Resumen de análisis de alabeo para la relación a/c 0.54

a/c = 0.54	Patrón		Pómez 5%		Pómez 10%		Pómez 15%	
Muestra	Concavida d(mm)	Convexida d(mm)	Concavida d(mm)	Convexida d(mm)	Concavida d(mm)	Convexida d(mm)	Concavida d(mm)	Convexida d(mm)
M-1	0.63	0.38	1.00	0.25	0.75	0.00	0.50	0.38
M-2	0.63	0.25	0.63	0.25	0.38	0.25	0.38	0.25
M-3	1.00	0.63	1.00	0.38	0.75	0.38	0.63	0.25
M-4	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50	0.38	0.50
M-5	0.63	0.75	0.38	1.00	0.38	0.75	0.50	0.63
M-6	0.88	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25	0.50	0.25
M-7	0.75	0.50	0.75	0.75	0.50	0.38	0.50	0.38
M-8	0.88	0.75	0.63	0.75	0.38	0.75	0.13	0.75
M-9	1.25	0.50	0.88	0.25	0.88	0.25	0.50	0.25
M-10	0.50	0.75	0.50	0.75	0.50	0.75	0.75	0.63
PROMEDIO	0.7375	0.75	0.65	0.75	0.525	0.75	0.48	0.63
CV	31.30%	26.73%	39.31%	37.23%	38.56%	34.43%	34.65%	30.11%

Fuente: Elaboración propia

Para ladrillos no estructurales según la norma técnica E-070 el alabeo máximo es 8mm tanto en concavidad y convexidad.

Análisis estadístico.

El análisis estadístico se usó todos los datos de la concavidad y convexidad de los ladrillos de concreto.

Prueba de la Mediana

Si: $H_0: \mu \leq 8 \text{ mm}$

$H_1: \mu > 8 \text{ mm}$

Y: $P \geq \alpha$, entonces se acepta la Hipótesis nula (H_0). Por tanto, se cumple con el requisito establecido en la Norma E.070 para ladrillos TIPO II. Con un nivel de significación (α) de 0.05.

Análisis del diseño patrón

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) presentadas para las figuras 69, 70, 71 y 72.

a) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad (mm)	10	10	0.0	0.998	0.7500

Figura 69: análisis de mediana para concavidad del ladrillo (patrón a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Convexo

	N	Numero de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad (mm)	10	10	0.0	0.998	0.5000

Figura 70: análisis de mediana para convexidad del ladrillo (patrón a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0).

Análisis del diseño 5% de piedra pómez.

a) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad (mm)_1	10	10	0.0	0.998	0.6250

Figura 71: análisis de mediana para concavidad del ladrillo (5% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Convexo

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad(mm)_1	10	10	0.0	0.998	0.5000

Figura 72: análisis de mediana para convexidad del ladrillo (5% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Análisis del diseño 10% de piedra pómez.

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) presentadas para las figuras 73 y 74.

a) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad(mm)_2	10	10	0.0	0.998	0.5000

Figura 73: análisis de mediana para concavidad del ladrillo (10% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Convexo

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad(mm)_2	10	10	0.0	0.998	0.3750

Figura 74: Análisis de mediana para convexidad del ladrillo (10% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Análisis del diseño 15% de piedra pómez.

En el análisis se aprecia que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) presentadas para las figuras 75 y 76.

a) Concavidad

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Concavidad(mm)_3	10	10	0.0	0.998	0.5000

Figura 75: Análisis de mediana para concavidad del ladrillo (15% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

b) Convexo

	N	Número de prueba	Estadística de Wilcoxon	P	Mediana estimada
Convexidad(mm)_3	10	10	0.0	0.998	0.4375

Figura 76: Análisis de mediana para convexidad del ladrillo (15% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Se analizó con un nivel de confianza al 95% donde obtuvimos las medias muestrales convexidad y concavidad respectivamente, por lo tanto, podemos concluir que el ladrillo de concreto con una relación a/c 0.54 cumple con los parámetros físicos de la norma E070.

Análisis del ensayo de Absorción para a/c 0.54.

Para el ensayo de absorción se resumieron los datos en la tabla N°115, además se calculó el promedio y el coeficiente de variabilidad.

Tabla N°115: Resumen de análisis de absorción para la relación a/c 0.54

a/c = 0.54		ENSAYO DE ABSORCIÓN		
Muestra	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	3.93%	2.84%	1.71%	3.82%
M-2	2.93%	2.79%	2.54%	2.39%
M-3	2.89%	2.15%	3.39%	2.05%
M-4	2.57%	2.37%	3.51%	2.36%
M-5	3.87%	1.78%	4.77%	2.20%

Fuente: Elaboración propia.

La NTP 399.601 nos indica que para ladrillos de concreto de tipo 14 el porcentaje máximo es de 12%.

Análisis estadístico.

Prueba t student

Si: $H_0: \mu \leq 12\%$

H1: $\mu > 12\%$

Y: $P \geq \alpha$, entonces se acepta la Hipótesis nula (H_0). Por tanto, si se cumple con la Norma Técnica E0.70. Con un nivel de significación (α) de 0.05.

Se presenta el análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto en las siguientes figuras 77, 78, 79 y 80.

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
Patron	5	0.03238	0.00619	0.00277	0.02647	-4320.86	1.000

Figura 77: Análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (patrón, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
5% Pomez	5	0.02385	0.00445	0.00199	0.01961	-6020.89	1.000

Figura 78: Análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (5% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
10% Pomez	5	0.03186	0.01144	0.00511	0.02096	-2339.95	1.000

Figura 79: Análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (10% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

Variable	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media	Límite inferior de 95%	T	P
15% Pomez	5	0.02563	0.00715	0.00320	0.01881	-3747.39	1.000

Figura 80: Análisis de absorción con la prueba de t student del ladrillo de concreto (15% pómez, a/c 0.54)

Fuente: Elaboración propia

De la figura 77, 78, 79 y 80 apreciamos que el valor de P es mayor α por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) con una confianza al 95%.

También se concluye el porcentaje de absorción del ladrillo del concreto cumple con la NTP 399.601.

Análisis de Densidad de ladrillos de concreto a/c 0.54

En la tabla N°116 se aprecia el resumen de las densidades de los ladrillos de concreto con una relación de agua y cemento 0.56. También se halló el promedio de dichas densidades.

Tabla N°116: Resumen de análisis de densidades para la relación a/c de 0.54.

Muestra	Densidad (gr/cm3)			
	ladrillo patrón	ladrillo 5% pómez	ladrillo 10% pómez	ladrillo 15% pómez
M-1	2.76	2.48	2.39	2.42
M-2	3.27	2.61	2.52	2.41
M-3	3.01	2.60	2.44	2.42
M-4	3.13	2.52	2.46	2.42
M-5	2.98	2.69	2.54	2.38
Promedio	3.03	2.58	2.47	2.41
Diferencia		14.88%	18.43%	20.41%

Fuente: Elaboración propia

De la figura 81 Y 82 se puede apreciar que con respecto al promedio de densidades el ladrillo patrón es 14.88% mayor que el ladrillo con 5% de piedra pómez, 18.43% el ladrillo de 10% piedra pómez y 20.41% del ladrillo de 15% de piedra pómez.

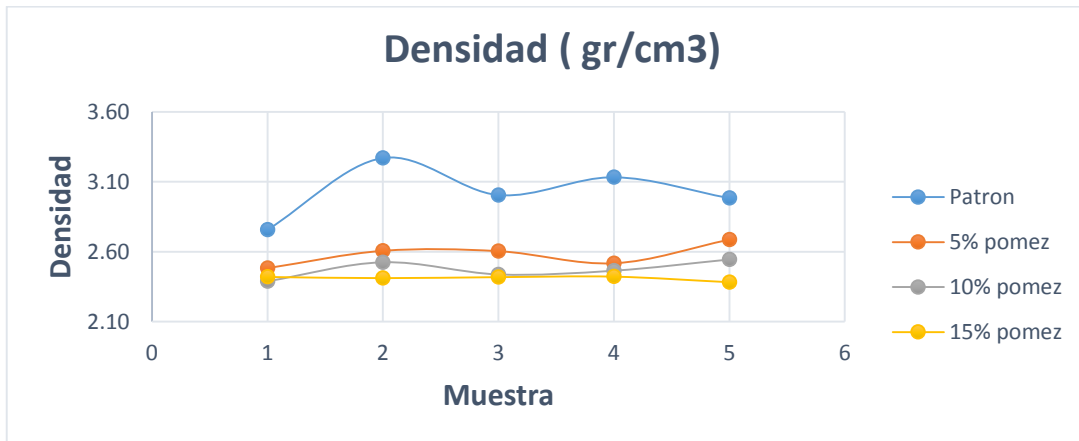


Figura 81: Gráfico de densidades del ladrillo concreto para la relación de a/c 0.54

Fuente: Elaboración propia

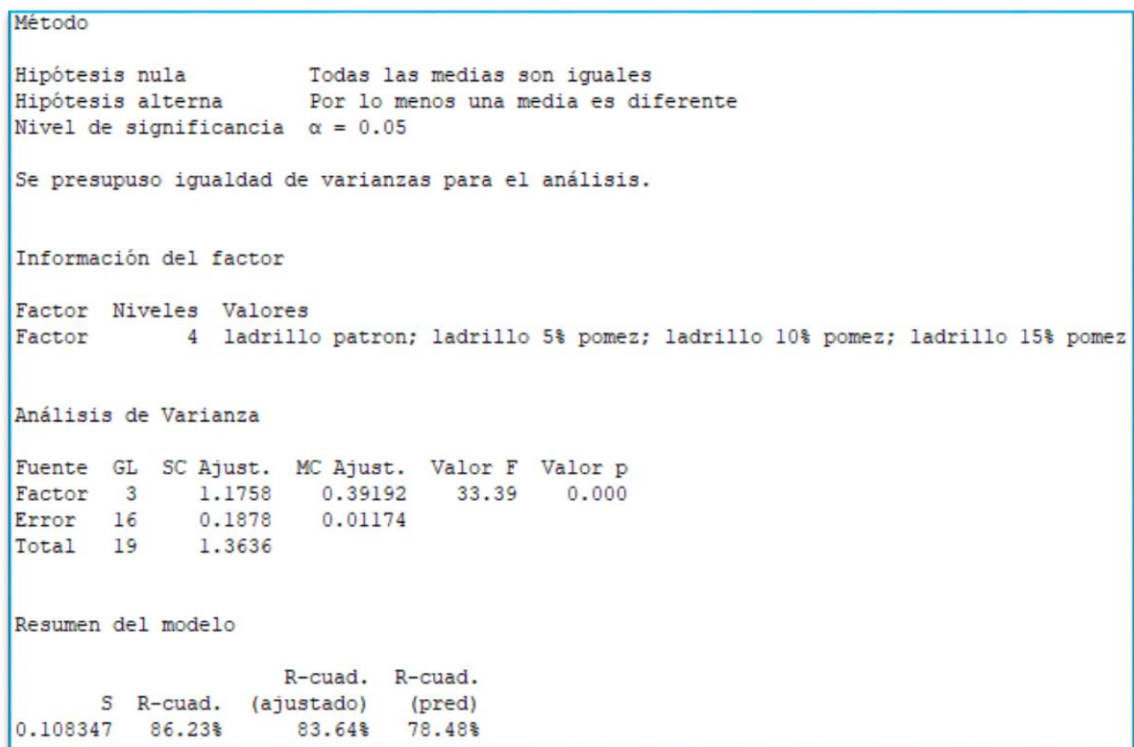


Figura 82: Gráfico de resultados del software Minitab para análisis de densidades a/c 0.54

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta las comparaciones múltiples de Dunnett con un control en la figura 83.

Comparaciones múltiples de Dunnett con un control

Agrupar información utilizando el método de Dunnett y una confianza de 95%

Factor	N	Media	Agrupación
ladrillo patron (control)	5	3.0298	A
ladrillo 5% pomez	5	2.5790	
ladrillo 10% pomez	5	2.4716	
ladrillo 15% pomez	5	2.41140	

Las medias no etiquetadas con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control.

Figura 83: Gráfico de densidades del ladrillo concreto para la relación de a/c 0.54 (comparación de densidades)

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta los intervalos de las comparaciones múltiples de Dunnett con un control en la figura 84.

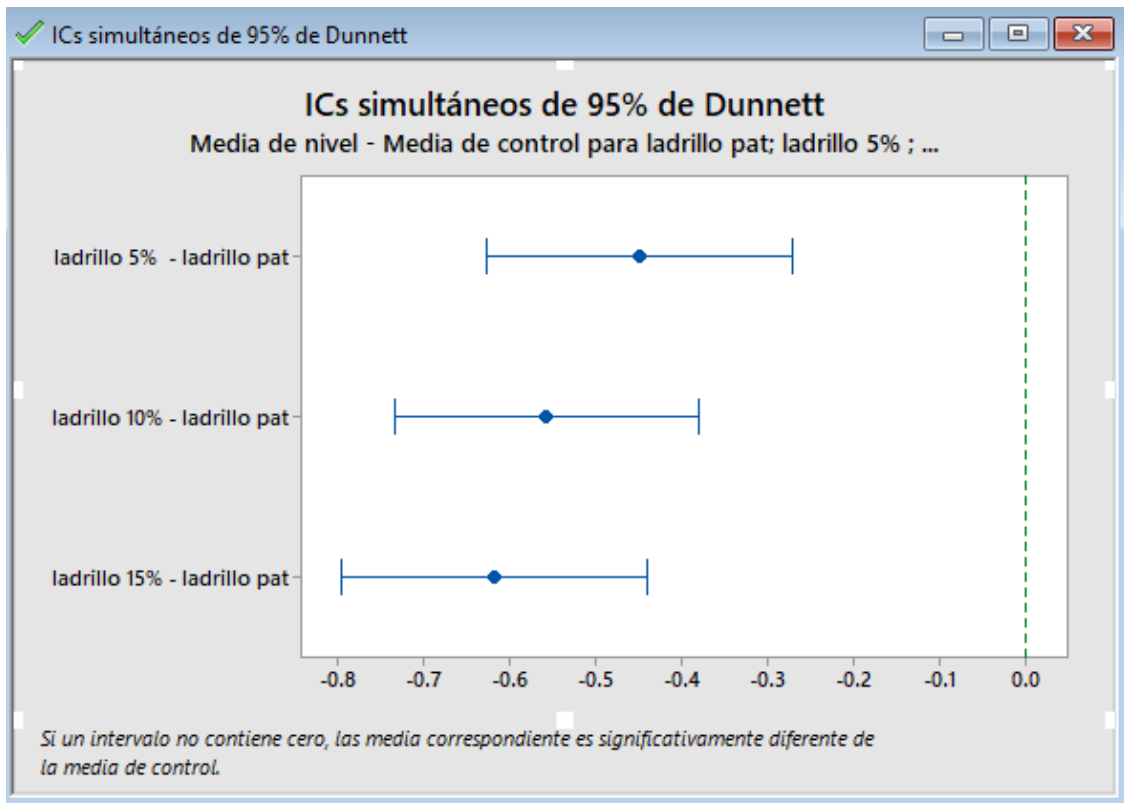


Figura 84: Gráfico de densidades del ladrillo concreto para la relación de a/c 0.54

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de resistencia a la compresión por unidad.

En la tabla N°117 se muestra el resumen de los análisis de compresión por unidad de ladrillo de concreto ligero para la relación a/c de 0.54.

Tabla N°117: Resumen de análisis de compresión por unidad para la relación a/c 0.54

a/c = 0.54	Resistencia a la compresión por Unidad				
	Muestra	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	188.40	147.90	156.96	193.98	
M-2	190.15	151.63	157.33	194.06	
M-3	186.10	149.35	147.20	189.63	
M-4	186.65	151.05	156.67	189.69	
M-5	194.19	153.69	162.26	194.69	
M-6	191.55	151.22	159.96	193.76	
PROMEDIO	189.51	150.80	156.73	192.64	
DESV. ESTANDAR	3.08	1.99	5.14	2.32	
RESISTENCIA	186.42	148.81	151.59	190.31	
DIFERENCIA %		20.17%	18.69%	2.09%	

Fuente: Elaboración propia

En la NTP 399.601 nos indica que para un ladrillo de tipo 14 la resistencia a la compresión mínima es 10 MPa. Lo que equivale a 101.97 Kg/cm².

En la figura 85 se aprecia que la resistencia del ladrillo de concreto ligero cumple con la norma NTP 399.601 ya que la resistencia a compresión sobre pasa el límite mencionado.

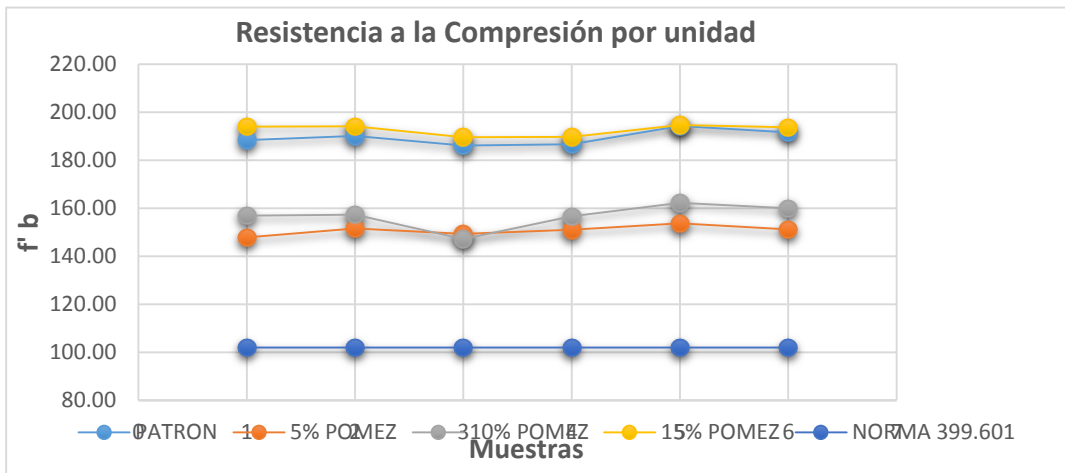


Figura 85: Gráfico de resistencia a compresión por unidad de ladrillo a/c 0.54.

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de la figura 85 y la tabla N°117 se puede deducir que el promedio de la resistencia a la compresión por unidad de ladrillos con respecto al ladrillo patrón es mayor por 20.17% con respecto al ladrillo de 5% de piedra pómez, 18.69% con respecto al ladrillo de 10% de piedra pómez y 2.09% con respecto al ladrillo 15% de piedra pómez siendo en este caso mayor el porcentaje del 15% de piedra pómez.

Análisis de resistencia a la compresión por pilas de ladrillo.

La tabla N°118 se puede apreciar el resumen del cálculo de resistencia a la compresión de pilas de ladrillos de concreto ligero con un diseño de a/c 0.54.

Tabla N°118: Resumen de resistencia a la compresión de pilas de ladrillo de concreto a/c 0.54.

a/c = 0.54		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILA			
Muestra	patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez	
M-1	94.67	104.92	102.65	97.88	
M-2	95.01	104.68	102.51	96.67	
M-3	94.99	106.78	103.96	98.01	
PROMEDIO	94.89	105.46	103.04	97.52	
DESV. ESTANDAR	0.19	1.15	0.80	0.74	
RESISTENCIA	94.70	104.32	102.25	96.78	
DIFERENCIA %		10.16%	7.97%	2.20%	

Fuente: Elaboración propia

De la tabla N°118 podemos obtener el siguiente diagrama de compresión por pila. Presentada en la figura 86.

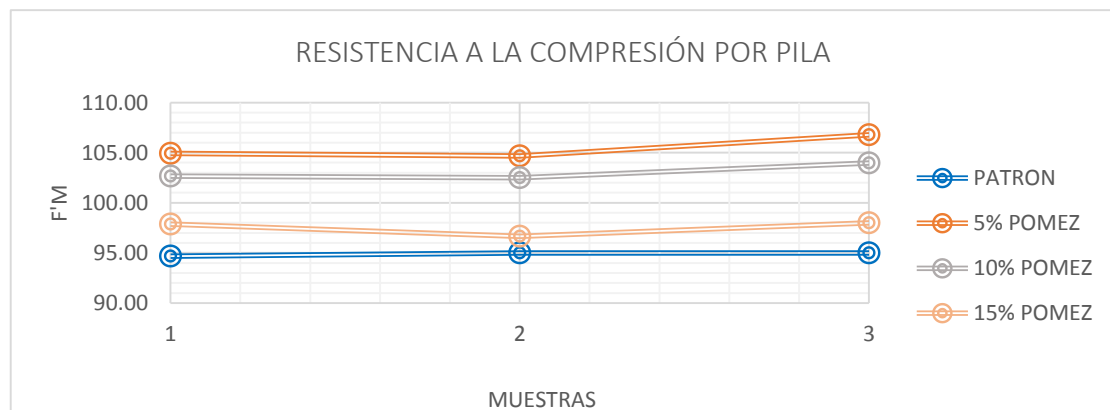


Figura 86: Gráfico de resistencia a compresión por unidad de ladrillo a/c 0.54

Fuente: Elaboración propia

De la figura 86 se puede apreciar que con respecto al promedio de compresión por pilas el ladrillo con diseño patrón es 9.2% menor que el ladrillo con diseño de 5% de piedra pómez, 7.38% el ladrillo con diseño de 10% piedra pómez y 2.2% del ladrillo con diseño de 15% de piedra pómez.

Con este resultado podemos concluir que el diseño de ladrillo con 5% de piedra pómez es el óptimo debido a que se obtiene mayor resistencia.

Los resultados se trabajaron usando el 95% de confianza para el método de regresión lineal que nos proporciona la tabla 80 del modelo de variación de resistencia entre en diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de piedra pómez donde se puede visualizar que presenta un nivel de significancia de 0.12 y en la segunda tabla 110 del modelo de la variación de resistencia entre en diseño patrón y los diseños con diferentes porcentajes de piedra pómez se tiene como valor 0.055, ambos valores son mayores que 0.050, con ello se concluye que se rechaza la hipótesis alternativa y aceptamos la hipótesis nula afirmando que los diseños de mezcla con diferentes porcentajes de piedra pómez incrementa la resistencia a la compresión del concreto para el diseño de ladrillos de concreto ligero.

Para el análisis estadístico se tomaron los resultados de resistencia a la compresión a 28 días debido a que a esa edad el concreto alcanzó la resistencia para la cual fue diseñada en todos sus diseños.

Se realizó para cada ensayo 3 especímenes por cada diseño de mezcla, en este caso tenemos 8 diseños de mezcla con diferentes dosificaciones en total se ensayaron 96 especímenes en total.

En la Tabla N°119 se muestra los resultados obtenidos al realizarse el ensayo a compresión con diferentes dosificaciones de piedra pómez en reemplazo del agregado grueso y la variación de resistencia obtenidas en cada una de ellas en sus diferentes edades.

Tabla N°119: Resumen de análisis de compresión por unidad para la relación a/c 0.62

Muestra	Resistencia a la compresión por Unidad (kg/cm2)			
	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	184.07	143.58	148.31	181.02
M-2	185.01	134.23	157.33	189.71
M-3	185.33	144.61	147.20	185.33
M-4	182.28	142.40	148.02	181.08
M-5	185.80	149.27	162.26	190.30
M-6	188.06	146.94	151.23	189.41
Promedio(kg/cm2)	185.09	143.51	152.39	186.14
Desv. Estandar	1.91	5.17	6.10	4.32
Resistencia(kg/cm2)	183.18	138.34	146.29	181.82

Fuente: Elaboración propia.

En la NTP 399.601 nos indica que para un ladrillo de tipo 14 la resistencia a la compresión mínima es 10 MPa. Lo que equivale a 101.97 Kg/cm2 la cual presentamos en la tabla N°120.

Tabla N°120: Resumen de análisis de compresión por unidad para la relación a/c 0.54

Muestra	Resistencia a la compresión por Unidad (kg/cm2)			
	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	188.40	147.90	156.96	193.98
M-2	190.15	151.63	157.33	194.06
M-3	186.10	149.35	147.20	189.63
M-4	186.65	151.05	156.67	189.69
M-5	194.19	153.69	162.26	194.69
M-6	191.55	151.22	159.96	193.76
Promedio(kg/cm2)	189.51	150.80	156.73	192.64
Desv. Estandar	3.08	1.99	5.14	2.32
Resistencia(kg/cm2)	186.42	148.81	151.59	190.31

Fuente: Elaboración propia.

En la NTP 399.601 nos indica que para un ladrillo de tipo 14 la resistencia a la compresión mínima es 10 MPa. Lo que equivale a 101.97 Kg/cm².

En la tabla N°120 se puede apreciar que la resistencia del ladrillo de concreto cumple con la norma NTP 399.601 ya que la resistencia a compresión sobre pasa el límite mencionado en dicha norma.

Se presenta los resúmenes de ensayos de resistencia a la compresión de mezcla para la relación a/c 0.62 y 0.54 en las tablas N°121 Y N°122.

Tabla N°121: Resumen de ensayo de resistencia a la compresión de mezcla para la relación a/c 0.62.

DISEÑOS		DIAS DE ROTURA DE PROBETAS			
DISEÑO	UNIDAD	3	7	14	28
DP01 PATRON	Kg/cm ²	91.30	121.70	163.70	193.70
DP01 - 05%	Kg/cm ²	92.20	128.17	197.53	227.53
DP01 - 10%	Kg/cm ²	117.03	158.43	204.37	234.37
DP01 - 15%	Kg/cm ²	130.60	164.67	214.23	244.23
PROMEDIO		107.78	143.24	194.96	224.96
DESVIACION ESTANDAR		16.70162	20.22616	18.89003	18.87415
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		15.50%	14.12%	9.69%	8.39%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N°122: Resumen de ensayo de resistencia a la compresión de mezcla para la relación a/c 0.54.

DISEÑOS		DIAS DE ROTURA DE PROBETAS			
DISEÑO	UNIDAD	3	7	14	28
DP02 PATRON	Kg/cm ²	90.43	116.88	155.93	185.93
DP02 - 05%	Kg/cm ²	93.13	129.38	174.31	197.31
DP02 - 10%	Kg/cm ²	99.95	151.14	190.51	215.51
DP02 - 15%	Kg/cm ²	108.1	154.8	194.7	232.0
PROMEDIO		97.90	138.06	178.86	207.69
DESVIACION ESTANDAR		16.70162	20.22616	18.89003	18.87415
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		17.06%	14.65%	10.56%	9.09%

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta los resúmenes de ensayos de resistencia a la compresión por pilas, densidad y absorción para la relación a/c 0.62 y 0.54 en las tablas N°123 al N°128.

Tabla N°123: Resistencia la compresión de pilas de ladrillo de concreto con a/c 0.54.

a/c = 0.54		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILA			
Muestra	patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez	
M-1	94.67	104.92	102.65	97.88	
M-2	95.01	104.68	102.51	96.67	
M-3	94.99	106.78	103.96	98.01	
Promedio	94.89	105.46	103.04	97.52	
Desv. Estandar	0.19	1.15	0.80	0.74	
Resistencia	94.70	104.32	102.25	96.78	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°124: Resistencia la compresión de pilas de ladrillo de concreto a/c 0.62.

a/c = 0.62		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN POR PILA			
Muestra	patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez	
M -1	91.85	101.85	102.35	95.06	
M-2	92.19	101.90	102.46	93.89	
M-3	92.17	103.67	104.32	95.19	
Promedio	92.07	102.47	103.04	94.71	
Desv. Estandar	0.19	1.04	1.11	0.72	
Resistencia	91.88	101.43	101.94	94.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°125: Resumen de análisis de densidades para la relación a/c 0.54

a/c=0.54		Análisis de densidad (gr/cm3)			
Muestra	ladrillo patrón	ladrillo 5% pómez	ladrillo 10% pómez	ladrillo 15% pómez	
M-1	2.76	2.48	2.39	2.42	
M-2	3.27	2.61	2.52	2.41	
M-3	3.01	2.60	2.44	2.42	
M-4	3.13	2.52	2.46	2.42	
M-5	2.98	2.69	2.54	2.38	
Promedio	3.03	2.58	2.47	2.41	

Tabla N° 126: Resumen de análisis de densidades para la relación a/c 0.62.

a/c=0.62		Análisis de densidad (gr/cm3)		
Muestra	ladrillo patrón	ladrillo 5% pómez	ladrillo 10% pómez	ladrillo 15% pómez
M-1	2.86	2.64	2.60	2.52
M-2	3.01	2.69	2.66	2.54
M-3	3.00	2.86	2.57	2.57
M-4	3.05	2.77	2.55	2.39
M-5	2.79	2.56	2.57	2.39
Promedio	2.94	2.71	2.59	2.48

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 127: Resumen de análisis de absorción para la relación a/c 0.62.

a/c = 0.62		Análisis de absorción		
Muestra	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	6.39%	4.52%	2.03%	2.84%
M-2	3.84%	2.53%	1.79%	2.76%
M-3	4.97%	1.72%	1.97%	2.25%
M-4	2.94%	2.36%	2.18%	2.92%
M-5	5.12%	4.78%	1.99%	2.67%
Promedio	4.65%	3.18%	1.99%	2.69%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 128: Resumen de análisis de absorción para la relación a/c 0.54.

a/c = 0.54		Análisis de absorción		
Muestra	Patrón	5% Pómez	10% Pómez	15% Pómez
M-1	3.93%	2.84%	1.71%	3.82%
M-2	2.93%	2.79%	2.54%	2.39%
M-3	2.89%	2.15%	3.39%	2.05%
M-4	2.57%	2.37%	3.51%	2.36%
M-5	3.87%	1.78%	4.77%	2.20%
Promedio	3.24%	2.38%	3.19%	2.56%

Fuente: Elaboración propia.

4.12 Presentación de resultados

Luego de los análisis desarrollados y presentados durante la presente investigación con el diseño patrón y los diferentes porcentajes de piedra pómez al 5%, 10% y 15%, se adjunta la tabla N°129 en donde se observan los resultados finales.

Tabla N°129: Presentación de resultados

Objetivo	Indicadores	Unid	Relación A/C	Resultados por porcentaje de piedra pómez				
				Patrón	5%	10%	15%	
Diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando como porcentaje de agregado grueso piedra pómez para mejorar las propiedades físicas y mecánicas.	Porcentaje de piedra Pómez	Indicadores	-	Agregado grueso (confitillo): mg=7.688				
				Agregado grueso (piedra pómez): mg=6.67				
				Agregado fino (arena gruesa): mg=2.74				
	Relación a/c				0.54		0.62	
	Resistencia a la compresión de concreto ligero	kg/cm2		0.54	97.9	138.06	178.86	207.69
				0.62	107.78	143.24	194.96	224.96
	Asentamiento	pulgadas		0.54	0.4	0.5	0.55	0.8
				0.62	0.25	0.25	0.4	0.5
	Peso unitario	kg/m3		0.54	2411	1984	1902	1826
				0.62	2348	1970	1883	1701
	Análisis de dimensionamiento	Largo (cm)			24.08	24.11	24.14	24.1
		Ancho (cm)	0.54		12.1	12.11	12.13	12.06
		Alto (cm)			9.56	9.6	9.58	9.55
		Largo (cm)			24.07	24.1	24.14	24.1
		Ancho (cm)	0.62		12.1	12.11	12.13	12.06
		Alto (cm)			9.55	9.61	9.58	9.55
	Alabeo	Cca.(mm)		0.54	0.7375	0.65	0.525	0.48
Cve.(mm)				0.75	0.75	0.75	0.63	
Cca.(mm)			0.62	0.775	0.625	0.75	0.375	
Cve.(mm)				0.75	0.25	0.75	0.75	
Establecer el porcentaje de piedra pómez para reducir la densidad del ladrillo de concreto ligero.	Densidad del ladrillo de concreto ligero	gr/cm3	0.54	3.03	2.58	2.47	2.41	
			0.62	2.94	2.71	2.59	2.48	
	Absorción	%	0.54	3.24	2.38	3.19	2.56	
			0.62	4.65	3.18	1.99	2.69	
Establecer la relación a/c para incrementar la resistencia del ladrillo de concreto ligero.	Resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ligero	kg/cm2	0.54	186.42	148.81	151.59	190.31	
			0.62	183.18	138.34	146.29	181.82	
	Resistencia a compresión por pilas	kg/cm2	0.54	94.7	104.32	102.25	96.78	
			0.62	91.88	101.43	101.94	94.00	

Fuente: Elaboración propia.

4.13 Interpretación de resultados

a. Interpretación de resultados de asentamiento del concreto ligero.

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que al añadir mayor porcentaje de piedra pómez en el diseño de la mezcla aumenta el asentamiento (slump) con respecto al asentamiento del diseño patrón en su estado fresco, considerando que para un concreto ligero se tiene un rango de consistencia plástica (0'' – 1''), por su consistencia necesaria para la elaboración de un ladrillo utilizando esta mezcla y sea manejable y trabajable.

b. Interpretación de resultados de resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ligero.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ligero, para el caso de los ladrillos se trabaja con valores obtenidos a los 28 días, ya que debe pasar por un proceso de curado durante ese tiempo. Asimismo según la norma NTP 399.601 el ladrillo del tipo 14 tiene una resistencia a la compresión mínima de 10 MPa, lo que equivale a 101.97 kg/cm², siendo así que nuestros resultados se encuentran en este rango ya que la resistencia mínima obtenida para la relación a/c (0.62) es de 181.82 kg/cm² y para la relación a/c (0.54) es de 190.31 kg/cm², concluyendo así que nuestros resultados son aceptables para un diseño de ladrillo de concreto ligero.

c. Interpretación de resultados del ensayo de alabeo del ladrillo de concreto ligero.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de alabeo, nuestros resultados cumplen con la norma técnica E-070 que indica que el alabeo máximo es de 8mm tanto para la concavidad como para la convexidad. Donde la concavidad máxima fue de 0.75 y la convexidad máxima fue de 0.75, quedando así dentro del rango correspondiente.

d. Interpretación de resultados de resistencia a la compresión por pilas de ladrillo de concreto ligero.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión por pilas de ladrillo de concreto ligero, se puede apreciar que con

respecto al promedio de compresión por pilas por diseño patrón es de 9.4% menor que el ladrillo con diseño de 5% de piedra pómez, 9.9% de ladrillo con diseño de 10% de piedra pómez y 2.3% de ladrillo con diseño de 15% de piedra pómez.

Teniendo en cuenta que la resistencia a la compresión por pilas mínima para una relación de a/c (0.62) es de 94.7 kg/cm² para el diseño patrón y para una relación de a/c (0.54) es de 91.88 kg/cm².

e. Interpretación de resultados del análisis de dimensionamiento del ladrillo de concreto ligero.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de dimensionamiento del ladrillo de concreto ligero, los resultados son aceptables dentro del rango considerando que tomamos de referencia la norma E.070 donde indica que la variación porcentual máxima es en largo +- 4, ancho +-6 alto +-7, la cual tomamos como consideraciones máximas para el tipo de ladrillo que diseñamos con medidas bases de (24cm x 12cm x 9.5cm). Donde las medidas resultantes máximas fueron para el largo 24.07cm, ancho 12.06cm y alto 9.55cm , considerándose que se encuentran en el rango limite aprobado.

4.14 Constatación de hipótesis:

a. Hipótesis general

Al diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando porcentajes de agregado grueso piedra pómez se mejoran las propiedades físicas mecánicas.

Con el análisis de alabeo y dimensionamiento se concluye que si se mejora las características físicas y mecánicas del ladrillo de concreto ligero debido a que cumple con la norma establecida por la E- 070.

Con respecto a las características mecánicas también pasa los límites de la norma E-070 y la norma 399.601.

Por lo que se concluye que el ladrillo de concreto ligero con piedra pómez si mejora la calidad en las propiedades físicas y mecánicas a partir del diseño con 15% de piedra pómez.

b. Hipótesis secundaria 1

Al establecer el porcentaje de piedra pómez se reduce la densidad del ladrillo de concreto ligero.

Habiendo analizado los datos obtenidos se concluye que cuando se aumenta el porcentaje de piedra pómez la densidad de los ladrillos disminuye tanto como para la relación de agua y cemento de 0.54 y 0.62.

c. Hipótesis secundaria 2

Al establecer la relación a/c se incrementa la resistencia del ladrillo de concreto ligero.

Para la relación de agua y cemento de 0.62. Cuando tenemos entre porcentajes de 5% y 10% de piedra pómez en reemplazo del agregado grueso, la resistencia disminuye.

En el análisis de la figura 54 y la Tabla N°111 se puede deducir que el promedio de la resistencia a la compresión por unidad de ladrillos con respecto al ladrillo patrón es mayor por 24.48% en comparación al ladrillo de 5% de piedra pómez, 20.40% en comparación al ladrillo de 10% de piedra pómez y 0.74% en comparación al ladrillo 15% de piedra pómez.

Para la relación de a/c 0.54 suele pasar el mismo caso.

En el análisis de la figura 85 y la Tabla N°117 se puede deducir que el promedio de la resistencia a la compresión por unidad de ladrillos con respecto al ladrillo patrón es mayor por 20.17% con respecto al ladrillo de 5% de piedra pómez, 18.69% con respecto al ladrillo de 10% de piedra pómez y 2.09% con respecto al ladrillo 15% de piedra pómez siendo en este caso el resultado mayor el 15% de piedra pómez.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Discusión

- 1) Según **Tueros, R. y Lopez, A. (2016)** afirma que la sustitución de agregados pétreos en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% por agregados PET en los bloques de concreto no estructurales logra un incremento entre el 1%-5% en la resistencia a compresión y una disminución de las propiedades físicas respecto al bloque patrón.

Donde su diseño de mezcla con un $f'c=39.24 \text{ kg/cm}^2$ y siendo su máxima adición 15% de PET, obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 39.24 kg/cm^2 .

En la presente investigación se usaron porcentajes de piedra pómez al 5%, 10% y 15% en reemplazo del agregado grueso y el diseño fue para un concreto ligero de $f'c=180 \text{ kg/cm}^2$ usando dos relaciones de agua/cemento al 0.62 y 0.54, obteniendo la mayor resistencia con 15% de piedra pómez fue 181.82 kg/cm^2 para la relación de a/c de 0.62, y de 190.31 kg/m^2 para la relación de a/c de 0.54. A partir de nuestros resultados obtenidos podemos corroborar que nuestras resistencias son mayores debido a que nuestra resistencia de diseño es mayor.

- 2) Según **Ramirez, L. (2016)**, afirma que la adición al 20% de aserrín de madera al cemento mejora las propiedades físicas y mecánicas del ladrillo ecológico suelo – cemento para muros no portantes. La resistencia a compresión simple de estas unidades patrón $f'b = 80.38 \text{ kg/cm}^2$ y experimental $f'b = 69.67 \text{ Kg/cm}^2$ tienen la resistencia mínima característica del ladrillo tipo V que es de $f'b= 70 \text{ Kg/cm}^2$.

La resistencia a compresión axial de pilas de las unidades patrón $f'm= 95.57 \text{ kg/cm}^2$ y experimental $f'm= 70.72 \text{ Kg/cm}^2$ tienen la resistencia característica del ladrillo sillico calcáreo que es de $f'b= 95 \text{ Kg/cm}^2$ y la resistencia experimental característica que es de $f'b= 65 \text{ Kg/cm}^2$ King Kong industrial este se puede determinar que una pila con refuerzo vertical es bastante resistente para la construcción de la albañilería.

En la presente investigación, se obtuvo una resistencia a compresión simple de estas unidades patrón $f'b = 180 \text{ kg/cm}^2$ y experimental $f'b = 181.92 \text{ Kg/cm}^2$ tienen la resistencia característica del ladrillo tipo que es de $f'b= 70 \text{ Kg/cm}^2$.

En cuanto a los ensayos físicos la variación de dimensión más relevante es el lado ancho de muestra experimental con una variación de 2mm y las otras variaciones en promedio son menores y la norma de ladrillos nos permite hasta una variación 4mm por lo tanto estamos dentro del rango permitido,

En el diseño DP 15 para el diseño de mezcla de concreto ligero con una adición de 0,15% de piedra pómez y con una relación agua cemento igual a 0,62 y una densidad 1676 kg/m³ se obtuvo una resistencia a la compresión de 260 kg/cm², duplicando la resistencia obtenida por el diseño DP0-01 patrón, donde obtuvo una resistencia de 180 kg/cm² para una densidad de 1828 kg/m³. Sin embargo, sabemos que podemos optimizar la resistencia adicionando un mayor incremento de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso, modificando la relación agua cemento en este caso para el diseño

Se comprobó que al incrementar mayor cantidad de piedra pómez en el diseño, éste nos arroja una mayor resistencia a la compresión en comparación de un diseño convencional.

CONCLUSIONES

- 1) Al diseñar ladrillos de concreto ligero con porcentajes de agregado grueso piedra pómez se mejora las propiedades físicas del ladrillo, ya que el análisis de alabeo cumple con los límites establecidos por la norma E-070, para la relación a/c de 0.54 de acuerdo a la Tabla N°114 y para la relación a/c de 0.62 de acuerdo a la Tabla N°108. Asimismo el análisis de dimensionamiento cumple con los límites establecidos por la norma E-070, para la relación a/c de 0.54 de acuerdo a la Tabla N°113 y para la relación a/c de 0.62 de acuerdo a la Tabla N°107.

En el análisis de resistencia a la compresión por pilas para una relación a/c de 0.54 comparado con el diseño patrón se mejora la resistencia a la compresión por pilas, para el diseño de ladrillo de concreto ligero con 5% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso se incrementa al 10.16%, para el diseño con 10% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso se incrementa al 7.97% y para el diseño con 15% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso se tiene un incremento de 2.2%, de acuerdo a la Tabla N°118.

En el análisis de resistencia a la compresión por pilas para una relación a/c de 0.62 comparado con el diseño patrón se mejora la resistencia a la compresión por pilas, para el diseño de ladrillo de concreto ligero con 5% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso se incrementa al 10.40%, para el diseño con 10% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso se incrementa al 10.95% y para el diseño con 15% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso se tiene un incremento de 2.31%, de acuerdo a la Tabla N°112.

Por lo que se concluye que el ladrillo de concreto ligero con piedra pómez sí mejora la calidad en sus propiedades físicas y mecánicas.

- 2) El porcentaje de piedra pómez reduce la densidad del ladrillo de concreto ligero.

Al comparar el diseño patrón con respecto al diseño de ladrillo de concreto ligero con 5% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso con la relación a/c de 0.54 la densidad disminuye con 14.88%, para el 10% piedra pómez disminuye 18.43% y con 15% de piedra pómez disminuye en 20.41% de acuerdo a la Tabla N°116.

Al comparar el diseño patrón con respecto al diseño de ladrillo de concreto ligero con 5% de piedra pómez como remplazo del agregado grueso con la relación a/c de 0.62 la densidad disminuye con 8.08%, para el 10% piedra pómez disminuye 11.97% y con 15% de piedra pómez disminuye en 15.75% de acuerdo a la Tabla N°110.

Por consiguiente, se concluye que a menor relación agua y cemento la densidad del ladrillo de concreto ligero disminuye.

- 3) Para la relación de a/c de 0.62, al analizar la resistencia a la compresión por unidad de ladrillo de concreto ligero para el 5% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso la resistencia a la compresión disminuye en 24.28%, para el 10% de piedra pómez como reemplazo de agregado grueso la resistencia a la compresión disminuye en 20.4% y para el 15% de piedra pómez en reemplazo del agregado grueso la variación entre ambos es solo de 0.74%, de acuerdo a la Tabla N°111.

Para la relación de a/c de 0.54, al analizar la resistencia a la compresión por unidad de ladrillo de concreto ligero para el 5% de piedra pómez como reemplazo del agregado grueso la resistencia a la compresión disminuye en 20.17%, para el 10% de piedra pómez como reemplazo de agregado grueso la resistencia a la compresión disminuye en 18.69% y para el 15% de piedra pómez en reemplazo del agregado grueso la variación entre ambos es solo de 2.09%, de acuerdo a la Tabla N°117.

Al comparar las dos relaciones a/c entre la relación a/c de 0.62 y la relación a/c de 0.54 por resistencia a la compresión por unidad de ladrillo de concreto ligero se obtiene mejores resultados en la relación a/c de 0.54.

RECOMENDACIONES

1) La adición de piedra pómez en la mezcla como reemplazo del agregado grueso aumenta la resistencia a las propiedades del ladrillo de concreto ligero realizado bajo las normas ACI con un adecuado proceso de mezcla, es necesario introducir por partes las cantidades de piedra pómez dentro de la mezcladora, para lograr una homogeneidad en la mezcla, en la cual las piedra pómez debe adherirse en la mezcla, dando así una óptima distribución para aumentar la resistencia para la cual es recomendable un adecuado relación agua cemento.

Para el análisis a resistencia a la compresión del ladrillo de concreto ligero se recomienda usar con otros porcentajes de piedra pómez para deducir un mejor comportamiento del ladrillo del concreto ligero.

En la realización de los ensayos físicos mecánicos como: variación de dimensiones, densidad, absorción, compresión simple, alabeo, pilas es muy importante que los equipos a utilizar que estén bien calibrados para de esta manera obtener resultados confiables.

2) Se recomienda aumentar el porcentaje de piedra pómez en remplazo del agregado grueso para obtener menores densidades en los ladrillos de concreto ligero. Asimismo se recomienda utilizar piedra pómez proveniente de canteras de Arequipa para estudiar su comportamiento en comparación de la piedra pómez proveniente de las salinas de Huacho.

3) Se recomienda reducir el porcentaje de agua para que la mezcla sea más seca y tenga un mejor moldeado en el proceso de elaboración del ladrillo de concreto ligero mejorando la calidad de este.

4) Se recomienda para futuras investigaciones elaborar estos ladrillos de concreto ligero con la adición de aditivos que mejoren las propiedades físicas y mecánicas para así proponerlos como bloques portantes o contrarrestar el déficit de la misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta F. (2001) *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibratoria*. (Programa científico PC-CISMID). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú
- Brito, L. (2010) *Elaboración de un sustituto del ladrillo de barro, por uno elaborado en piedra pómez y masilla de cemento*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De Chimborazo, Ecuador.
- Camacho A. y Nena M. (2018) *Diseño y fabricación de un ladrillo ecológico como material sostenible de construcción y comparación de sus propiedades mecánicas con un ladrillo tradicional*. (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Ecuador.
- Cañas, L. Ríos, R. y Quintero, O. (2014) *Reciclaje de residuos sólidos agroindustriales como aditivos en la fabricación de ladrillos para el desarrollo sostenible de materiales de construcción*. (Artículo de investigación) Universidad Nacional de Colombia, Colombia.
- Carrera, J. (1980) *Concreto liviano empleando vidrio volcánico como agregado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Castillo R. (2013) *Proceso de elaboración del concreto ligero*. (Manual de construcción). Unión andina de cementos – UNACEM, Perú.
- Contreras, A. (2016) *Concreto celular para uso estructural*. (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Echevarría, E. (2017) *Ladrillos de concreto con plástico PET reciclado*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Lazo, J. (2018) *Diseño de concreto celular para diferentes densidades, análisis de sus propiedades y su aplicaciones*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú.
- Martínez, A. y Jiménez, M. (2014) *Diseño y fabricación de ladrillo reutilizando materiales a base de PET*. (Artículo de investigación), INGE GUC, Colombia.

- MVCS (2006), método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas, (Norma Técnica Peruana 339.034), Perú.
- MVCS (2006), método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y % de aire (método gravimétrico) del concreto, (Norma Técnica Peruana 339.046), Perú.
- MVCS (2006), concepto de unidades de albañilería, (Norma Técnica Peruana 339.034), Perú (p.13)
- Perez, T. (2016) *Comportamiento físico – mecánico del ladrillo de concreto tipo IV*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Ramirez, L. (2018) *Las Propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento fabricadas con adición de 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz-2016*. (Tesis de pregrado). Universidad San Pedro, Perú.
- Resolución Ministerial N° 011-2006-VIVIENDA (2006), Norma Técnica E. 070 Albañilería, (Norma Técnica Peruana), Perú.
- Rivas, Q. (2010), *determinación de la resistencia, densidad aparente y docilidad de un hormigón liviano con 10%, 20%, 30%, 40% y 50% en volumen de perlas de aislapol*. (Tesis de pregrado). Universidad Austral de Chile, Chile.
- Rodríguez, H. (2017), *Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural*. (Tesis de pregrado) Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.
- Torre, A. (2004), Curso básico de tecnología del concreto. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.
- Tueros R. y Lopez A (2016), *Evaluación comparativa de las propiedades físico-mecánicas de bloques de concreto no estructurales con la sustitución de agregados pétreos por agregados pet en porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% curados por inmersión y comparados con un bloque de concreto patrón*. (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco.

Vera, I. (2018), *Diseño de un concreto liviano con Poliestireno expandido para la ejecución de losas en el Asentamiento Humano Amauta - Ate - Lima Este* (2018). (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Perú.

Villegas, C. (2008), *Estudio de verificación de las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de arcilla cocida de Lima Metropolitana*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.

ANEXOS

01. Matriz de consistencia

ANEXO 01: MATRÍZ DE CONSISTENCIA

“LADRILLO DE CONCRETO LIGERO UTILIZANDO COMO AGREGADO GRUESO PIEDRA PÓMEZ PARA MUROS DE TABIQUERÍA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES”

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
			VARIABLES	INDICADORES	INDICES	INSTRUMENTOS
Problema General ¿En qué medida al diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando porcentajes de agregado grueso piedra pómez se mejoran las propiedades físicas y mecánicas?	Objetivo General Diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando porcentajes de agregado grueso piedra pómez para mejorar las propiedades físicas y mecánicas.	Hipótesis General Al diseñar ladrillos de concreto ligero utilizando porcentajes de agregado grueso piedra pómez se mejoran las propiedades físicas y mecánicas.	Diseño de ladrillos de concreto ligero	Porcentaje de piedra Pómez	Realizar el diseño de mezcla del ladrillos concreto ligero con diferentes porcentajes de piedra pómez.	Equipos de laboratorio de ensayo de materiales
				Relación a/c	Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla.	NTP 339.034 y ASTM C39. NORMA E-070.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicos	Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos de concreto ligero	Densidad del ladrillo de concreto ligero	Ensayo de peso unitario del ladrillo de concreto ligero.	NTP 400.012 Y ASTM C117.
a) ¿En qué medida el porcentaje de piedra pómez reduce la densidad del ladrillo de concreto ligero?	Establecer el porcentaje de piedra pómez para reducir la densidad del ladrillo de concreto ligero.	Al establecer el porcentaje de piedra pómez se reduce la densidad del ladrillo de concreto ligero.				NTP 339.046 y NTP 399.604
b) ¿En qué medida la relación a/c incrementa la resistencia del ladrillo de concreto ligero?	Establecer la relación a/c para incrementar la resistencia del ladrillo de concreto ligero.	Al establecer la relación a/c se incrementa la resistencia del ladrillo de concreto ligero.		Resistencia del ladrillo de concreto ligero	Ensayo de resistencia a la compresión.	NTP 339.034 y ASTM C39.
					Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla.	- Software Excel

ANEXO 02: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“LADRILLO DE CONCRETO LIGERO UTILIZANDO COMO AGREGADO GRUESO PIEDRA PÓMEZ PARA MUROS DE TABIQUERÍA EN VIVIENDAS MULTIFAMILIARES”

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTOS
Diseño de ladrillos de concreto ligero	Porcentajes de Piedra Pómez	Realizar el diseño de mezcla del ladrillo de concreto ligero con diferentes porcentajes de piedra pómez.	Equipos de laboratorio de ensayo de materiales
	Relación a/c	Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla.	NTP 339.034 y ASTM C39. Software Excel.
Propiedades físicas y mecánicas del ladrillo de concreto	Densidad del ladrillo de concreto	Ensayo de peso unitario del ladrillo de concreto ligero.	NTP 400.012 Y ASTM C117. NORMA E – 0.70 NTP 399.604 NTP 339.046 y ASTM C138.
	Resistencia del ladrillo de concreto	Ensayo de resistencia a la compresión. Realizar cuadros y gráficos de los resultados de prueba de mezcla.	NTP 339.034 y ASTM C39. NORMA E – 0.70 NTP 399.604 - Software Excel

**Anexo 03: Certificado de calibración – Máquina de compresión axial electro
– hidráulica digital**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMC-086-2019**

Peticionario : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
 Atención : UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
 Lugar de calibración : Laboratorio de Ensayos de Materiales: Facultad (Escuela de Ingeniería Civil)
 Surco- Lima
 Tipo de equipo : Máquina de compresión axial eléctrico-hidráulica digital
 Capacidad del equipo : 2,227 kN (500,000 lbf ó 227 TN)
 División de escala : 0,1 kN
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 N° de serie del equipo : 040400000001
 Panel digital : DIGITAL TOUCH ELE-INTERNATIONAL
 Número serie panel digital : 1887-1-00081
 Procedencia : USA
 Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18,6°C / 78%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18,6°C / 76%
 Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, certificado de calibración reporte N° C-8294(ASRET)K0518
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2019-08-09

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2019-08-12	 Vladimir Torres TECNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CMC-086-2019

Página 1 de 2

**Anexo 04: Certificado de calibración – Máquina de compresión axial electro
– hidráulica digital**



Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2 U (%)
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
4	100,0	100,44	100,37	100,57	100,46	-0,5	0,2
9	200,0	200,13	200,17	200,69	200,33	-0,2	0,2
13	300,0	300,31	300,84	300,64	300,60	-0,2	0,1
18	400,0	400,49	400,62	400,61	400,57	-0,1	0,1
27	600,0	600,20	600,53	600,83	600,52	-0,1	0,1
36	800,0	800,22	800,57	800,41	800,40	0,0	0,1
45	1000,0	1000,02	1000,53	1000,71	1000,42	0,0	0,1
54	1200,0	1200,68	1201,01	1201,04	1200,91	-0,1	0,1
72	1600,0	1600,43	1601,01	1601,43	1600,96	-0,1	0,1

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.

