



**FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

**ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL
CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO
SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

Autor:

Bach. Farroñan Santamaria Maria del Carmen

<https://orcid.org/0000-0002-0593-8706>

Asesor:

Mg. Salinas Vásquez Néstor Raúl

<https://orcid.org/0000-0001-5431-2737>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2023

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO

Presentado por

Bach. Farroñan Santamaria Maria del Carmen
Tesista

Aprobado por

MG. Idrogo Pérez César Antonio
Presidente de jurado

MG. Villegas Granados Luis Mariano
Secretario de jurado

DR. Marín Bardales Noé Humberto
Vocal de jurado

MG. Salinas Vásquez Néstor Raúl
Asesor metodólogo

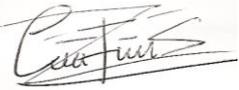
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Quien suscribe la **DECLARACIÓN JURADA**, soy egresado del Programa de Estudios de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL** de la Universidad Señor de Sipán S.A.C, declaro bajo juramento que soy autor del trabajo titulado:

ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO

El texto de mi trabajo de investigación responde y respeta lo indicado en el Código de Ética del Comité Institucional de Ética en Investigación de la Universidad Señor de Sipán (CIEI USS) conforme a los principios y lineamientos detallados en dicho documento, en relación a las citas y referencias bibliográficas, respetando al derecho de propiedad intelectual, por lo cual informo que la investigación cumple con ser inédito, original y autentico.

En virtud de lo antes mencionado, firma:

Farroñan Santamaria Maria del Carmen	DNI: 72020795	
--------------------------------------	---------------	---

Pimentel, 6 de febrero del 2023

Dedicatoria

A Dios, por haber permitido cumplir mi meta trazada.

A mis padres Julia y Humberto, por brindarme su apoyo incondicional, su confianza, su amor infinito, su paciencia y perseverancia.

A mis hermanos, por su motivación, apoyo incondicional y de manera especial a María de Jesús y Juan José.

A mis sobrinos, por regalarme siempre una sonrisa.

Maria del Carmen Farroñan Santamaria

Agradecimiento

A Dios, por darme fortaleza y sabiduría para terminar mi carrera profesional.

A mi familia, por su apoyo incondicional.

A mis formadores, por enseñarme y transmitirme sus conocimientos para ser mejor cada día.

Maria del Carmen Farroñan Santamaria

Resumen

En el rubro de la construcción, las nuevas tecnologías han ido evolucionando constantemente es por ello que, se busca alternativas de materiales reciclados en la producción del concreto. El objetivo de estudio es evaluar el comportamiento mecánico del concreto usando vidrio pulverizado procedente de envases de botellas de vidrio, como sustituto parcial del agregado fino. Asimismo, para esta investigación experimental se elaboraron testigos de concreto con diseño $f'c$ de 210 kg/cm^2 (CP210) y 280 kg/cm^2 (CP280) con porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado (VP) con relación al peso del agregado fino que fueron destinados para realizar ensayos necesarios para evaluar el comportamiento físico-mecánico del concreto a edades de 7, 14 y 28 días. Es así que, de acuerdo a los resultados obtenidos, en el comportamiento físico del concreto mediante el ensayo de asentamiento para el CP210 y CP280 se obtuvo como resultado el valor de 4" (pulgadas). Asimismo, en el comportamiento mecánico del CP210 en el concreto experimental en el ensayo de la resistencia a la compresión se mostró que la máxima resistencia fue al 2% de VP incrementando un 21%; la resistencia a flexión con 1% de VP incrementó 1%; la resistencia a tracción al 4% de VP incrementó 12%; y, por último, el módulo de elasticidad al 1% de VP incrementó 6%, respecto al diseño inicial. Para el CP280 en el ensayo de la resistencia a la compresión se mostró que la máxima resistencia fue al 1% de VP incrementando 28%; la resistencia a flexión al 1% de VP incrementó 2%; la resistencia a tracción al 4% de VP incrementó 18%; y el módulo de elasticidad al 4% de VP incrementó 5%, respecto al diseño inicial. Por lo tanto, se concluye que el vidrio pulverizado contribuye de manera positiva en las propiedades físicas y mecánicas del concreto conduciendo a una nueva alternativa en el ámbito de la construcción.

Palabras clave: Vidrio pulverizado, concreto, agregado, resistencia a compresión, resistencia a flexión, resistencia a tracción.

Abstract

In the construction field, new technologies have been constantly evolving, which is why, alternatives of recycled materials in the production of concrete are sought. The study objective is to evaluate the mechanical behavior of concrete using Pulverized glass from glass bottles containers, as a partial substitute for fine aggregate. Likewise, for this experimental investigation, concrete witnesses with 210 kg/cm² (CP210) and 280 kg/cm² (CP280) were prepared with percentages of 1%, 2%, 3% and 4% of powdered glass (VP) in relation to the weight of the fine aggregate that were destined to perform necessary trials to evaluate the physical-mechanical behavior of the concrete at the ages of 7, 14 and 28 days. Thus, according to the results obtained, in the physical behavior of the concrete through the settlement test for the CP210 and CP280, the value of 4" (inches) was obtained. Also, in the mechanical behavior of the CP210 in the experimental concrete in the compressive strength test it was shown that maximum strength was 2% of VP increasing 21%; flexural strength with 1% VP increased 1%; 4% VP - tensile strength increased 12%; And finally, the 1% VP elasticity module increased 6%, compared to the initial design. For the CP280 in the compressive strength test it was shown that maximum strength was 1% of VP increasing 28%; 1% flexural strength increased 2%; 4% VP tensile strength increased 18%; and the 4% VP elasticity module increased 5%, compared to the initial design. Therefore, it is concluded that the powdered glass contributes positively to the physical and mechanical properties of concrete leading to a new alternative in the field of construction.

Keywords: Pulverized glass; concrete; aggregate; compressive strength; flexural strength; tensile strength.

INDICE

I. INTRODUCCIÓN	20
1.1. Realidad Problemática	20
1.1.1. Nivel Internacional	20
1.1.2. Nivel Nacional.....	22
1.1.3. Nivel Local	22
1.2. Antecedentes de estudio	23
1.2.1. Nivel Internacional	23
1.2.2. Nivel Nacional.....	26
1.2.3. Nivel Local	27
1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA	28
1.3.1. Concreto	28
1.3.2. Método del ACI	30
1.3.3. Agregados	30
1.3.4. Tipos de agregados	30
1.3.5. Agua	31
1.3.6. Vidrio.....	32
1.3.7. Componentes del vidrio	32
1.3.8. Tipos de vidrio	32
1.3.9. Reciclaje de vidrio.....	33
1.3.10. Uso del vidrio en la mezcla del concreto.....	33
1.3.11. Impacto ambiental	34
1.3.12. Definición de términos	34
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	35
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO	35
1.5.1. Justificación Ambiental	35

1.5.2. Justificación Técnica	35
1.5.3. Justificación Económica	36
1.5.4. Importancia	36
1.6. HIPOTESIS	36
1.7. OBJETIVOS	36
1.7.1. Objetivo General.....	36
1.7.2. Objetivos Específicos.....	36
II. MATERIAL Y MÉTODO	37
2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	37
2.1.1. Tipo de Investigación	37
2.1.2. Diseño de Investigación.....	37
2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	37
2.2.1. Población	37
2.2.2. Muestra.....	37
2.3. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	39
2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	40
2.4.1. Técnica de recolección de datos	40
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos	40
2.5. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS	41
2.5.1. Procesamiento de la información.....	41
2.5.2. Procedimiento de la investigación	51
2.5.3. Procesos para la recolección de datos	51
2.6. CRITERIOS ÉTICOS	53
2.6.1. Ética de recolección de datos	53
2.6.2. Ética de aplicación.....	53
2.7. CRITERIOS DE RIGOR CIENTIFICO	53

2.7.1.	Fiabilidad	53
2.7.2.	Validez interna	53
2.7.3.	Validez externa	53
III.	RESULTADOS	54
3.1.	RESULTADOS EN TABLAS Y FIGURAS	54
	<i>Resultado del objetivo N°1</i>	54
	<i>Resultado del objetivo N°2</i>	58
	<i>Resultado del objetivo N°3</i>	63
	<i>Resultado del objetivo N°4</i>	64
IV.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	85
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1.	CONCLUSIONES	89
5.2.	RECOMENDACIONES	90
V.	REFERENCIAS	91
ANEXO	101
ANEXO N°01:	GUÍAS DE OBSERVACIÓN	102
ANEXO N°02:	DOCUMENTO DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS	153
ANEXO N°03:	PANEL FOTOGRÁFICO	154

INDICE DE ILUSTRACION

Ilustración 1. Peso del agregado fino.....	43
Ilustración 2. Tamizado del agregado fino.....	43
Ilustración 3. Reciclaje de las botellas de vidrio	44
Ilustración 4. Limpieza de las botellas de vidrio.....	45
Ilustración 5. Enjuaje de las botellas de vidrio recolectadas.....	45
Ilustración 6. Secado de las botellas de vidrio recolectadas.....	46
Ilustración 7. Molienda y tamizado de las botellas de vidrio recolectadas.....	46
Ilustración 8. Peso unitario suelto del agregado fino	47
Ilustración 9. Peso unitario compactado del agregado grueso	47
Ilustración 10. Peso unitario suelto del agregado grueso	48
Ilustración 11. Peso unitario compactado del agregado grueso	48
Ilustración 12. Muestra del agregado fino.....	49
Ilustración 13. Empleo del método gravimétrico para obtener.....	49
Ilustración 14. Muestra del agregado grueso.....	50
Ilustración 15. Muestra del agregado fino.....	50
Ilustración 16. Muestra de los agregados.....	51
Ilustración 17. Curva granulométrica de la cantera La Victoria Pátapo - Agregado Fino	54
Ilustración 18. Curva granulométrica de la cantera Las Tres Tomas Ferreñafe - Agregado grueso.....	55
Ilustración 20. Resistencia a compresión del diseño patrón.....	65
Ilustración 21. Resistencia a compresión del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	65
Ilustración 22. Resistencia a compresión del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	66
Ilustración 23. Resistencia a compresión del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	66
Ilustración 24. Resistencia a compresión del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	67
Ilustración 25. Resistencia a compresión del diseño patrón.....	67

Ilustración 26. Resistencia a compresión del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	68
Ilustración 27. Resistencia a compresión del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	68
Ilustración 28. Resistencia a compresión del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	69
Ilustración 29. Resistencia a compresión del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	69
Ilustración 30. Resistencia a flexión del diseño patrón.	70
Ilustración 31. Resistencia a flexión del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	70
Ilustración 32. Resistencia a flexión del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	71
Ilustración 33. Resistencia a flexión del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	71
Ilustración 34. Resistencia a flexión del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	72
Ilustración 35. Resistencia a flexión del concreto.	72
Ilustración 36. Resistencia a flexión del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	73
Ilustración 37. Resistencia a flexión del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	73
Ilustración 38. Resistencia a flexión del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	74
Ilustración 39. Resistencia a flexión del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	74
Ilustración 40. Resistencia a tracción del diseño patrón.	75
Ilustración 41. Resistencia a tracción del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	75
Ilustración 42. Resistencia a tracción del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	76

Ilustración 43. Resistencia a tracción del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	76
Ilustración 44. Resistencia a tracción del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	77
Ilustración 45. Resistencia a tracción del diseño patrón.....	77
Ilustración 46. Resistencia a tracción del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	78
Ilustración 47. Resistencia a tracción del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	78
Ilustración 48. Resistencia a tracción del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	79
Ilustración 49. Resistencia a tracción del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	79
Ilustración 50. Módulo de elasticidad del diseño patrón.....	80
Ilustración 51. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	80
Ilustración 52. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	81
Ilustración 53. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	81
Ilustración 54. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	82
Ilustración 55. Módulo de elasticidad del diseño patrón.....	82
Ilustración 56. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 1% de vidrio pulverizado (VP).....	83
Ilustración 57. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 2% de vidrio pulverizado (VP).....	83
Ilustración 58. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 3% de vidrio pulverizado (VP).....	84
Ilustración 59. Módulo de elasticidad del diseño del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).....	84
Ilustración 60. Formato del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino .	101

Ilustración 61. Formato del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino .	102
Ilustración 62. Formato del Método de ensayo para determinar l peso unitario del agregado fino	103
Ilustración 63. Formato del método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de	104
Ilustración 64. Formato del método de ensayo para peso específico y absorción del agregado fino.	105
Ilustración 65. Formato del método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso.	106
Ilustración 66. Formato de ensayo para contenido de humedad del agregado grueso.	107
Ilustración 67. Formato del método de ensayo para el peso específico y absorción del agregado grueso.	108
Ilustración 68. Diseño de mezcla final con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	109
Ilustración 69. Resutados del diseño de mezcla y cantidad de materiales por metro cúbico para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	110
Ilustración 70. Formato del diseño de mezcla final con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	111
Ilustración 71. Resutados del diseño de mezcla y cantidad de materiales por metro cúbico para un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	112
Ilustración 72. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto con.....	113
Ilustración 73. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto	114
Ilustración 74. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y.....	115
Ilustración 75. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP.....	116
Ilustración 76. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 4% con $f'c=210\text{kg/cm}^2$	117
Ilustración 77. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	118
Ilustración 78. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 1% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$	119

Ilustración 79. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 2% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$	120
Ilustración 80. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 3% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$	121
Ilustración 81. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 4% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$	122
Ilustración 82. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	123
Ilustración 83. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 1% con $f'c=210\text{kg/cm}^2$	124
Ilustración 84. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 2%.....	125
Ilustración 85. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 3%.....	126
Ilustración 86. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 4%.....	127
Ilustración 87. Formato para el método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con $f'c=280\text{ kg/cm}^2$	128
Ilustración 88. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 1%.....	129
Ilustración 89. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 2% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$	130
Ilustración 90. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 3% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$	131
Ilustración 91. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 4% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$	132
Ilustración 92. Formato de método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	133
Ilustración 93. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 1% con $f'c=210\text{ kg/cm}^2$	134
Ilustración 94. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 2%	135

Ilustración 95. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 3%	136
Ilustración 96. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 4%	137
Ilustración 97. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto con	138
Ilustración 98. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 1% con $f'c=280$ kg/cm ²	139
Ilustración 99. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 2% con $f'c=280$ kg/cm ²	140
Ilustración 100. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 3% con $f'c=280$ kg/cm ²	141
Ilustración 101. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 4% con $f'c=280$ kg/cm ²	142
Ilustración 102. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto patrón con $f'c=210$ kg/cm ²	143
Ilustración 103. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 1% para un $f'c=210$ kg/cm ²	144
Ilustración 104. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 2% para un $f'c=210$ kg/cm ²	145
Ilustración 105. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 3% para un $f'c=210$ kg/cm ²	146
Ilustración 106. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 4% para un $f'c=210$ kg/cm ²	147
Ilustración 107. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto patrón con $f'c=280$ kg/cm ²	148
Ilustración 108. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 1% para un $f'c=280$ kg/cm ²	149
Ilustración 109. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 2% para un $f'c=280$ kg/cm ²	150
Ilustración 110. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 3% para un $f'c=280$ kg/cm ²	151

Ilustración 111.	<i>Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 4% para un $f'_c=280$ kg/cm².</i>			152
Ilustración 112.	<i>Documento de realización de ensayos de laboratorio.</i>			153
Ilustración 113.	<i>Peso unitario suelto (agregado fino).</i>			152
Ilustración 114.	<i>Peso unitario suelto (agregado grueso).</i>			154
Ilustración	115.	Peso	unitario	
				compactado 152
Ilustración 116.	<i>Peso unitario compactado.</i>			154
Ilustración	117.	Peso	específico	y
				absorción 153
Ilustración 118.	<i>Ensayo de asentamiento.</i>			155
Ilustración	119.	Preparación	de	la
				mezcla
				de
				concreto 153
Ilustración 120.	<i>Llenado de probetas de concreto.</i>			155
Ilustración	121.	Recolección	de	botellas
				de
				vidrio 154
Ilustración 122.	<i>Vidrio Pulverizado.</i>			156
Ilustración	123.	Desencofrado	de	vigas
				de
				concreto
				concreto 154
Ilustración 124.	<i>testigos de concreto.</i>			156
Ilustración 125.	<i>Curado de vigas y probetas.</i>			157
Ilustración 126.	<i>Ensayo de resistencia a la flexión.</i>			157
Ilustración 127.	<i>Ensayo de la resistencia a compresión y módulo de elasticidad del concreto.</i>			158
Ilustración 128.	<i>Ensayo de la resistencia a tracción.</i>			158
Ilustración	129.	Limpieza	de	las
				probetas 160
Ilustración	130.	Tamizado	y	peso
				del
				agregado
				fino 159

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Muestras de concreto con $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2	388
Tabla 2. Variable Independiente	39
Tabla 3. Variable Dependiente.....	39
Tabla 4. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	56
Tabla 5. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	57
Tabla 6. Peso específico y absorción del agregado.....	57
Tabla 7. Peso específico y absorción del agregado.....	58
Tabla 8. Cantidad de materiales por metro cúbico.....	59
Tabla 9. Cantidad de materiales por metro cúbico.....	59
Tabla 10. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (1%).....	60
Tabla 11. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (2%).....	60
Tabla 12. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (3%).....	61
Tabla 13. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (4%).....	61
Tabla 14. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (1%).....	62
Tabla 15. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (2%).....	62
Tabla 16. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (3%).....	63
Tabla 17. Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (4%).....	63
Tabla 18. Asentamiento de la mezcla del concreto patrón y con vidrio pulverizado.	64

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

1.1.1. A nivel internacional

En la industria de la construcción es importante emplear materiales alternativos para la elaboración del concreto, siendo el concreto uno de los materiales más empleado a nivel mundial, por esta razón es que se busca avances tecnológicos en el concreto y su evolución para ir optimizando sus propiedades mediante la utilización de complementos y/o reemplazos en el cemento o agregados; es por ello que se ha planteado concientizar con las campañas de reciclaje y reutilización de residuos (en este caso solo no orgánicos), mediante la utilización del vidrio en el sector de edificaciones, básicamente en la industria del hormigón (Sheau Hooi & Jia Min, 2017). Asimismo, uno de los materiales que ha tenido un impacto positivo en las mezclas con adición de vidrio en el concreto es el vidrio pulverizado, vidrio molido o vidrio triturado debido a que presentan características positivas como: a) óxido de Potasio (0,64 %); b) óxido de fierro (1,29%); c) óxido de aluminio (2,25%); d) óxido de magnesio (1,3%); e) óxido de calcio (10,46%); f) óxido de sodio (12,85%); y, g) óxido de silicio (70,88%) , verificando que influye en sus propiedades físicas y mecánicas del concreto (Gorospe K. et al., 2019).

Por consiguiente, si nos adentramos en el sector de edificaciones, la utilización del concreto demarca en uno de los materiales fundamentales para las fabricaciones de edificaciones, convirtiéndose en un material de importante a nivel mundial; cabe indicar, su evolución para ir optimizando sus propiedades mediante la utilización de complementos y/o reemplazos a estos agregados (Marinković et al., 2021). También, podemos caracterizarlo como aquel compuesto artificial, que radica en una “pasta”, en la cual se encuentran partículas llamado “agregado” (Corinaldesi et al., 2016). Por otro lado, como lo hemos mencionado, el concreto a fin de mejorar sus propiedades se ha ido reemplazando y/o adicionando nuevos materiales en las mezclas, siendo uno de ellos el vidrio, ya que se han venido realizando muchos estudios para investigar diferentes técnicas de reciclaje y su uso potencial como agregados en la fabricación de hormigón. (Herki, 2020). Por ello, es que existen

diferentes gamas de vidrio con diferentes características y componentes de la cual es el vidrio de sodio calcio el más empleado y económico, este vidrio primordialmente es utilizado para envases de botellas y ventanas (Delvasto et al., 2015). Es así que, países vienen poniendo en práctica esta investigación de reciclaje y uso del vidrio como materia prima para la producción de cemento o para sustituirlo y/o adicionarlo en el concreto de manera parcial (Newaz Khan et al., 2019). Suvash et al., señala que según reportes se analizó que en EE. UU hubo aproximadamente 9,2 millones de toneladas de vidrio que se desechan, denotando que es uno de los desechos que más abundan en dicho país; de la misma forma, en Hong Kong también se elimina aproximadamente 300 toneladas diarias de residuos de vidrio (Suvash Chandra et al., 2018).

Asimismo, Alireza et al., indica que en Australia se llega a desechar 1,5 millones de toneladas de vidrio de las cuales solo reciclan dos tercios de ellos, siendo empleados sus residuos para las construcciones, en los materiales cementosos o agregados de hormigón, conllevando dicha práctica a una alternativa sostenible (Alireza et al., 2019); en Singapur 79,500 toneladas de residuos de vidrio reciclando solo el 20% (Hooi & Min, 2017); y Aliabdo et al., menciona que en Egipto, se genera aproximadamente 3,45 millones de toneladas de residuos de vidrio, reciclando el 84% (Aliabdo et al., 2016). Por otro lado, Letelier et al., indica que en Chile como país latino produce 292.014 toneladas de residuos de vidrio de botella, reciclando tan solo 157.500 toneladas (Letelier et al., 2019).

Por consiguiente, se realizaron diversos estudios que sustituyen parcialmente este material en la elaboración del concreto. Según, Safarizki et al., el Vidrio Pulverizado como reemplazado parcial del agregado fino en el concreto tradicional con porcentajes de 10%, 15%, 20% y 30% de VP, los resultados afirmaron que la resistencia a la compresión mostró que el valor óptimo se puede lograr con 22,8 MPa con una adición del 15% de vidrio pulverizado (Safarizki et al., 2020). Asimismo, Pei-min et al., determinaron que el vidrio molido tiene un efecto significativo en la mejora de la resistencia a la compresión logrando un incremento de 28,3% y en el módulo de elasticidad un aumento de 64,6% con la adición del 10% de vidrio molido (Pei-min et al., 2022). De la misma manera, Valdivia et al., mencionan que en su investigación realizaron 4 dosificaciones de 6%, 7%, 8% y 9% de vidrio pulverizado en la mezcla

del concreto con una relación a/c de 0,62 para una resistencia de 31 MPa, obteniendo como resultado que, con un nivel de porcentaje de 9% como material suplementario parcial del árido fino la resistencia a la compresión aumenta logrando el valor máximo de 62,2 MPa (Valdivia J. et al., 2019). Asimismo, Hussein et al., determinan que el polvo de vidrio al 10%, 20%, 30%, 40% y 50% como sustituto parcial del árido fino muestra que al 10% tiende a incrementar la resistencia a la flexión de 3,00 MPa a 5.27 MPa (Hussein et al., 2022). Por otro lado, Zhou et al., establecen que, el empleo del vidrio pulverizado (VP) con porcentajes de 20% y 40% en muestras cilíndricas de concreto la resistencia a la compresión tiende a disminuir conforme se va incluyendo el VP en el concreto, a 1 día disminuyó de 15,9 MPa a 14,7 MPa (en un 8%), y a los 28 días disminuyó de 23,7 MPa a 21,2 MPa (en un 11%) (Zhuo et al., 2022). Según, (Gong & Qu, 2020) la elaboración de mezcla del concreto con vidrio molido con porcentaje de 2% la resistencia a la compresión a la edad de 28 días alcanzó un máximo de 82,07 MPa (con un aumento del 15,7%) y a los 56 días 89,05 MPa (con un aumento del 8,8%).

Por otro lado, Dilkhaz et al., indica que, al 40% de polvo de vidrio, la resistencia a tracción se degradó conforme aumentaba los porcentajes (0-40) (Dilkhaz Salahaddin et al., 2022). De esta manera, (Manikandan & Vasugi, 2022) demostraron que al sustituir 20% de vidrio fino se obtuvo una resistencia a tracción de 3.30 MPa.

Según, Song et al., mencionan que con 20% de polvo de vidrio se obtuvo un valor de 34 GPa en el módulo de elasticidad (Song et al., 2019). Asimismo, (Omran & Tagnit-Hamou, 2016), señalaron que la adición de vidrio en el concreto mejoró el módulo de elasticidad logrando un aumento de 8% y 22% obteniendo como valor 38 GPa y 44 GPa.

Por lo tanto, según Tamanna et al., de acuerdo a los estudios realizados por el autor de referencia considera que, se puede reciclar el vidrio sin perder ninguna de sus propiedades química, llevándose a cabo una serie de pruebas para determinar cuáles son las propiedades de los componentes; del hormigón fresco y del hormigón endurecido, incluidas sus características de durabilidad, para investigar la idoneidad del uso de residuos reciclados y sustituir parcialmente el árido fino por el vidrio pulverizado, ya que éste puede aportar mejoras en la resistencia al concreto (Tamanna et al., 2020).

1.1.2. Nivel Nacional

El Perú no es ajeno al problema de la contaminación del medio ambiente, ya que anualmente se produce cerca de 23000 toneladas de desechos diarios, reciclándose el 15% y, el 29% de estos desperdicios son reutilizables como es el vidrio, cartón, papel y plástico (Stoll et al., 2019). Por otro lado, según el Ministerio del Ambiente, se generan más de “7’000 000 toneladas” de desechos sólidos Municipales, del cual tan solo el 18,7% son residuos inorgánicos reciclables; la otra mitad son residuos domiciliarios que está compuesto de material orgánico; por lo que, es menester recalcar que, apenas el 2% de los residuos sólidos inorgánicos son reciclados MINAM.

Asimismo, en cuanto a las edificaciones, según el reporte estadístico mensual de la citada asociación, nos mencionó que el uso del producto “cemento” aumentó un 151% en el mes marzo de 2020, logrando superar cifras de producción y despacho de los meses anteriores. (ASOCEM, 2021).

1.1.3. Nivel Local

En la ciudad de Chiclayo se produce cerca de 400 toneladas de residuos sólidos diariamente, en su mayoría de origen doméstico, como es el vidrio, chatarra, plástico, cartones y desechos de materiales de construcción, donde se consigue recolectar 180 toneladas y el resto de toneladas dispersas en las calles principales (RPP Noticias, 2019).

Asimismo, según la ONG Trazo, cuando realizó su última encuesta obtuvo como resultado que el 89% de pobladores de José Leonardo Ortiz consideraban que la falta de recojo de basura era un gran problema en el distrito; generándose en ese tiempo 130 toneladas al día de residuos orgánicos y no orgánicos (Mesta et al., 2018).

También se menciona que la mayoría de las investigaciones que involucran al concreto y sus características físicas y mecánicas, se comporta de manera airosa minimizando esfuerzos con la incorporación de las fibras de vidrio (Arbulú & Delgado, 2019).

1.2. Antecedentes de estudio

1.2.1. Nivel Internacional

(Devaraj et al., 2021), para su investigación titulada “Exploring the Effects of the Substitution of Freshly Mined Sands with Recycled Crushed Glass on the Properties of Concrete”, tuvieron como objetivo evaluar el comportamiento del concreto sustituyendo la arena fina con vidrio triturado (CWG). En la metodología se realizaron pruebas de compresión, tracción indirecta, flexión para el diseño de 32MPa. Los resultados demuestran que con 15% de CWG produjo la firmeza a la compresión más alta de 34,54 MPa. Se concluye que las pruebas a flexión y tracción de las mezclas de hormigón que contienen CWG exhibieron una resistencia máxima de 3,21 y 4,90 MPa, respectivamente, al 15% de contenido de CWG.

(Palacios, 2019), para su investigación titulada “Determinación del comportamiento del concreto en estado fresco y endurecido, utilizando vidrio molido (VM) como sustituto parcial del agregado fino”, tuvieron como objetivo determinar las propiedades del concreto sustituyendo vidrio molido en el diseño de mezclas. La metodología, se elaboraron muestras cilíndricas de concreto de 24,4 MPa con 15%, 20% y 25% de VM para luego ser ensayadas a compresión a los 7, 28 y 56 días. Se obtuvieron como resultados que conforme incluyen vidrio molido en las mezclas de concreto con 20% y 25% la resistencia aumenta y disminuye con respecto al concreto patrón. Se concluye que, si se utiliza un 15% de vidrio molido como sustituto parcial del agregado fino, se obtendría mayor resistencia a la edad de 56 días.

(Alireza et al., 2019); para su investigación titulada “Effect of recycled glass fines on mechanical and durability properties of concrete foam in comparison with traditional cementitious fines”, tuvieron como objeto evaluar la resistencia con $f'c=210$ kg/cm², mediante probetas de hormigón, el cual se empleará parcialmente vidrio molido por el árido fino. La metodología fue revisar las propiedades del concreto cuando el vidrio pulverizado sustituye parcialmente al agregado fino. Los resultados se lograron con diferentes pruebas a compresión en distintos tiempos y en las probetas elaboradas se verificaron la resistencia requerida. Por lo que, se concluye

que la preparación de hormigón simple empleando parcialmente vidrio existiría gran posibilidad favorable en edificaciones y en suma beneficiaría a no contaminar el medio ambiente.

(Ali & Qureshi, 2019), en su investigación titulada “Influence of glass fibers on mechanical and durability performance of concrete with recycled aggregates”, tuvieron como objetivo de estudio determinar la influencia del vidrio pulverizado (PV) en el concreto. La metodología fue utilizar el PV como sustitución del árido fino en la preparación del concreto, con porcentajes de vidrio de 0%,10% y 20%. Los resultados indican que el valor óptimo se obtiene con porcentaje del 10% de PV para un $f'c = 277,3 \text{ kg/cm}^2$. Se concluye que el empleo del PV logra mejorar las propiedades del hormigón a edad de veintiocho días, y que al añadir el 10% de PV se consiguió resultados óptimos en el desempeño estructural.

(Hai He et al., 2019), en su investigación titulada “Creep behavior of concrete containing glass powder”, tuvieron como objetivo evaluar la resistencia del hormigón (RC) con patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^3$, donde se reemplaza la arena fina por vidrio pulverizado-PV. La metodología fue reemplazar parcialmente el árido fino con porcentajes de 0%,10% y 30% de PV, determinando la RC a los siete, catorce y veintiocho días. Los resultados señalaron que la RC con sustitución del árido fino mediante una muestra de patrón a los siete días, se realizaron cuatro ensayos a la RC donde se consiguió $195,5 \text{ kg/cm}^2$. Se concluye que a los catorce días se utilizaron cuatro muestras donde se obtuvo de promedio $256,6 \text{ kg/cm}^2$ y a los veintiocho días su RC fue de $277,1 \text{ kg/cm}^2$.

(Yang et al., 2019), para su investigación titulada “Influence of particle size of glass aggregates on the high temperature properties of dry-mix concrete blocks”, tuvieron como objetivo evaluar la influencia del tamaño de partículas de los agregados de vidrio reciclado en las propiedades de los unidades del concreto, donde el vidrio se usará en sustitución del árido fino empleando tamaños de partículas de $< 0,06\text{m}$; $< 0,118\text{m}$; $< 0,236\text{m}$; $< 0,475\text{m}$, para luego exponerlo a temperaturas elevadas de hasta $800 \text{ }^\circ\text{C}$. Los resultados señalaron que, a menor tamaño del vidrio, mejor rendimiento a la alta temperatura. Por lo que se concluye que, la relación de fortaleza a la compresión de los bloques aumentó con la

disminución del tamaño de partícula de vidrio.

(Moya Heredia et al., 2018), en su investigación titulada “Principios básicos de la construcción sostenible utilizando vidrio triturado en la elaboración de hormigones”, el objetivo fue examinar el comportamiento mecánico del hormigón, el cual radica en sustituir parcialmente el árido fino por vidrio pulverizado (VP). La metodología fue elaborar testigos de hormigón para una resistencia de 21 MPa añadiendo VP con porcentaje de 3% y 4% como sustituto parcial del árido fino. El resultado demostró la máxima resistencia a compresión de 23 MPa a siete, 22 MPa a catorce, y 19 MPa a veintiocho días. Por lo que se concluye que, con los efectos conseguidos permitió comprobar que la mixtura preparada con vidrio incoloro alcanzará la mayor resistencia con vidrio al 3% establecida en la investigación.

(Yan et al., 2018), en su investigación titulada “Comparative evaluation of fire resistance of partition wall blocks prepared with waste materials”, tuvieron como objetivo la creación de bloques de tabiques donde se utilizó materiales de desechos de construcción, vidrio reciclado con porcentajes 100 %, 75 %, 50% y 25 % en sustitución del árido fino. Los resultados muestran que cuando se utiliza vidrio como sustituto parcial del árido fino, la resistencia a compresión es 0,73 MPa cuando el porcentaje de vidrio y residuos de construcción alcanza el 100%, y 6,04 MPa al 75%, 50% fue 6,19 MPa y 25% fue 9,08 MPa. Por lo que se concluye que, para obtener la mejor resistencia a la compresión es con el 25 % de reemplazo del agregado fino con vidrio reciclado y desechos de construcción.

(Chen et al., 2017), en su investigación titulada “Combined use of sewage sludge ash and recycled glass cullet for the production of concrete blocks”, tuvieron como objetivo evaluar lo que se produce al reemplazar el vidrio que contiene un nivel alto de sílice en el hormigón. En la metodología se propuso el método para utilizar vidrio como sustituto de los áridos, los cuales son analizados mediante ensayos de absorción, de compresión y retracción al secarse los bloques. En los resultados se analizaron muestras para conseguir las características de los bloques de concreto. Por lo que se concluye que agregando a la mezcla de hormigón cenizas de lodos de depuradora con residuos de vidrio mejora ligeramente su actividad puzolánica moderada y obteniendo un aumento a la compresión a largo plazo el hecho de haber

adicionado los materiales de desechos en el bloque principalmente alcanzara el 39 % de su peso.

(Lee et al., 2015), en su investigación nombrada "Recycling of cathode ray tube panel glasses as aggregates of concrete blocks and clay bricks", tuvieron como objetivo determinar su resistencia a la compresión, absorción, con la utilización del vidrio residual como un agregado de bloques de concreto con un tamaño de partículas < 10 mm. En la metodología de este estudio, el panel de vidrio reciclado (VR) se utilizará como agregado para bloques de hormigón. Los resultados manifiestan que al 25% de VR, la resistencia es máxima, alcanzando los 5,5 MPa. Por lo tanto, se puede concluir que el uso del VR mejora las propiedades del hormigón.

1.2.2. Nivel Nacional

(Poma, 2019) La investigación titulada "Análisis y diseño para la elaboración de concreto $f'c=210$ kg/cm² adicionando vidrio reciclado molido como agregado fino según la Norma ACI 211. Lima 2019", cuyo objeto es demostrar su nivel porcentual de 4%, 6% y 8% de vidrio molido al ser sustituido parcialmente por la arena fina en la mixtura de hormigón. En la metodología se emplearon pruebas a resistencia a flexión y compresión. Los resultados demuestran que el nivel porcentual de VP es de 2,81% en finura del VP, hallándose dentro de los límites permitidos para considerarse como árido fino. Se concluye que al aumentar un dos por ciento de vidrio al concreto premezclado este logró una resistencia 230,5 a 235 kg/cm² llegando a demostrar mayor firmeza de la misma manera con el porcentaje de tres por ciento se visualizó el mismo comportamiento.

(Codina, 2018) La investigación titulada "Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado", tiene como objetivo establecer cuáles serían los efectos al reemplazar la arena fina por VP con hormigón $f'c = 210$ kg/cm². La metodología, se elaboraron probetas con diferentes porcentajes de 0%, 5% y 10% de VP reciclado. Los resultados fueron que las probetas ensayadas a compresión de siete, catorce y veintiocho días (edades), se observó que a estas edades conforme aumenta el vidrio

la resistencia también va aumentando. Se concluye que, si se utiliza un 10% de vidrio molido reciclado en vez de agregado fino, se obtendría mayor resistencia a los 28 días.

(Mendoza, 2020) La investigación titulada “Diseño de mortero para albañilería incorporando vidrio reciclado triturado”, tiene como objetivo a analizar las propiedades mecánicas del hormigón. La metodología, se elaboraron muestras de concreto con diferentes porcentajes de 5%, 10%, 15%, 20%, 25% y 30% de vidrio triturado (VT). En los resultados se consiguió una mayor resistencia con el 30% de VT con una dosificación de 1:3.5. Se concluye que, la resistencia tiende a disminuir a mayor porcentaje de VT. Los resultados mostraron que se obtuvo mayor resistencia al agregar 30% de G en el concreto en una dosis de 1:3.5. Se concluyó que la resistencia tendió a disminuir con la inclusión de mayores porcentajes de vidrio.

1.2.3. Nivel Local

(Córdova, 2018) La investigación titulada “Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo”, tiene como objetivo determinar la influencia del vidrio pulverizado en el diseño de mezcla del concreto simple. La metodología, se elaboraron muestras cilíndricas de concreto con diferentes porcentajes de vidrio que fueron ensayadas en estado fresco y endurecido (compresión). Los resultados fueron que al adicionar vidrio pulverizado contribuyó en la durabilidad y al desgaste del concreto. Se concluye que, si se utiliza un 10% de vidrio en el concreto este puede provocar probabilidades de sufrir la reacción álcali sílice a largo plazo.

(Ochoa, 2018) La investigación titulada “Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos urbanos”, El objeto fue establecer el efecto del vidrio molido (VM) como agregado fino en las mezclas del hormigón. En la metodología, elaboraron probetas para diseño de 175 kg/cm², 210 kg/cm² y 280 kg/cm², con porcentaje al 0%, 10%, 20% y 30% de VM, respectivamente, realizando ensayos de compresión y flexión. El resultado fue que cuando agregaron VM, la resistencia

aumentó y disminuyó. Se concluyó que, se obtendría mayor resistencia si se utilizara VM al 10% como reemplazo parcial del árido fino.

1.3. TEORIAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Concreto

Compuesto de piedra, arena, agua y cemento, se pueden añadir aditivos para mejorar sus propiedades si la situación lo requiere. Asimismo, el concreto tiene propiedades de resistencia, trabajabilidad, impermeabilidad y durabilidad (Lalitha et al., 2020).

1.3.1.1. Cemento

Aglomerante formado por una mezcla de arcilla y caliza, consecuencia del polvo de estos materiales, denominado Clinker, que se produce durante la combustión hasta la fusión inicial de la caliza, los materiales arcillosos y el cemento, incluido el yeso. Según la NTP334.001, se clasifican en:

- a) **Cemento Portland:** Se fabrica por trituración de Clinker y está constituido por silicato de calcio hidráulico.
- b) **Tipos de cemento Portland:**
 - a) - **Estándar:** Su clasificación es según sus propiedades la cual será empleado en la construcción (NTP 334.009).
 - b) - **Adicionados:** Son aquellos que se clasifican en: a) Tipo IP y IPM, b) Tipo MS y c) Tipo ICo.
 - c) **Cemento Hidráulico:** Al ingresar en el agua crea una pasta que se endurece por su reacción química.

1.3.1.2. Propiedades del concreto:

1.3.1.2.1. Propiedades físicas del concreto

Las propiedades del concreto en estado fresco son las siguientes: (Adaway & Wang , 2015)

- a) **Trabajabilidad:** Está representada por la consistencia, cohesividad, plasticidad y el grado de compacidad.
- b) **Contenido de aire:** se localiza en los poros no saturables del árido creando burbujas en el hormigón.
- c) **Segregación:** Apartamiento de partículas gruesas de la etapa del hormigón, debido a su carencia de cohesividad. Asimismo, el comportamiento y distribución ya no es homogéneo e uniforme.
- d) **Exudación:** Representación de la segregación, lo cual inicia del mezclado del agua que se eleva a la superficie de la mezcla del hormigón.

1.3.1.2.1.1. Ensayos en la mezcla del concreto

- a) **Medición de slump del hormigón de cemento Portland - NTP 339.035:** Se puede realizar en concretos plásticos con áridos hasta 37,5 mm. Asimismo, su finalidad es establecer la consistencia de la mezcla del hormigón.
- b) **Densidad del concreto - NTP 339.046:** Su propósito es establecer el peso unitario (PU) en el hormigón fresco.

1.3.1.2.2. Propiedades mecánicas del concreto

Las propiedades del concreto en estado endurecido son las siguientes:
(Ramadevi & Chitra, 2017)

- a) **Resistencia a compresión:** Este método de ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia a la compresión (RC) o carga axial de las probetas. Asimismo, la RC dependerá de la forma en cómo se realizan los ensayos (mezcla, curado, colocación del hormigón en las probetas) y de la calidad de los áridos (fino y grueso) - NTP 339.034.
- b) **Resistencia a flexión:** Se aplica en la carga a la viga en los tercios de su caro de apoyo para poder determinar el módulo de rotura. Asimismo, este ensayo debe emplearse en muestras de sección triangular y de forma prismática.
- c) **Resistencia a tracción.**
- d) **Módulo de elasticidad:** Esta característica mecánica es de suma importancia

para el diseño estructural, su valor depende de lo siguiente: a) tipo de agregado; b) contenido del aire; c) dosificación; d) carga; e) humedad de muestra.

1.3.2. Método del ACI

En el Perú el método del ACI es el más utilizado para la elaboración de un diseño de mezcla y los pasos a seguir son los siguientes: (Afshinnia & Rangaraju, 2015)

- a) Elección del revenimiento.
- b) Tamaño máximo de agregado.
- c) Contenido del aire; agua del mezclado.
- d) Relación a/c.
- e) Contenido del cemento.
- f) Contenido de los agregados.
- g) Ajuste por humedad de los agregados.
- h) Ajuste en las mezclas de las pruebas.

1.3.3. Agregados

El agregado son aquellas partículas inorgánicas producidas a partir de rocas ígneas, metamórficas y/o sedimentarias. Asimismo, las partículas tienen que estar libre de impurezas y deben tener un perfil angular, compactas, resistentes y duras (Zidol et al., 2021).

1.3.4. Tipos de agregados

1.3.4.1. Agregado fino

Son partículas muy finas y son agregados menores de 4,75 mm y ascendentes de 0,075 mm. (Al-Kerttani, 2018) Además, según la Norma NTP 400.037 tienen que cumplir con los términos establecidos, para agregados menores con valores retenidos en la malla N°4 y para agregados mayores en la malla N°100.

1.3.4.2. Agregado grueso

Es la piedra partida, y son aquellas partículas de agregado mayor (4,75 mm). (Trezza & Rahhal, 2018).

1.3.4.3. Ensayos a los agregados para realizar el diseño de mezcla

1.3.4.3.1. Contenido de humedad del agregado fino y grueso. NTP 400.022

Se puede determinar el porcentaje total de la humedad a través de la muestra del árido por secado.

1.3.4.3.2. Ensayo de absorción y peso específico del agregado fino. NTP 400.022

a) Absorción: Este ensayo se realiza para obtener el cálculo en el cambio de la masa del árido provocada por el agua atraída en los espacios de los poros de las partículas que lo conforman empleándose valores de absorción.

b) Ensayo de peso específico: Este ensayo se emplea para calcular el volumen ocupado por el agregado en las mezclas.

1.3.4.3.3. Ensayo de absorción y peso específico del agregado grueso. NTP 400.021

Se determina el peso específico seco, saturado, aparente y por último, la absorción; con la finalidad de utilizar los valores tanto para los cálculos y en la corrección de diseño de mezclas.

1.3.4.3.4. Ensayo para determinar el peso unitario de los agregados. NTP 400.017

Se determina el peso unitario compactado o suelto empleado por métodos del diseño de mezcla.

1.3.4.3.5. Análisis granulométrico de los agregados. NTP 400.012

Se determina la graduación y medición de los agregados.

1.3.5. Agua

El agua es de vital importancia para la mezcla en todo concreto, es menester

indicar que dicho elemento en la mezcla de concreto tiene que ser agua potable, libre de cualquier impureza, a fin de evitar eflorescencia. Asimismo, el agua al mezclarla con los otros materiales que conformarían en el concreto reaccionaría químicamente como material cementante, lo cual facilitaría una buena colocación del concreto y al momento de encontrarse en estado endurecido se convertirá en un elemento que tiene las características y propiedades deseadas (Thomas et al., 2020).

1.3.6. Vidrio

El vidrio se define como un material cristalino, frágil y duro; y está conformado por una mezcla de óxidos resistentes que tiene como primordial componente el óxido de silicio (Rahim et al., 2015).

1.3.7. Componentes del vidrio

Según (Thomas et al., 2020), los componentes del vidrio se pueden clasificar en:

1. Óxido de sílice (SiO_2): Es el primordial componente del vidrio y se adquiere de las arenas de cuarzo.
2. Óxido de sodio: Su propósito tiende a favorecer la creación del vidrio, disminuyendo su temperamento de fusión, lo cual permite facilitar su fabricación.
3. Óxido de calcio: Actúa como estabilizante, acrecienta la permanencia química y mecánica del vidrio.
4. Óxido de aluminio: Es un estabilizante que se le puede agregar algunos caracteres los mismos que son el incremento de la firmeza mecánica, la decreciente en su capacidad de dilatación térmica y excelente firmeza al choque térmico.

1.3.8. Tipos de vidrio

1.3.8.1. Vidrio de Sílice

Este tipo de vidrio es el más firme y dificultoso de producir, ya que se tiene que utilizar una buena técnica al vacío para lograr un beneficio para fines de uso primordial, con carácter firme ultravioleta e infrarrojo con el mínimo de energía, así mismo está formado con el 96% de óxido de sílice (Kabay & Amed, 2021).

1.3.8.2. Vidrio de Borosilicato

Es inerte, posee una gran firmeza a cambios bruscos, pero es dificultoso para trabajar y fundir (Kim et al., 2018).

1.3.8.3. Vidrio de Plomo

Es más denso que el vidrio sódico cálcico, este tipo de vidrio se utiliza para temperamentos muy bajos y su coeficiente de dilatación calorífica es muy alto (Jackowski et al., 2021).

1.3.8.4. Vidrio Sódico Cálcico

Compuesto por el sodio, calcio y sílice que determina la estabilidad química. Asimismo, se instaura con más facilidad y tiene un bajo costo (Song et al., 2019).

1.3.8.5. Reciclaje de vidrio

Se almacena envases o botellas de vidrio en un lugar determinado, para luego ser colocado en contenedores y después liberarlos de todas las impurezas. Además, se debe tener presente que, durante el reutilizamiento del vidrio, este no pierde sus características y propiedades. Se pueden obtener las siguientes ventajas:

- Disminución de la contaminación del medio ambiente.
- Ahorro de energía.
- Disminución de la cantidad de residuos.

1.3.9. Uso del vidrio en la mezcla del concreto

El uso del vidrio en el concreto es de suma importancia ya que este material posee gran cantidad de sílice y, por ende, brinda al concreto mayor resistencia (Olofinnade et al., 2018). Asimismo, el proceso del vidrio reciclado es el siguiente:

- a) Recolección de las botellas de vidrio.
- b) Lavado, enjuague y secado

- c) Tamaño de vidrio (5mm)
- d) Tamizado
- e) Molienda
- f) Polvo de vidrio pulverizado
- g) Se emplea como sustituto parcial del agregado fino.

1.3.10. Impacto ambiental

Actualmente la protección en el medioambiente lleva de manera tacita la palabra "reciclado". Según la Ley N°27446, Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su Reglamento”, siendo como finalidad controlar, identificar, prevenir y corregir los impactos negativos que son causados por los seres humanos. Asimismo, los países industrializados son importantes productores de residuos que no se pueden deshacer de estos de una manera fácil, por ende, las altas cantidades de eliminación de desechos obligan a los gobiernos a tomar medidas enfocadas a minimizar los residuos y disminuir su dependencia de las materias primas (Huapaya & Valdivia, 2019).

Por otro lado, no existe una cultura de reciclaje de vidrio, siendo este un material que tarda en degradarse aproximadamente entre 1000 y 5000 años es por eso que el uso consciente de este recurso mediante un criterio de sostenibilidad en las actividades de la construcción sería de suma importancia, además que de esta manera ayudaría reducir el impacto al medio ambiente (Arce & Ramirez, 2019).

1.3.11. Definición de términos

-Concreto: Mixtura de minerales, productos químicos y elementos acuosos, que en cantidades predeterminadas se logra ciertas características idóneas como la resistencia (Pei-min et al., 2022).

-Cemento Portland: Material elaborado por un proceso mineralógico con el Clinker y otros productos de incorporación (Pei-min et al., 2022).

-Agregado: Material granular, de principio natural o artificial como arena, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno (Gong & Qu, 2020).

-Granulometría: Gradación de las dimensiones de las partículas de un material

pétreo y se establece por determinación de tamices (Gong & Qu, 2020).

-Tamiz: Es una criba acerada compuesta por rejillas que dejan un área entre sí, por donde se hace transcurrir el componente una vez machacado (Tamanna et al., 2020).

-Mezcla: Adición de diversos componentes o cuerpos, no tienen relación acción química entre sí (Tamanna et al., 2020).

-Ensayo de absorción: Calcula el cambio en la masa del árido debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas que lo conforman se emplea los valores de absorción (Zhuo et al., 2022).

-Ensayo de peso específico: Cálculo del volumen ocupado por el árido en varias mezclas que contienen áridos y el cemento Portland (Zhuo et al., 2022).

-Resistencia: Capacidad de un sólido para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin presentar fallas o deformarse (Zhuo et al., 2022).

-Vidrio: Material sólido, sobre fundida, amorfa, dura, frágil, que es complejo químico de silicatos sólidos y de cal (Safarizki et al., 2020).

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿De qué manera influye el uso del vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino en el comportamiento mecánico del concreto?

1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

1.5.1. Justificación Ambiental

El proyecto de investigación tiene justificación en el ámbito ambiental, ya que permitirá incentivar a la práctica del reciclaje de botellas de vidrio e impulsará al buen manejo de residuos sólidos.

1.5.2. Justificación Técnica

Presenta justificación en el ámbito técnico, porque ayudará que la recolección de botellas de vidrio sea utilizada en el concreto como reemplazo parcial del árido fino con diferentes porcentajes de este material, ya que se busca la mejora en las

propiedades mecánicas del concreto.

1.5.3. Justificación Económica

Tendrá justificación en el ámbito económico, ya que, al utilizar el vidrio pulverizado en el concreto, este puede disminuir el costo del material de producción.

1.5.4. Importancia

La investigación sobre el estudio en cuanto al comportamiento mecánico del concreto empleando vidrio pulverizado como reemplazo parcial del árido fino, es de gran importancia ya que el vidrio al poseer mayor contenido de sílice permitirá tener mayor firmeza y resistencia al concreto.

1.6. HIPOTESIS

El uso del vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino influye de forma significativa en las propiedades mecánicas del concreto.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo General

Estudiar el comportamiento mecánico del concreto usando vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino.

1.7.2. Objetivos Específicos

- a. Analizar las propiedades mecánicas de los agregados y del vidrio pulverizado.
- b. Elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón y concreto experimental con vidrio pulverizado en porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% respecto al peso del agregado fino con resistencia $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$.
- c. Evaluar el comportamiento físico-mecánico del concreto experimental con vidrio pulverizado en porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% respecto al peso del agregado fino.

- d. Escoger el porcentaje óptimo del vidrio pulverizado con la que se logran mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Tipo de Investigación

Es analítico-experimental, porque analizó las propiedades mecánicas y utilizó diferentes porcentajes de vidrio pulverizado en el concreto como reemplazo parcial del árido fino.

2.1.2. Diseño de Investigación

Es de tipo experimental, porque los diseños de mezclas del concreto se elaboraron mediante el método del ACI realizándose ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las normas NTP y ASTM; evaluándose el comportamiento mecánico del concreto con vidrio pulverizado como sustituto parcial del árido fino.

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población

La población estuvo compuesta por probetas de concreto patrón y con vidrio pulverizado con diferentes dosificaciones como sustituto parcial del árido fino siendo sometidos a ensayos de laboratorio.

2.2.2. Muestra

Estuvo conformada por 400 probetas de concreto patrón (CP), de las cuales 320 probetas incluyen vidrio pulverizado (VP) (1%, 2%, 3% y 4%) respecto al peso del árido fino y 80 probetas de concreto patrón, para una resistencia con diseño de CP210 y CP280, descrita en la tabla 1.

Tabla 1

Muestras de concreto para CP210 y CP28

ENSAYOS		%	DÍAS			MUESTRA
			7	14	28	
RESISTENCIA A COMPRESIÓN (RC)	CP210	0%	3	3	4	400
	CP280	0%	3	3	4	
	CP210+ VP	1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
		3%	3	3	4	
	CP280+ VP	4%	3	3	4	
		1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
		3%	3	3	4	
	RESISTENCIA A FLEXIÓN (RF)	CP210	0%	3	3	
CP280		0%	3	3	4	
CP210+ VP		1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
		3%	3	3	4	
CP280+ VP		4%	3	3	4	
		1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
		3%	3	3	4	
RESISTENCIA A TRACCIÓN (RT)		CP210	0%	3	3	4
	CP280	0%	3	3	4	
	CP210+ VP	1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
		3%	3	3	4	
	CP280+ VP	4%	3	3	4	
		1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
		3%	3	3	4	
	MÓDULO DE ELASTICIDAD (E)	CP210	0%	3	3	4
CP280		0%	3	3	4	
CP210+ VP		1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
		3%	3	3	4	
CP280+ VP		4%	3	3	4	
		1%	3	3	4	
		2%	3	3	4	
	3%	3	3	4		
		4%	3	3	4	

Nota: Elaboración propia.

2.3. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

- Variable independiente: Vidrio Pulverizado como sustituto parcial del agregado fino.
- Variable dependiente: Comportamiento mecánico del concreto.

Tabla 2

Variable Independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Vidrio Pulverizado como sustituto parcial del agregado fino.	Libre de impurezas	Limpia	-	Observación directa, ficha de recolección de datos y formato de laboratorio.
		Enjuaga		
		Seca		
	Granulometría	Molienda	-	
		Tamizado	mm	
	Porcentajes de aplicación	1	%	
		2	%	
		3	%	
4		%		

Nota: Elaboración Propia

Tabla 3

Variable Dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEMS	TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS
Comportamiento mecánico del concreto	Propiedades físicas	Slump	Pulg.	Observación, ficha de recolección de datos y formatos de laboratorio.
	Propiedades mecánicas	RC	Kg/cm ²	
		RF	Kg/cm ²	
		RT	Kg/cm ²	
		E	Kg/cm ²	

Nota: Elaboración Propia

2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1. Técnica de recolección de datos

Observación Directa

Se empleó la observación directa para apreciar los efectos que va generar la sustitución parcial del vidrio Pulverizado en el concreto tradicional; se anotará la información, y; luego se analizará e interpretará los resultados obtenidos.

Análisis de documentos

Como material bibliográfico se tomó en cuenta revistas, tesis, normas etc., que permitió seleccionar y recopilar la información relacionado al tema de estudio.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Guía de observación

Se realizaron mediante formatos de ensayos del laboratorio, donde se adquirió la información técnica sobre el para comparar y concluir tema de estudio. Asimismo, los formatos fueron brindados por el laboratorio de la USS y de FERMATIC S.A.C, las cuales fueron las siguientes:

- Formato para el ensayo del análisis granulométrico por tamizado de los agregados.
- Formato para determinar el peso unitario de los agregados.
- Formato para determinar el contenido de humedad del agregado fino y grueso.
- Formato para el ensayo de peso específico y absorción del agregado fino y grueso.
- Formato para apuntar la resistencia a compresión, flexión, tracción y módulo de elasticidad.

Guía de análisis de documentos

Se emplearon Normas Técnicas, siendo las siguientes:

- Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012 (Análisis granulométrico por tamizado de los agregados)
- Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017 (Para determinar el PU de los agregados)
- Norma N.T.P. 339.185 – 2002 (Contenido de humedad de los agregados)
- Norma N.T.P. 400.022 (Peso específico y absorción del agregado fino)
- Norma N.T.P. 400.021 (Peso específico y absorción del agregado grueso)
- Método del ACI (Diseño de mezclas)
- Norma N.T.P. 339.034-2008/ASTM C-39/39M-05 (Para determinar la resistencia a compresión)
- Norma N.T.P. 339.613-2017 (Para determinar la resistencia a flexión)
- Norma N.T.P. 339.084:20102 (Para determinar la resistencia a tracción)
- Norma ASTM C-469 (Módulo de elasticidad)

2.5. PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

2.5.1. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de análisis e información de la investigación se desarrolló teniendo en cuenta las normas NTP y ASTM al realizar los testigos de concreto. Asimismo, para el diseño 210 kg/cm² y 280 kg/cm² se realizaron en el laboratorio de la USS y en FERMATIC S.A.C. También, en la recolección de datos se utilizaron una serie de ensayos figurados en el diagrama de flujo de procesos; y para la información obtenida del análisis y comprobación de muestras se emplearon tablas y gráficos.

2.5.1.1. Descripción de procesos

2.5.1.1.1. Selección de los materiales

Se tuvo un cuidado especial al momento de seleccionar los materiales (agregado fino y grueso, vidrio, cemento), ya que estos tienen que estar libres de impurezas y estar aptos para su uso.

2.5.1.1.2. Obtención de los materiales

- **Cemento:** Obtenido de una ferretería en la ciudad de Chiclayo. Se usó cemento tipo I (cemento Portland)
- **Agregado fino:** Obtenido de la cantera “La Victoria” en el Distrito de Pátapo, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.
- **Agregado grueso:** Obtenido de la cantera “Las Tres Tomas” en el Distrito de Ferreñafe, Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque.
- **Agua:** Agua potable obtenida de red de servicio pública de Chiclayo.
- **Vidrio Pulverizado:** Obtenido del reciclaje de botellas de vidrio, se realizó el proceso de molienda y luego fue llevado al laboratorio de ensayo de materiales FERMATI S.A.C.

2.5.1.1.3. Ensayo de los materiales

Se realizó en el laboratorio de la universidad Señor de Sipán (USS) y en el laboratorio de FERMATI S.A.C ubicada en la calle José Gálvez N°120 de la ciudad de Chiclayo. Se realizaron ensayos al agregado fino, agregado grueso, vidrio, al concreto en estado fresco y endurecido; empleando N.T.P y ASTM.

2.5.1.1.3.1. Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino y grueso.

N.T.P.400.01

a) Agregado fino (AF) y agregado grueso (AG)

- Se tuvo muestras secas de al menos 1000 gramos para el AF y 5000 gramos para el AG.
- Para el AF fueron separados por los siguientes tamices: N°04, N°08, N°16, N°30, N°50, N°100 y fondo; y para el AG por 2”, 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, ⅜”, N°04, N°08, N°16 y fondo.
- Para ambos agregados en el tamiz superior se procedió el vaciado de la muestra seca y luego se mueve de manera circular todo el grupo de tamices durante un determinado tiempo.
- La muestra retenida comenzó a ser verificada tamiz a tamiz para luego ser pesada en la balanza previamente tarada.

- Se elaboraron los cálculos para el porcentaje que pasa y porcentaje retenido acumulado.
- Finalmente, se realizó el gráfico de la curva granulométrica de los áridos.

Ilustración 1. Peso del AF



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 2. Tamizado del AF.



Nota: Elaboración propia.

b) Vidrio Pulverizado

- Se realizó el reciclado de todo tipo de botellas de vidrio.
- Se empezó la limpieza de las botellas recolectadas.
- Se enjuagó las botellas de vidrio recolectadas hasta que estuvieran libres de impurezas.
- Se empezó a realizar el secado de las botellas de vidrio recolectadas.
- Con la ayuda de un molino con tolva se realizó con mucho cuidado la molienda del vidrio para obtener el vidrio pulverizado.
- Se procedió a vaciar la muestra en el tamiz.
- Se elaboraron los cálculos para el porcentaje que pasa y porcentaje retenido acumulado.
- Finalmente, se realizó el gráfico de la curva granulométrica del vidrio pulverizado.

Ilustración 3. Reciclaje de botellas de vidrio



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 4. Limpieza de botellas de vidrio



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 5. Enjuaje de botellas de vidrio recolectadas



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 6. Secado de botellas de vidrio recolectadas



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 7. Molienda y tamizado de botellas de vidrio recolectadas



Nota: Elaboración propia.

2.5.1.1.3.2. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino (AF) y agregado grueso (AG).

a) AF

- Se utilizó el molde metálico de altura 15,55 cm y de diámetro 15,22 cm.
- Se tuvo una muestra seca de al menos 6000 gramos.
- El peso unitario suelto (PUS), se colocó el material en un depósito y luego nivelarlo a ras.
- En el peso unitario compactado se realizó la compactación mediante 3 capa, luego con una varilla por cada capa se va apisonándolo con 25 golpes.

Ilustración 8. PUS del AF.



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 9. Peso unitario compactado del AG



Nota: Elaboración propia.

b) AG

- Se empleó un molde metálico de altura 228 mm cm y de diámetro 227mm.
- Para el PUS, se colocó el material en un depósito y luego se niveló a ras.
- En el peso unitario compactado se realizó la compactación mediante 3 capas, luego con una varilla por cada capa se fue apisonándolo con 25 golpes.

Ilustración 10. PUS del AG.



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 11. Peso unitario compactado del AG.



Nota: Elaboración propia.

2.5.1.1.3.3. Peso específico y absorción del AF y AG. N.T.P. 400.022

a) AF y AG

- La muestra fue saturada por un tiempo de 24 horas.
- La muestra fue secada por un tiempo de 2 horas en un depósito graduado. Luego, la muestra fue secada en un horno por 24 horas y la masa se volvió a determinar.
- Finalmente, con los valores adquiridos se realizó los cálculos de gravedad específica y absorción.

Ilustración 12. Muestra del AF.



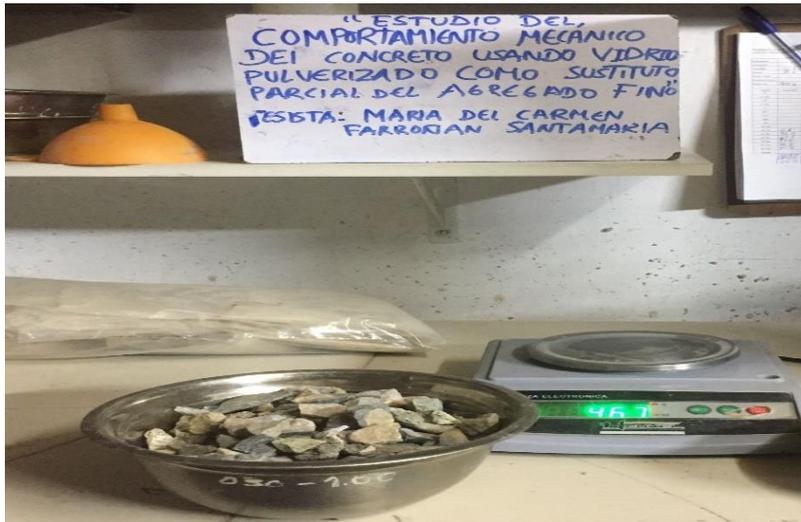
Nota: Elaboración propia.

Ilustración 13. Peso específico



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 14. Muestra del AG.



Nota: Elaboración propia.

2.5.1.1.3.4. Contenido de humedad del AF y AG. N.T.P. 339.185 – 2002

a) Agregado fino (AF) y agregado grueso (AG)

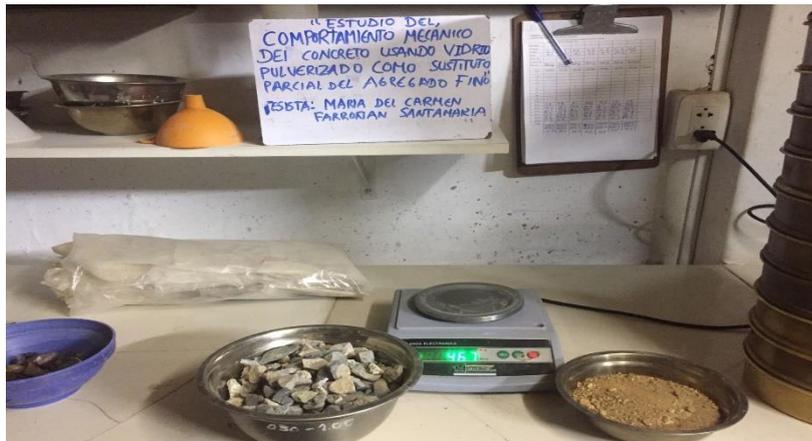
- Para el AF y AG se pesó una muestra de al menos 1000 y 5000 gramos.
- Se pesó el contenedor y luego el agregado con el contenedor.
- En el horno a 110°C se colocaron las muestras durante 24 horas.
- Después de 24 horas, se pesó la muestra seca.

Ilustración 15. Muestra del AF



Nota: Elaboración propia.

Ilustración 16. Muestra del AF y AG.



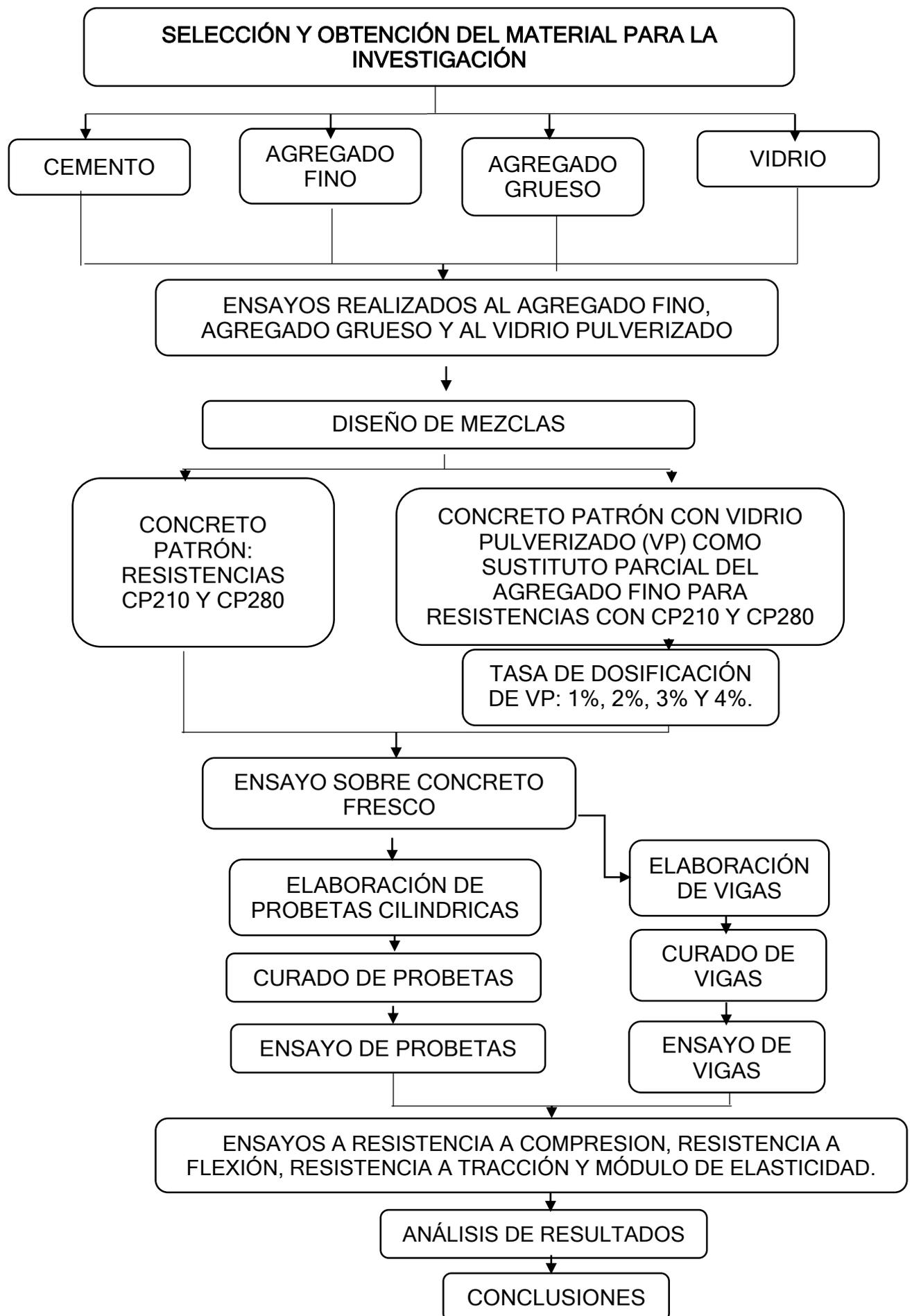
Nota: Elaboración propia.

2.5.2. Procedimiento de la investigación

Se analizó la información obtenida del ensayo de los materiales del AF, AG y el vidrio pulverizado. Asimismo, para el análisis granulométrico del AF y AG se realizó el proceso del tamizado y la curva granulométrica correspondiente, de la misma manera para el vidrio pulverizado. También, se empleó el método del ACI para determinar las dosificaciones y se estableció la cantidad de materiales de los agregados, agua, cemento y vidrio en sus diferentes dosificaciones para las mezclas en el concreto. Además, se realizaron ensayos en las probetas de concreto las cuales fueron: RC, RF, RT y E a los 7, 14 y 28 días. Asimismo, para el proceso de cálculos de los resultados obtenidos se hizo uso del software Excel.

2.5.3. Procesos para la recolección de datos

2.5.3.1. Diagrama de flujo de procesos



2.6. CRITERIOS ÉTICOS

2.6.1. Ética de recolección de datos

La investigadora responsable del tema de investigación “Estudio del comportamiento mecánico del concreto usando vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino”, se compromete a respetar y mostrar los resultados obtenidos de los ensayos, con la finalidad de ayudar en un futuro a otros investigadores. Asimismo, teniendo en cuenta el Código Deontológico del Colegio de Ingeniero del Perú donde son plasmadas las normas éticas y morales que todo ingeniero tiene que cumplir.

2.6.2. Ética de aplicación

Lo que genere la presente investigación es de gran importancia para que las posteriores investigaciones puedan conducir a mejores resultados. Asimismo, en la investigación se siguió el lineamiento correcto de la Norma Apa en la obtención de la información similar a la tesis en diferentes fuentes.

2.7. CRITERIOS DE RIGOR CIENTÍFICO

2.7.1. Fiabilidad

Permite contrastar el problema de investigación y la teoría existente. Asimismo, los ensayos realizados en la investigación se rigieron a la Norma N.T.P y la Norma ASTM.

2.7.2. Validez interna

Los datos obtenidos de la investigación son veraces, se adquirieron mediante el procesamiento de los resultados en las tablas y gráficos; realizándose los ensayos en el laboratorio de la USS y en FERMATI SAC.

2.7.3. Validez externa

Los resultados obtenidos son veraces, como los ensayos de los agregados, vidrio pulverizado, diseño de mezcla, ensayos a RC, RF, RT y E; realizados en el laboratorio de la USS y FERMATI S.A.C, con firmas de los responsables.

III. RESULTADOS

3.1. RESULTADOS EN TABLAS Y FIGURAS

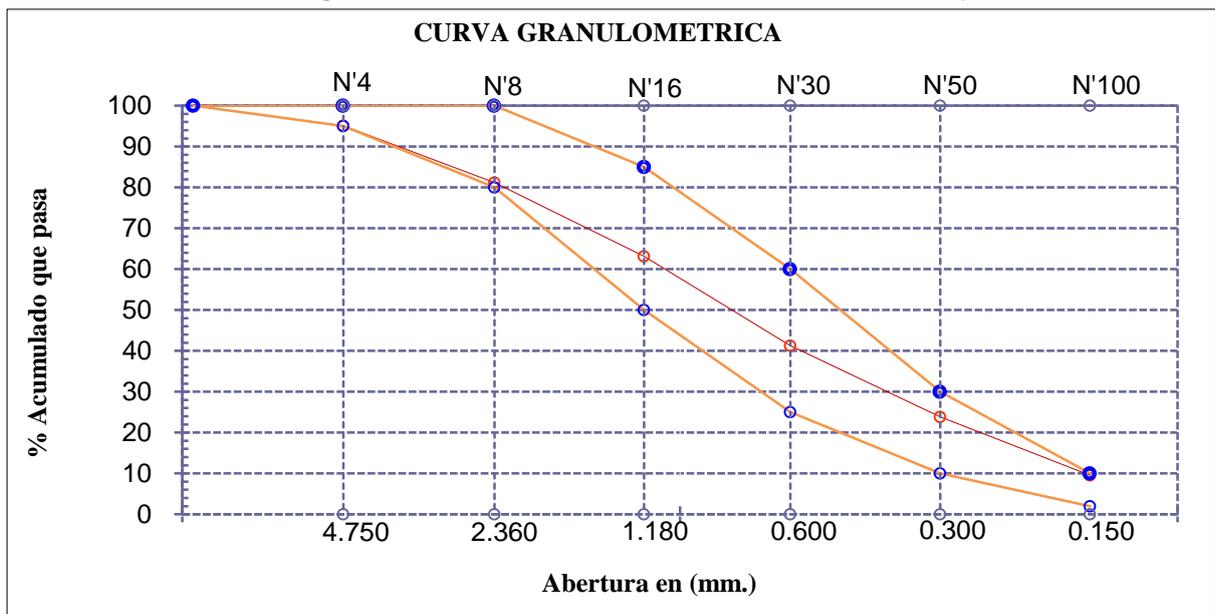
Resultado del objetivo N°1

Analizar las propiedades mecánicas de los agregados y del vidrio pulverizado. Se eligieron las canteras: “La Victoria” de la ciudad de Pátapo para el agregado fino y “Las Tres Tomas” de la ciudad de Ferreñafe para el agregado grueso, ubicadas en el departamento de Lambayeque; siendo canteras óptimas para la elaboración del concreto.

A) GRANULOMETRÍA

- Granulometría del agregado fino (AF)

Ilustración 17. Curva granulométrica de la cantera La Victoria Pátapo – AF

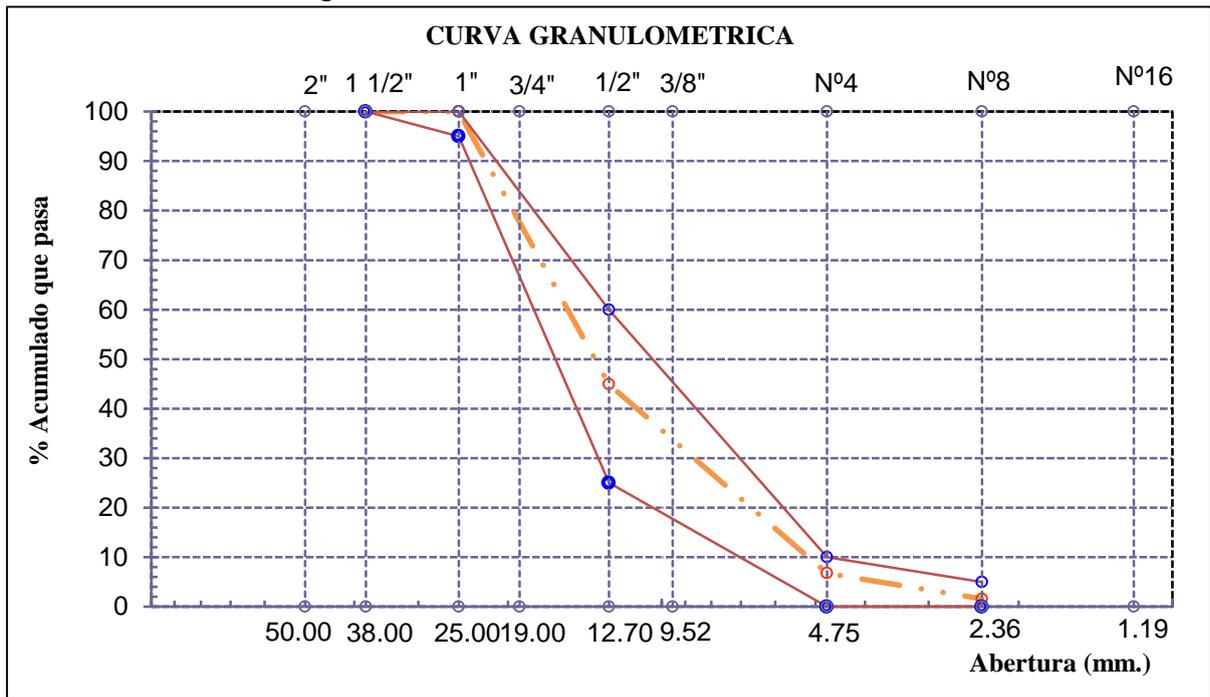


Nota: Elaboración propia.

Se observa que el módulo de fineza del AF fue 2,858, teniendo en cuenta la N.T.P 400.012 que tiene un rango entre $2,3 < MF < 3,1$, encontrándose dentro de los límites permisibles y considerándose apto para la dosificación del concreto.

- Granulometría del agregado grueso (AG)

Ilustración 18. Curva granulométrica de la cantera Las Tres Tomas Ferreñafe - AG.

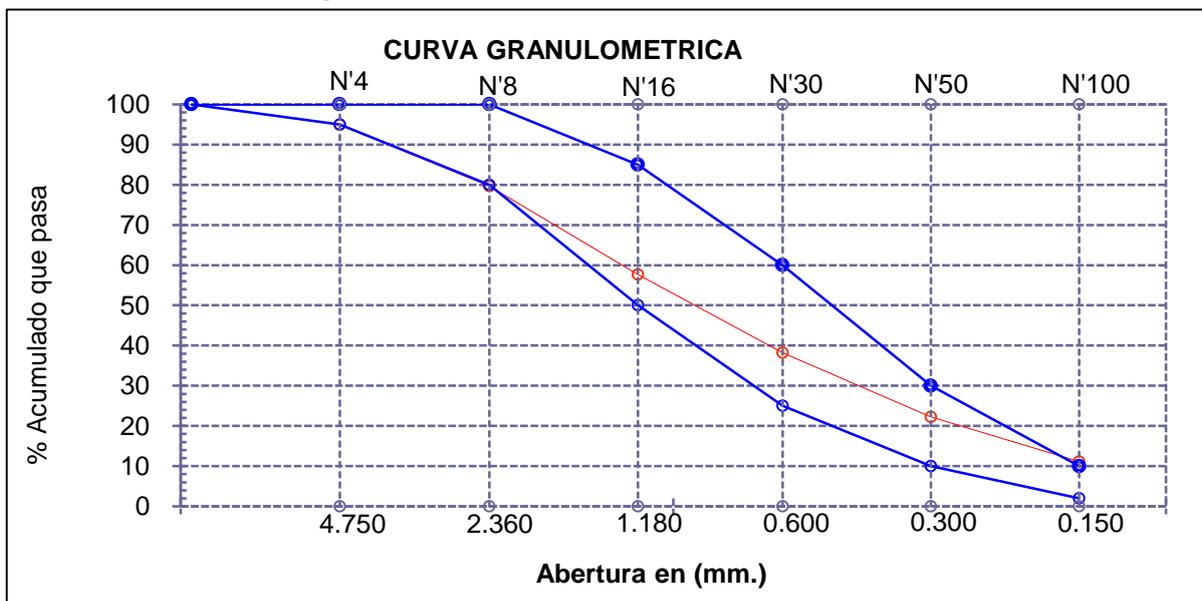


Nota: Elaboración propia.

Se observa que la distribución de las partículas del AG fue aceptable, cumpliendo con los límites permisibles requerida por la N.T.P 400.012. Asimismo, el TM fue 1" y el TMN fue 3/4".

- Granulometría del vidrio pulverizado (VP)

Ilustración 19. Curva granulométrica del vidrio Pulverizado.



Nota: Elaboración propia.

Se observa mediante la curva granulométrica del vidrio pulverizado que la distribución de las partículas cumple con la N.T.P 400.012, encontrándose dentro de los límites permisibles y considerándose apto para la dosificación del concreto.

B) PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO

Peso unitario suelto del agregado fino (PUS-AF)

Para este ensayo se procedió a llenar por 3 capas suelto y luego se realizó 25 golpes en el compactado varillado, mostrándose los resultados en la tabla 4 y 5.

Tabla 4.

PUS-AF.

Descripción	Unidad	Resultado
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1,493
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1,464
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1,694
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1,660
Contenido de humedad	%	2,02

Nota: Elaboración propia.

Peso unitario suelto del agregado grueso (PUS-AG)

Tabla 5*PUS-AG*

Descripción	Unidad	Resultado
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1,481
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1,474
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1,648
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1,640
Contenido de humedad	%	0,47

Nota: Elaboración propia.

Se observa en la tabla 4 y 5, que el PUS y el PUCS del AF fue 1,464 kg/m³ y 1,660 kg/m³; y del AG fue 1,474 kg/m³ y 1,640 kg/m³.

C) PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO Y GRUESO***Peso específico y absorción del agregado fino (PEA-AF)*****Tabla 6. PEA-AF**

Descripción	Unidad	Resultado
Peso específico de la arena	gr/cm ³	2,486
Peso específico de masa S.S. S	gr/cm ³	2,511
Peso específico aparente	gr/cm ³	2,551
Porcentaje de absorción	%	1,03

Nota: Elaboración propia.***Peso específico y absorción del agregado grueso (PEA-AG)***

Tabla 7

PEA-AG

Descripción	Unidad	Resultado
Peso específico de la grava	gr/cm ³	2,659
Peso específico de masa S.S. S	gr/cm ³	2,684
Peso específico aparente	gr/cm ³	2,728
Porcentaje de absorción	%	0,95

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 6 y 7, se muestra que el valor del PEA-AF fue 2,486 g/cm³ y 1,03%; y PEA-AG fue 2,659 g/cm³ y 0,95%.

Resultado del objetivo N°2

Elaborar el diseño de mezcla del concreto patrón y incorporando vidrio pulverizado con porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% como sustitución parcial del agregado fino, para resistencia $f'c=210$ kg/cm² y $f'c=280$ kg/cm². Para el diseño de mezcla patrón (DM) con los datos obtenidos y con las mejores características de la cantera La Victoria-Pátapo (AF) y la cantera Tres Tomas (AG), se procede a conseguir los criterios sustentados para realizar el DM para un $f'c= 210$ kg/cm² y 280 kg/cm²; y vidrio pulverizado (1%, 2%, 3% y 4%) con relación a la sustitución parcial del agregado fino.

A) Diseño de mezcla patrón

Diseño de mezcla Patrón con $f'c=210$ kg/cm²

Tabla 8*Cantidad de material por m³*

MATERIALES	
CEMENTO	369 kg/m ³
AGUA	256 L
ARENA	761 kg/m ³
PIEDRA	941 kg/m ³
A/C	0,692
SLUMP	4"

Nota: Elaboración propia.

Para el DM con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo como resultado un asentamiento de 4"; el peso unitario del concreto fresco 2328 kg/m³ y la relación a/c de 0,692. Asimismo, para la mezcla de concreto la proporción en peso de la cantidad de material por m³ obtenidos fueron: a) Cemento: 369 kg/m³; b) Agua: 256 L; c) AF: 761 kg/m³; d) AG: 941 kg/m³. Teniendo como proporciones en peso: 1:2.06:2.55:29.4 y volumen 1:2.11:2.59:29.4.

Diseño de mezcla Patrón con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ **Tabla 9***Cantidad de materiales por m³.*

MATERIALES	
CEMENTO	470 kg/m ³
AGUA	262 L
ARENA	711 kg/m ³
PIEDRA	884 kg/m ³
A/C	0,558
SLUMP	4"

Nota: Elaboración propia.

Para el DM con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo como resultado un asentamiento de 4"; el peso unitario del concreto fresco 2328 kg/m³, y; la relación a/c de 0,558.

Asimismo, para la mezcla del concreto la proporción en peso de la cantidad de material por m³ obtenidos fueron: a) Cemento :470 kg/m³; b) Agua:262 L; c) AF: 711 kg/m³; d) AG: 884 kg/m³. Teniendo como proporciones en peso: 1:1.51:1.88:23.7 y volumen 1:1.55:1.92:23.7.

Diseño de mezcla del concreto patrón con vidrio pulverizado (1%, 2%, 3% y 4%) con f'c= 210 kg/cm².

- Diseño de mezcla del concreto + 1% vidrio pulverizado (VP)

Tabla 10

Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (1%).

MATERIALES	
CEMENTO	369 kg/m ³
AGUA	256 L
ARENA	753,39 kg/m ³
VIDRIO	7,61 kg/m ³
PIEDRA	941 kg/m ³
A/C	0,692
S	4.3"

Nota: Elaboración propia.

Diseño de mezclas del concreto + 2% de vidrio pulverizado (VP)

Tabla 11

Cantidad de material por m³ con VP (2%).

MATERIALES	
CEMENTO	369 kg/m ³
AGUA	256 L
ARENA	745,78 kg/m ³
VIDRIO	15,22 kg/m ³
PIEDRA	941 kg/m ³
A/C	0,692
SLUMP	4,2"

Nota: Elaboración propia.

Diseño de mezclas del concreto + 3% de vidrio pulverizado (VP).

Tabla 12

Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (3%).

MATERIALES	
CEMENTO	369 kg/m ³
AGUA	256 L
ARENA	738,17 kg/m ³
VIDRIO	22,83 kg/m ³
PIEDRA	941 kg/m ³
A/C	0,692
SLUMP	4,2"

Nota: Elaboración propia.

Diseño de mezclas del concreto patrón + 4% de vidrio pulverizado (VP).

Tabla 13

Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (4%).

MATERIALES	
CEMENTO	369 kg/m ³
AGUA	256 L
ARENA	730,56 kg/m ³
VIDRIO	30,44 kg/m ³
PIEDRA	941 kg/m ³
A/C	0,692
SLUMP	4,2"

Nota: Elaboración propia.

**Diseño de mezcla del concreto patrón con vidrio pulverizado (1%, 2%, 3% y 4%)
con $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

Diseño de mezcla del concreto + 1% de vidrio pulverizado (VP).

Tabla 14

Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (1%).

MATERIALES	
CEMENTO	470 kg/m ³
AGUA	262 L
ARENA	703,89 kg/m ³
VIDRIO	7,11 kg/m ³
PIEDRA	884 kg/m ³
A/C	0,558
SLUMP	4,2"

Nota: Elaboración propia.

Diseño de mezclas del concreto + 2% de vidrio pulverizado (VP).

Tabla 15

Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (2%).

MATERIALES	
CEMENTO	470 kg/m ³
AGUA	262 L
ARENA	696,78 kg/m ³
VIDRIO	14,22 kg/m ³
PIEDRA	884 kg/m ³
A/C	0,558
SLUMP	4,2"

Nota: Elaboración propia.

Diseño de mezclas del concreto + 3% de vidrio pulverizado (VP).

Tabla 16

Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (3%).

MATERIALES	
CEMENTO	470 kg/m ³
AGUA	262 L
ARENA	689,67 kg/m ³
VIDRIO	21,33 kg/m ³
PIEDRA	884 kg/m ³
A/C	0,558
SLUMP	4,1"

Nota: Elaboración propia.

Diseño de mezclas del concreto + 4% de vidrio pulverizado (VP).

Tabla 17

Cantidad de materiales por metro cúbico con VP (4%).

MATERIALES	
CEMENTO	470 kg/m ³
AGUA	262 L
ARENA	682,56 kg/m ³
VIDRIO	28,44 kg/m ³
PIEDRA	884 kg/m ³
A/C	0,558
SLUMP	4,1"

Nota: Elaboración propia.

Resultado del objetivo N°3

Evaluar el comportamiento físico del concreto patrón y con vidrio pulverizado, por medio del ensayo de asentamiento.

- Ensayo de Asentamiento (Slump)

Tabla 18.

Asentamiento de la mezcla del CP y VP.

ASENTAMIENTO						
Resistencia		Concreto Patrón	Vidrio pulverizado			
			1%	2%	3%	4%
Kg/cm²						
210	4"	4,3"	4,2"	4,2"	4,2"	
280	4"	4,2"	4,2"	4,1"	4,1"	

Nota: Elaboración propia.

Para el CP con $f'c=210$ kg/cm², tuvo un asentamiento de 4", mientras que al incorporar vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino con porcentaje al 1% el asentamiento fue de 4,3" (incrementó 7,5%) y al 2%, 3% y 4% fue de 4,2" (incrementó 5%).

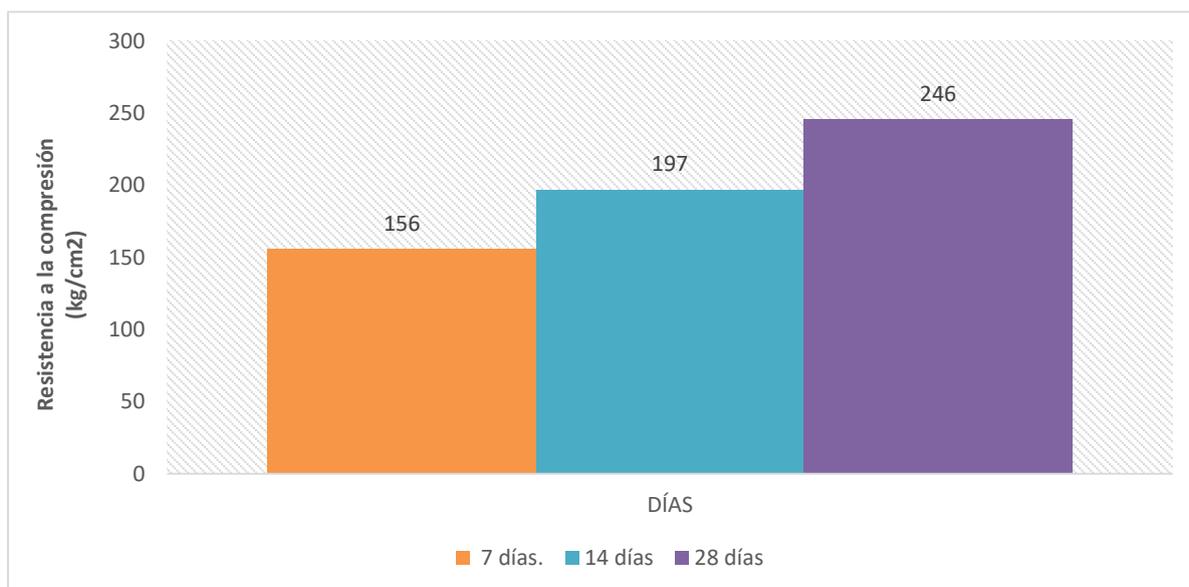
Para el CP con $f'c=280$ kg/cm², también tuvo un asentamiento de 4", mientras que al incorporar vidrio pulverizado como sustituto parcial del agregado fino con porcentaje al 1% y 2% el asentamiento fue de 4,2" (incrementó 5%) y al 3% y 4% fue de 4,1" (incrementó 2,5%).

Resultado del objetivo N°4

Evaluar las propiedades mecánicas del concreto patrón y con vidrio pulverizado, por medio de los ensayos de la resistencia a compresión, resistencia a flexión, resistencia a tracción y módulo de elasticidad a la edad de 7, 14 y 28 días.

- Resistencia a compresión del concreto patrón con $f'c= 210$ kg/cm² (RC).

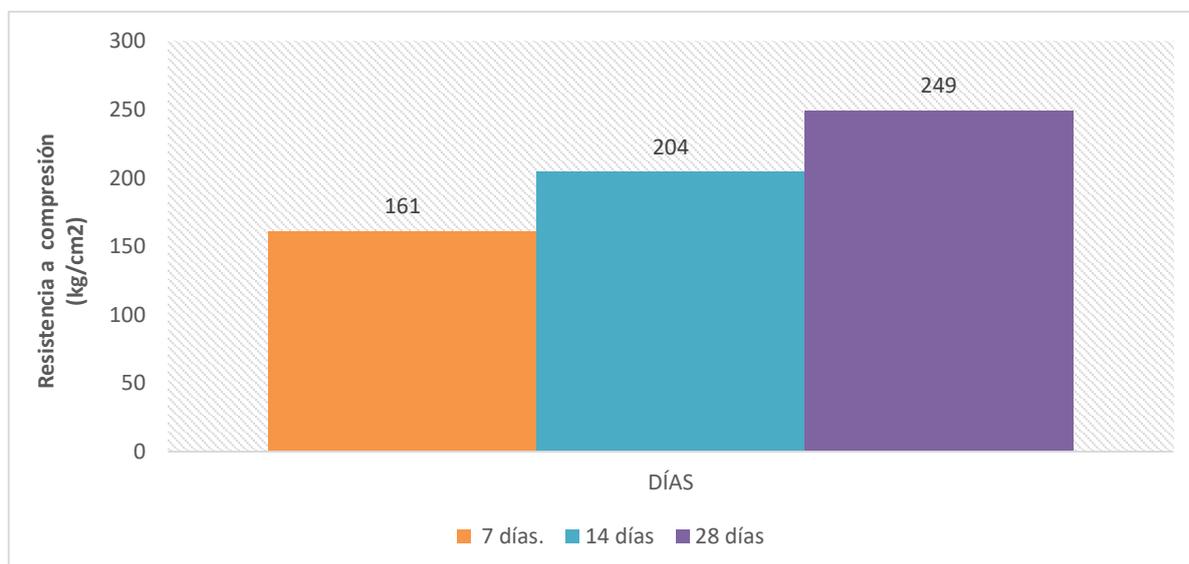
Ilustración 20. Resistencia a compresión del diseño patrón.



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 20, los resultados muestran que se alcanza una mayor RC a los 28 días de curado obteniendo 246 kg/cm², donde incrementó 16% respecto al diseño inicial.

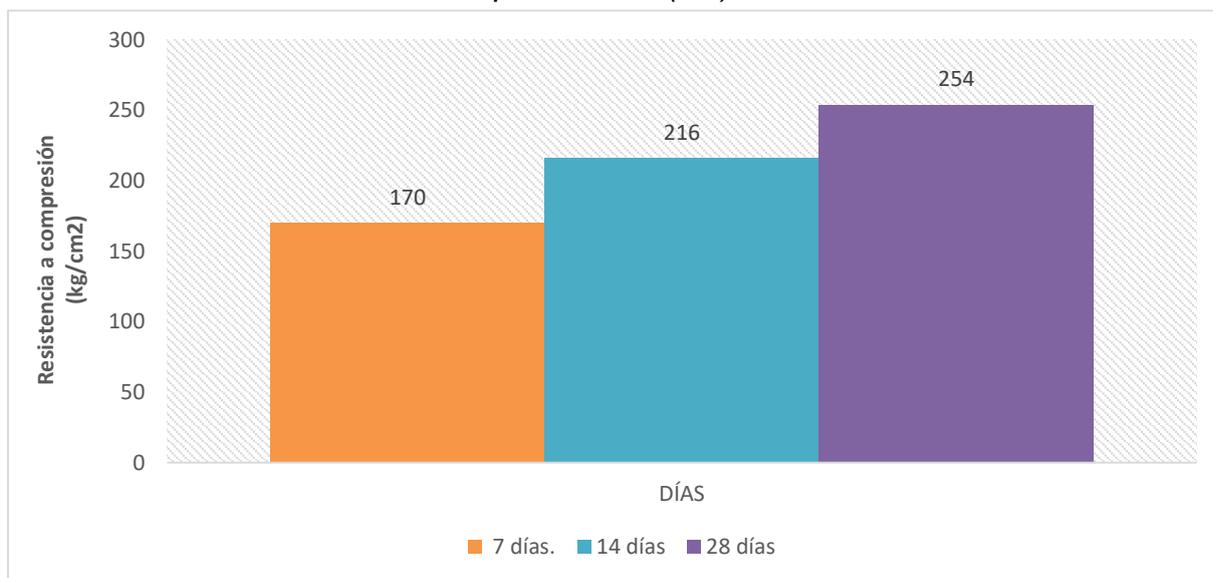
Ilustración 21. RC + 1% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 21, se muestra que la máxima RC + VP (1%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 249 kg/cm², donde incrementó 19% respecto al diseño inicial.

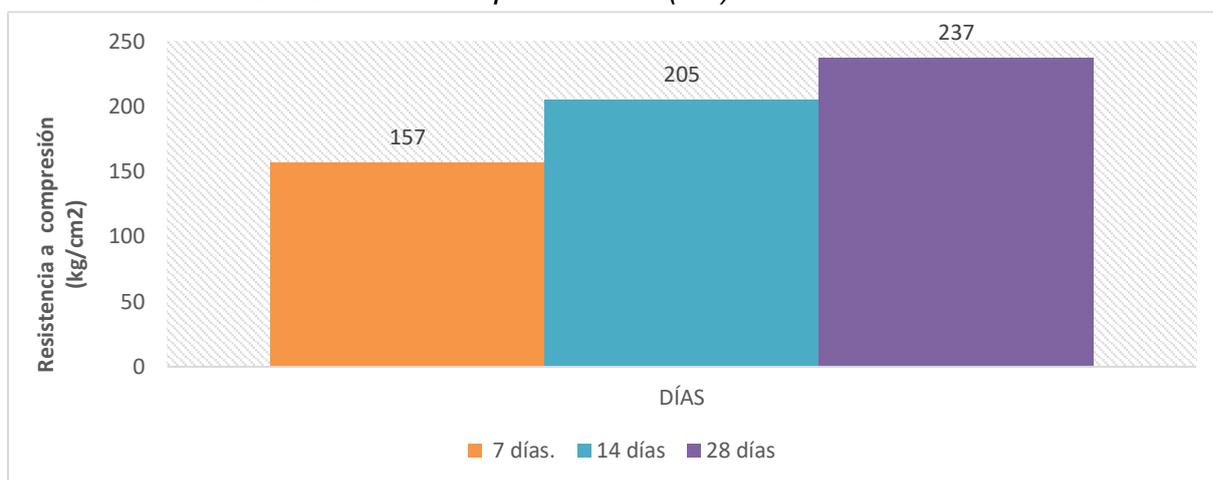
Ilustración 22. RC + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 22, se muestra que la máxima RC + VP (2%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 254 kg/cm², incrementando 21% respecto al diseño inicial.

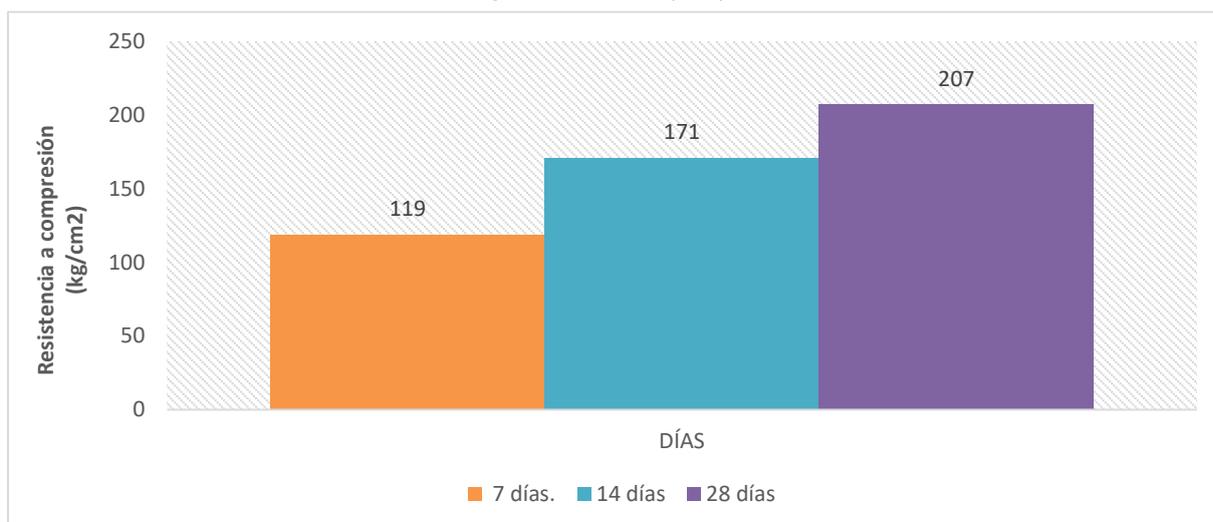
Ilustración 23. RC + 3% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 23 se muestra que la máxima RC + VP (3%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 237 kg/cm², donde incrementó 13% respecto al diseño inicial.

Ilustración 24. RC + 4% de vidrio pulverizado (VP)

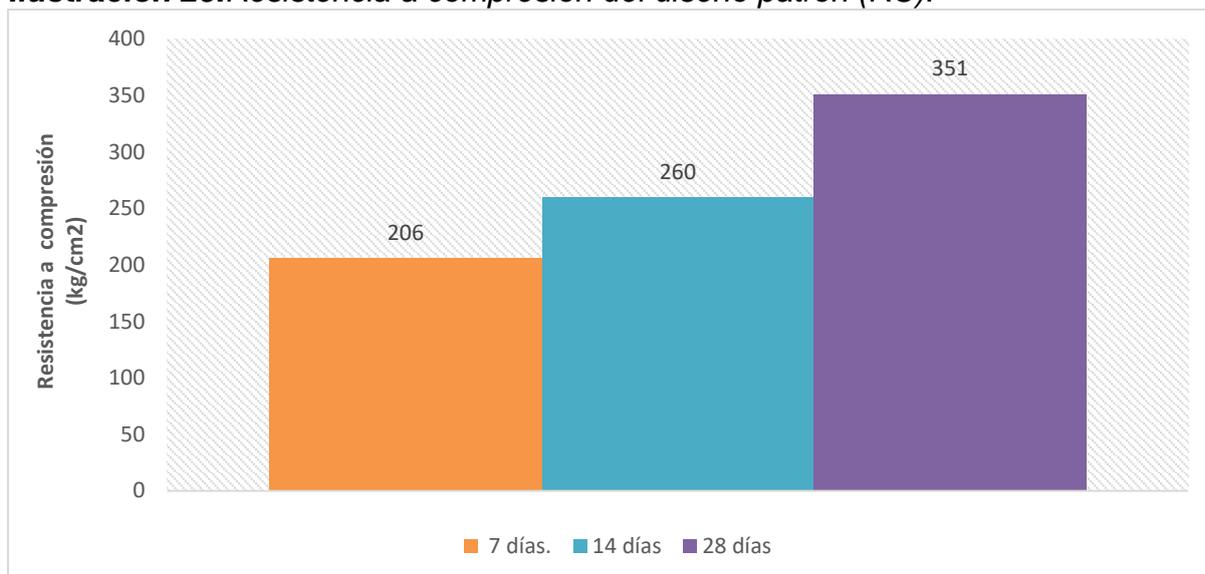


Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 24, se muestra disminución RC + VP (4%) a los 28 días, obteniendo como resultado 207 kg/cm², disminuyendo 1,4% respecto a la resistencia de diseño inicial.

- Resistencia a compresión del concreto patrón con f'c= 280 kg/cm².

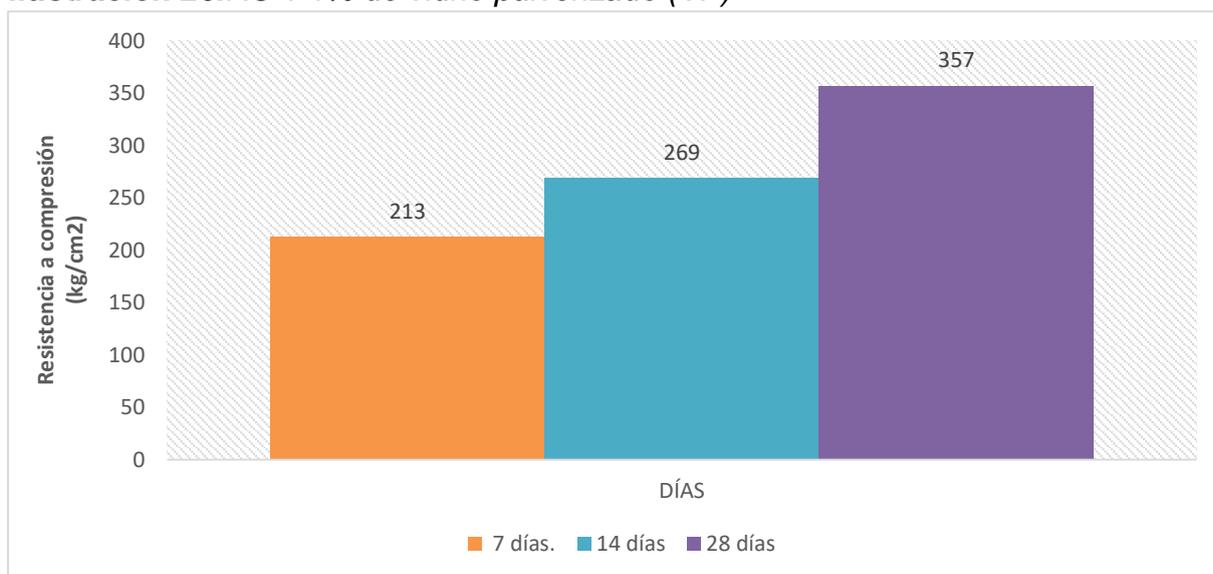
Ilustración 25. Resistencia a compresión del diseño patrón (RC).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 25, se muestra que la mayor RC fue a los 28 días alcanzado un valor de 351 kg/cm², incrementando el 25% respecto al diseño inicial.

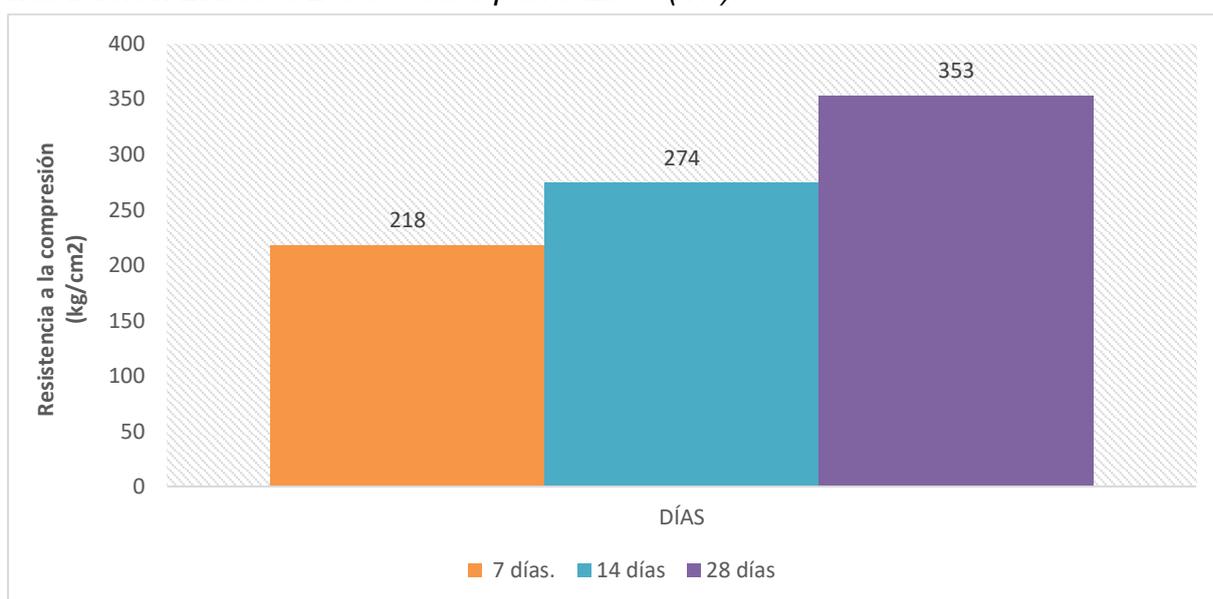
Ilustración 26. RC + 1% de vidrio pulverizado (VP)



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 26, se muestra que la máxima RC+ VP (1%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 357 kg/cm², donde incrementó 28% respecto al diseño inicial.

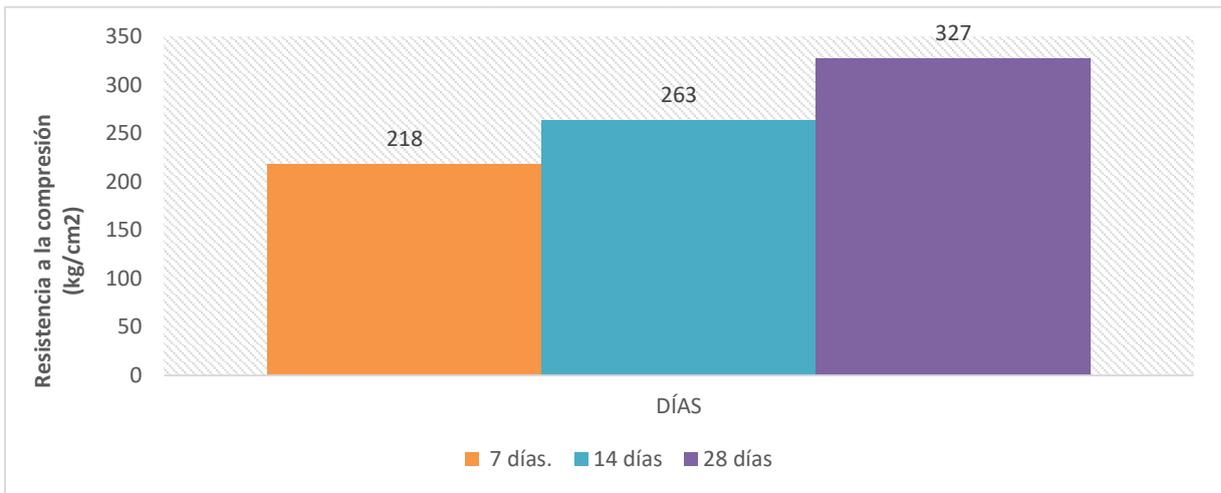
Ilustración 27. RC + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 27, se muestra que la máxima RC+ VP (2%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 353 kg/cm², donde incrementó 26% respecto al diseño inicial.

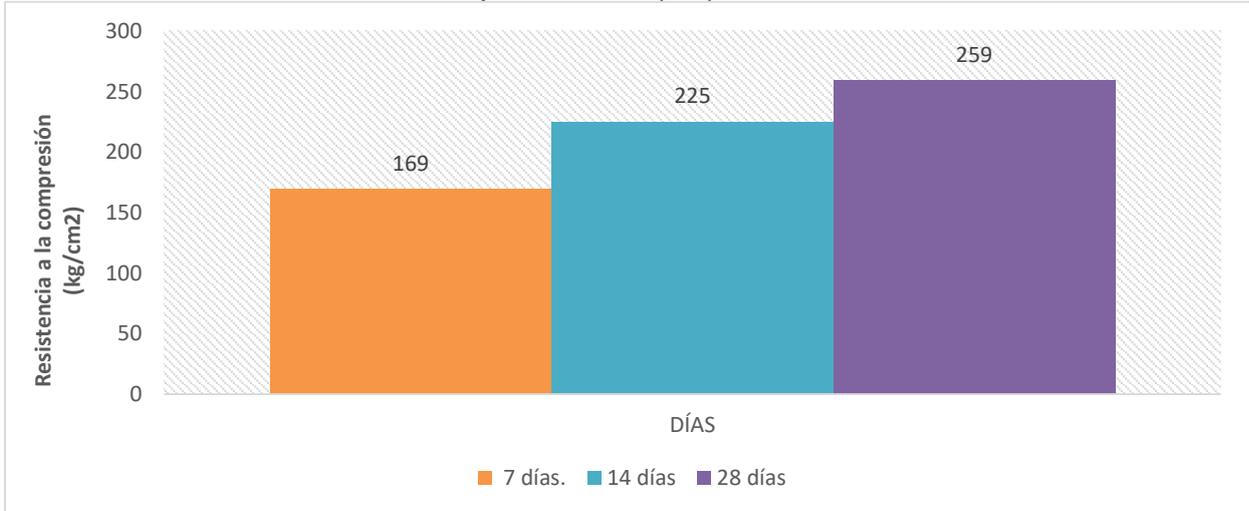
Ilustración 28. RC + 3% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 28, se muestra que la mayor RC+ VP (3%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 327 kg/cm², donde incrementó 17% respecto al diseño inicial.

Ilustración 29. RC+ 4% de vidrio pulverizado (VP).

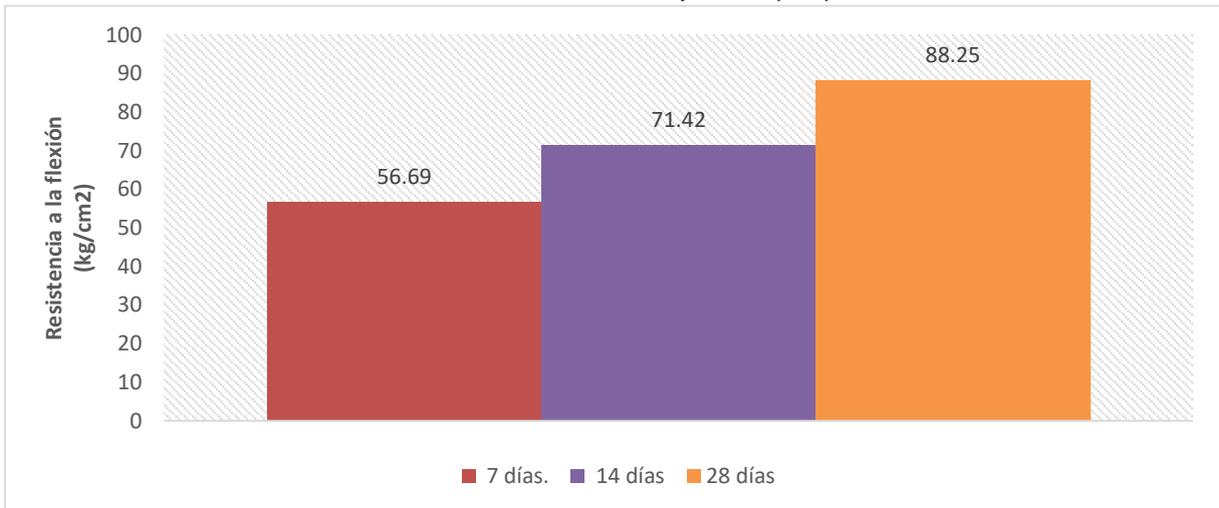


Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 29, se muestra una disminución significativa de la RC a los 28 días, alcanzando 259 kg/cm², disminuyendo el 7,5% con relación a la resistencia inicial del diseño.

- Resistencia a flexión del concreto patrón con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (RF).

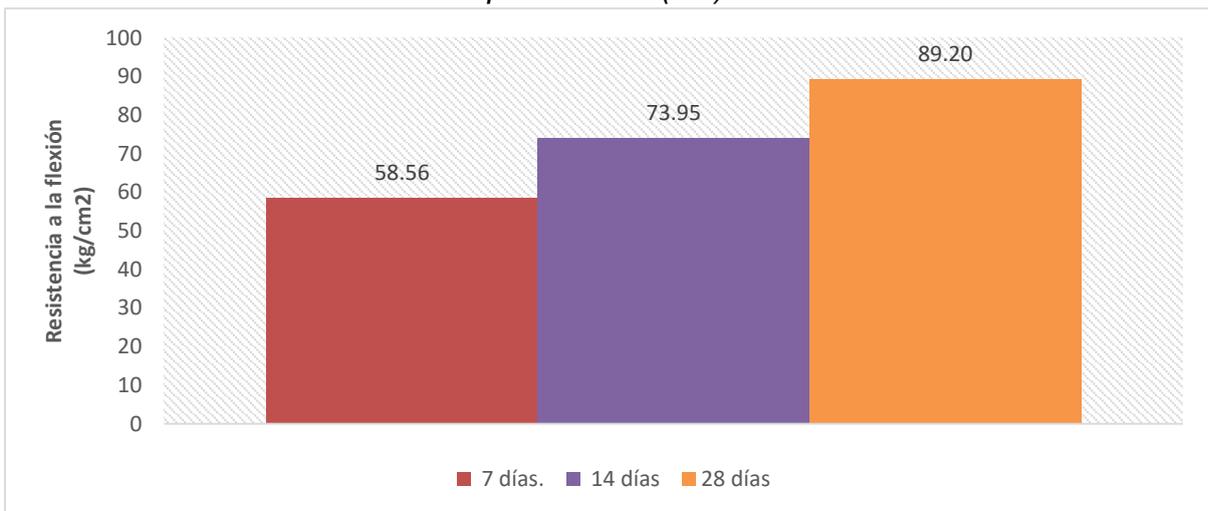
Ilustración 30. Resistencia a flexión del diseño patrón (RF).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 30, se muestra que la mejora de RF fue a los 28 días, alcanzando un valor de 88,25 kg/cm².

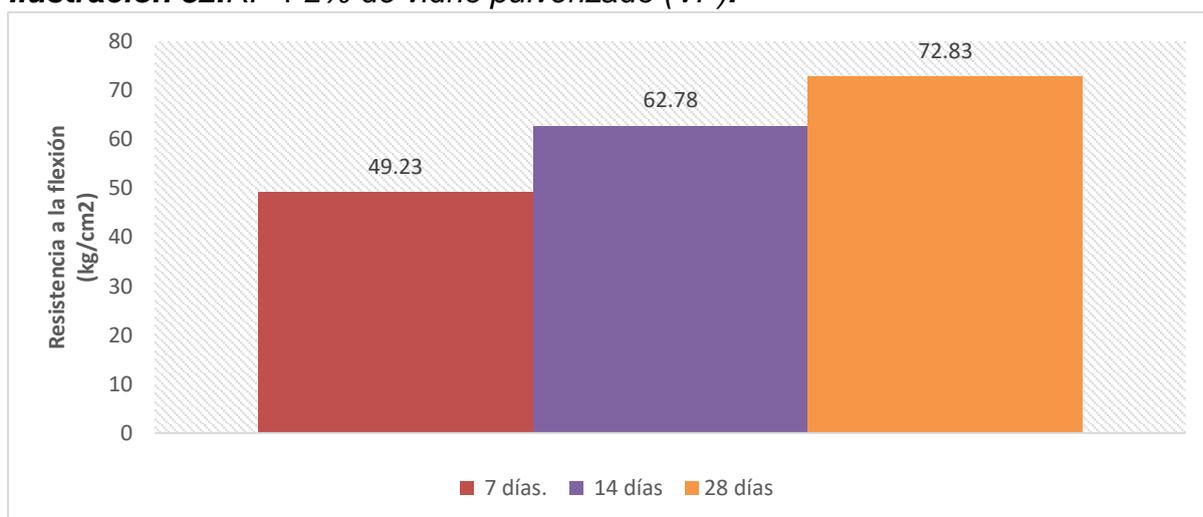
Ilustración 31. RF + 1% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 31, se muestra que la máxima RF+ VP (1%) fue a los 28 días obteniendo como resultado un 89,20 kg/cm², donde incrementó 1% respecto al diseño inicial.

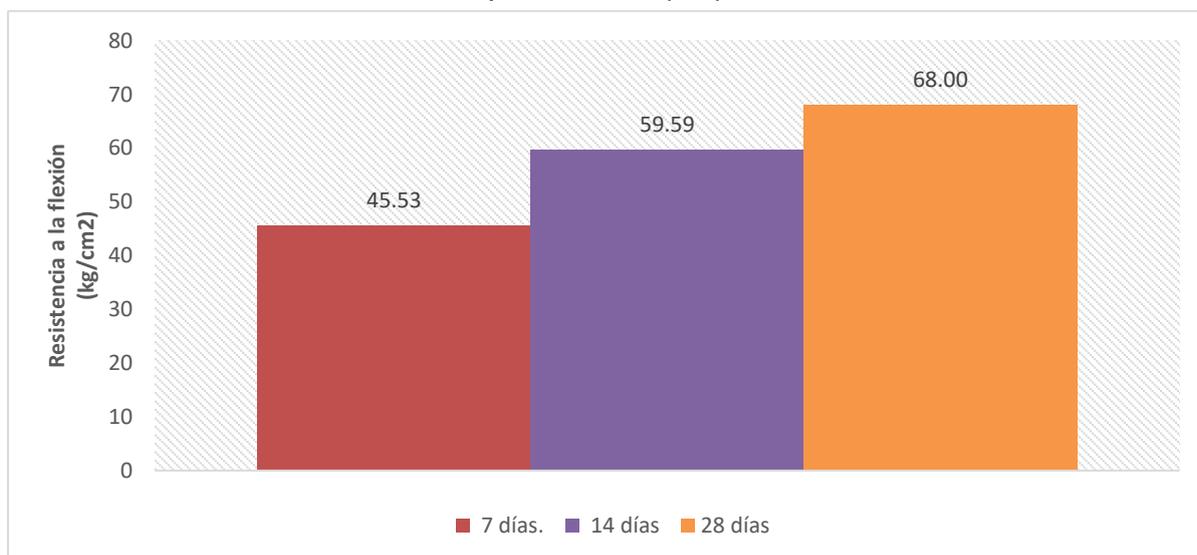
Ilustración 32. RF + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 32, se muestra que hubo una disminución en la RF + VP (2%) a los 28 días, obteniendo como resultado 72,83 kg/cm², existiendo una reducción del 17% respecto al diseño inicial.

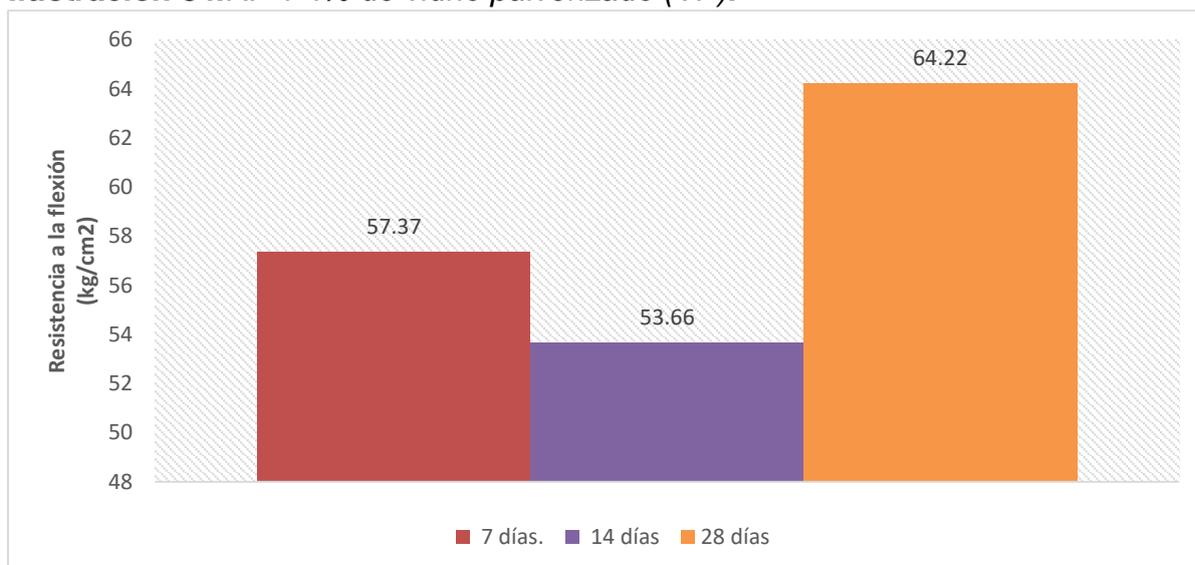
Ilustración 33. RF + 3% de vidrio pulverizado (VP)



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 33, se muestra que hubo una disminución en la RF + VP (3%) a los 28 días, obteniendo como resultado 68,00 kg/cm², existiendo una reducción del 23% respecto al diseño inicial.

Ilustración 34. RF + 4% de vidrio pulverizado (VP).

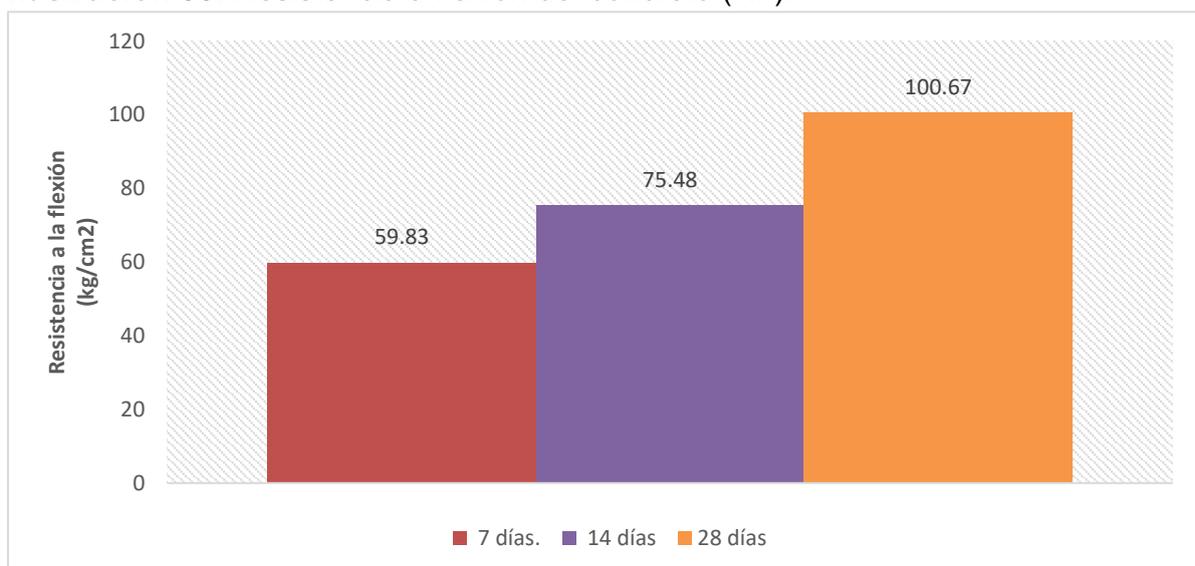


Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 34, se muestra que hubo una disminución en la RF+ VP (4%) a los 28 días, obteniendo como valor 64,22 kg/cm², existiendo una reducción del 27% respecto al diseño inicial.

- Resistencia a flexión del concreto patrón con f'c= 280 kg/cm².

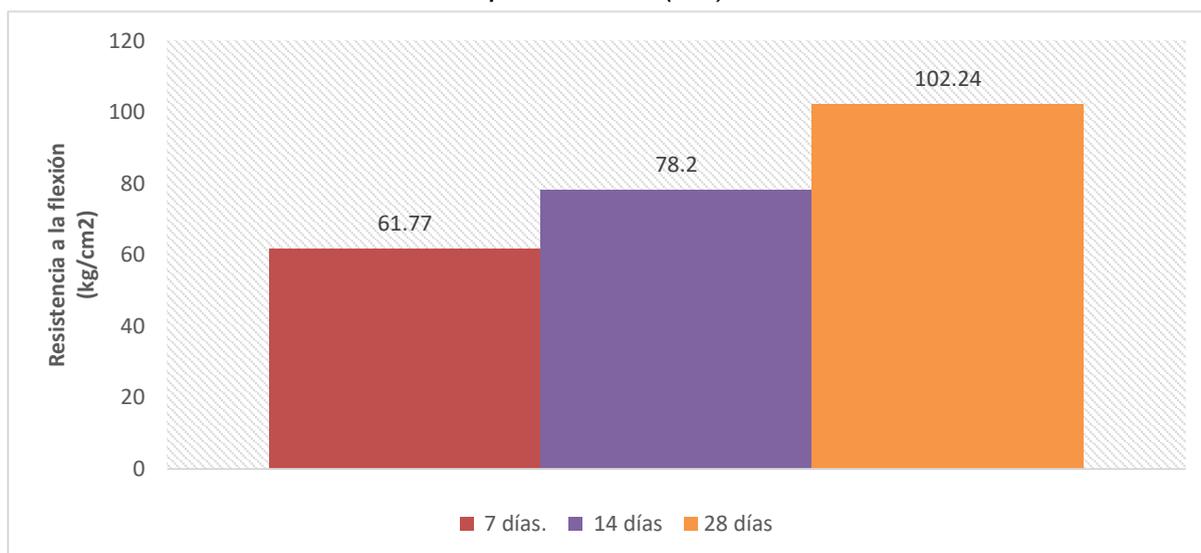
Ilustración 35. Resistencia a flexión del concreto (RF).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 35, se muestra que la mejora de la RF se da a los 28 días, alcanzando un valor de 100,67 kg/cm².

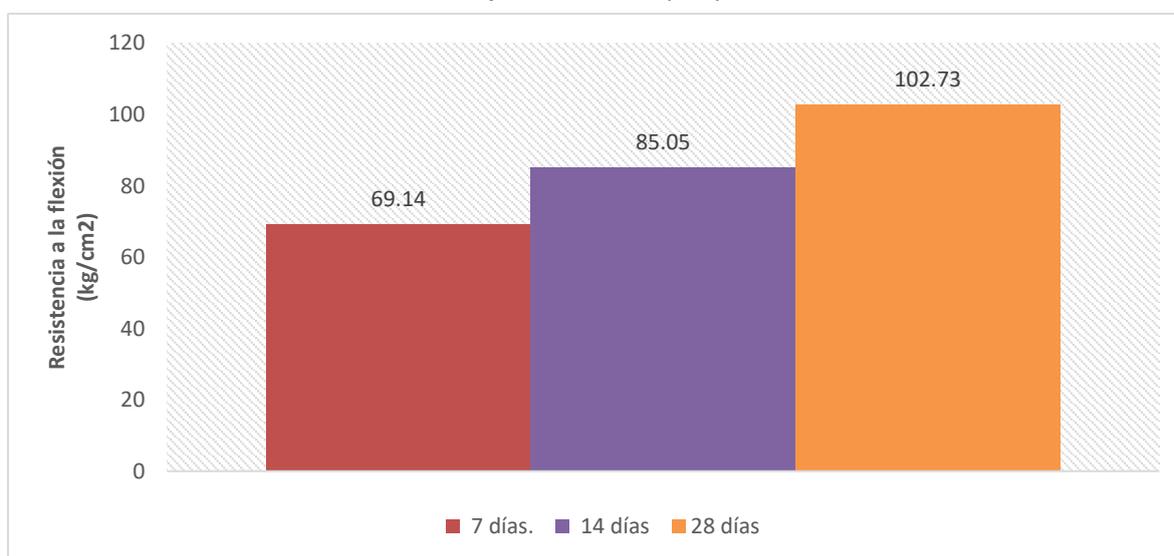
Ilustración 36. RF + 1% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 36, se muestra que hubo un aumento en la RF+ VP (1%) a los 28 días, obteniendo como resultado un 102,24 kg/cm², existiendo un incremento de 2% respecto al diseño inicial.

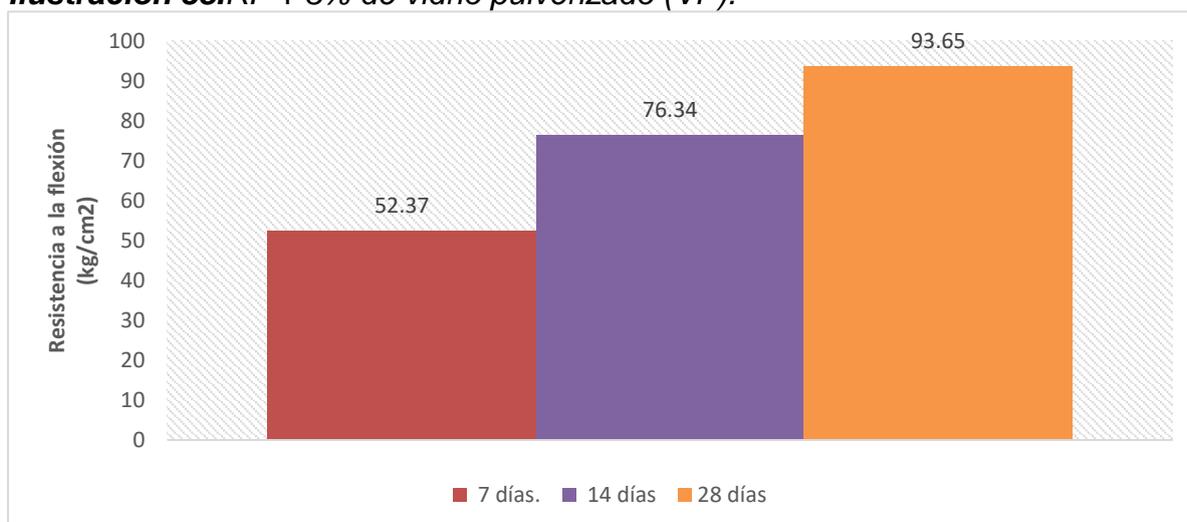
Ilustración 37. RF + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 37, se muestra que hubo un aumento en la RF + VP (2%) a los 28 días, obteniendo como resultado 102,73 kg/cm², existiendo un incremento de 2% respecto al diseño inicial.

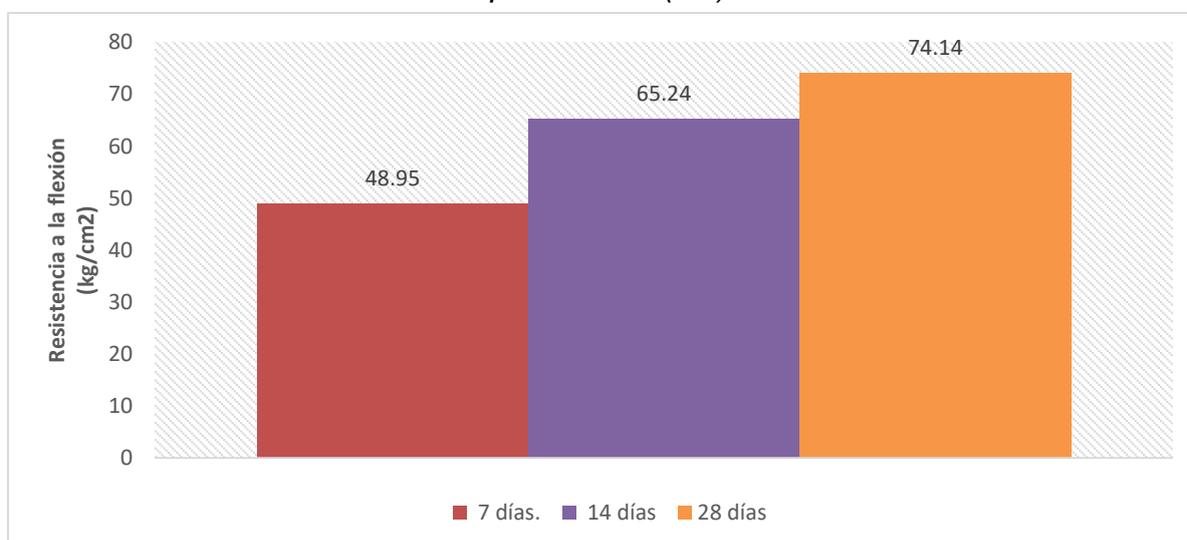
Ilustración 38. RF + 3% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 38, se muestra que hubo una disminución en la RF + VP (3%) a los 28 días, obteniendo como resultado un 93,65 kg/cm², existiendo una reducción de 7% respecto al diseño inicial.

Ilustración 39. RF + 4% de vidrio pulverizado (VP).

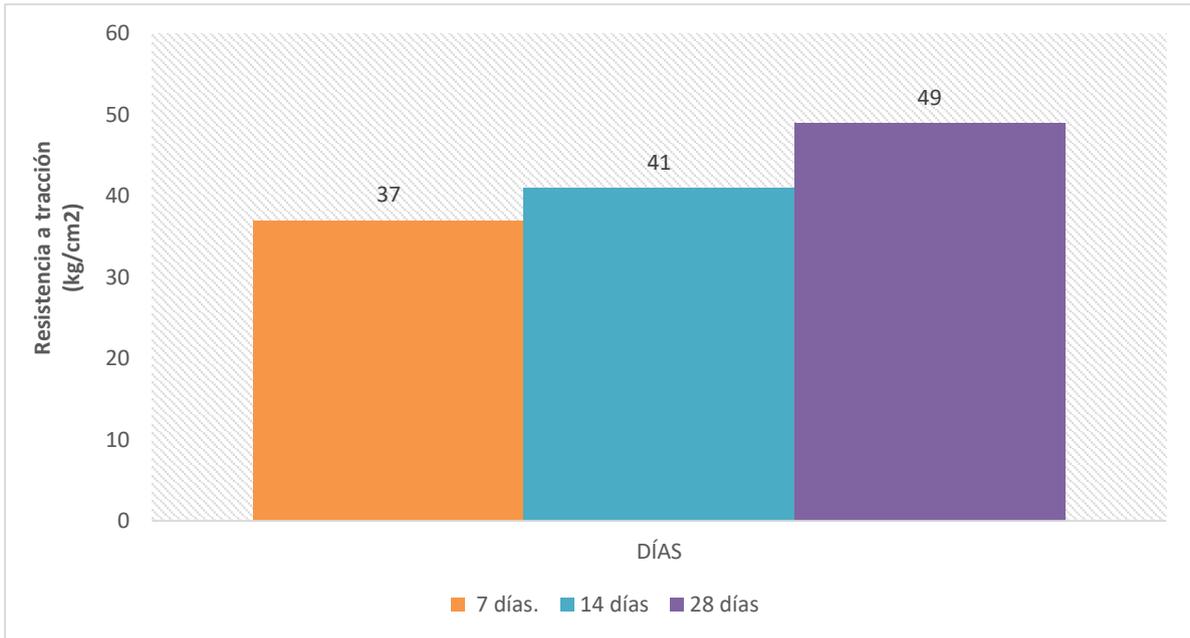


Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 39, se observa que hubo una disminución en la RF + VP (4%) a los 28 días, obteniendo como valor 74,14 kg/cm², existiendo una reducción del 26% respecto al diseño inicial.

- Resistencia a tracción del concreto patrón con f'c= 210 kg/cm².

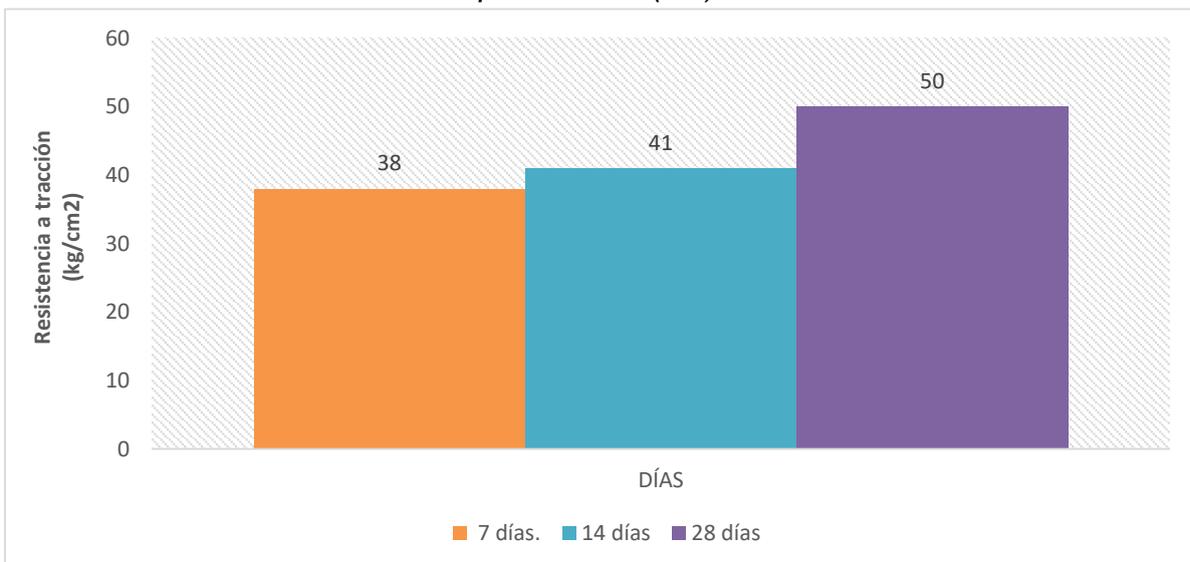
Ilustración 40. Resistencia a tracción del diseño patrón (RT).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 40, se muestra que la mejora de la RT fue a los 28 días, alcanzando un valor de 49 kg/cm².

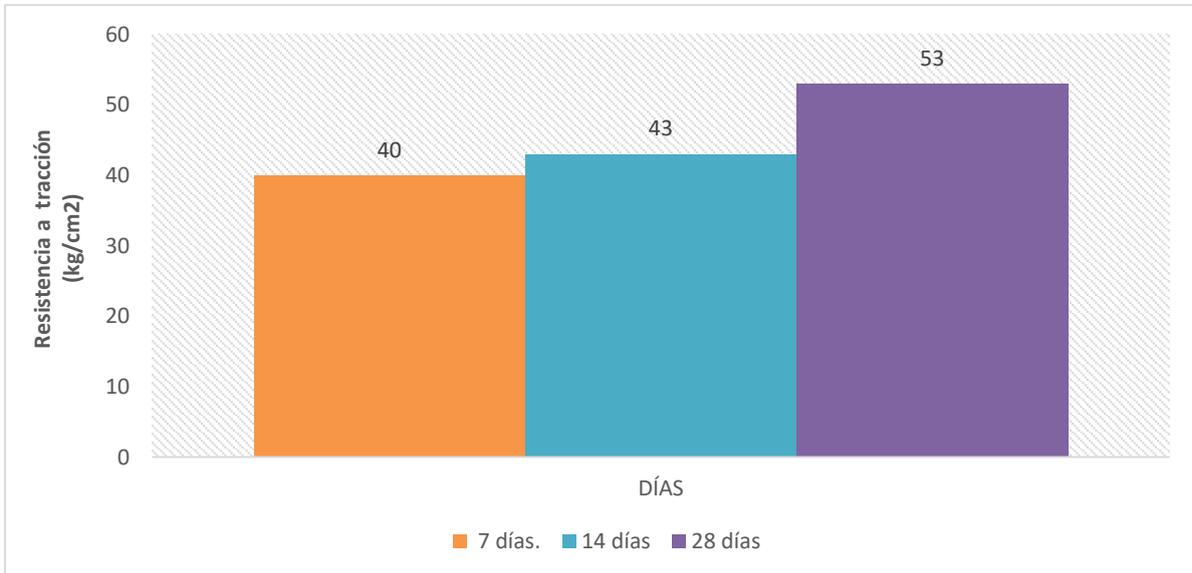
Ilustración 41. RT+ 1% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 41, se muestra que la máxima RT + VP (1%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 50 kg/cm², donde incrementó 2% respecto al diseño inicial.

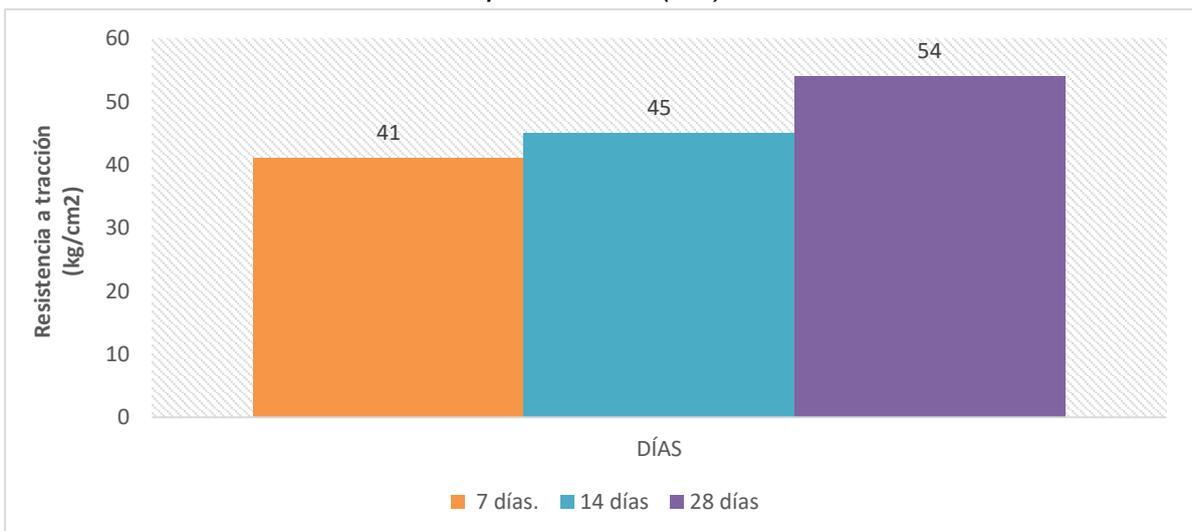
Ilustración 42. RT + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 42, se muestra que la máxima RT + VP (2%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 53 kg/cm², donde incrementó 8% respecto al diseño inicial.

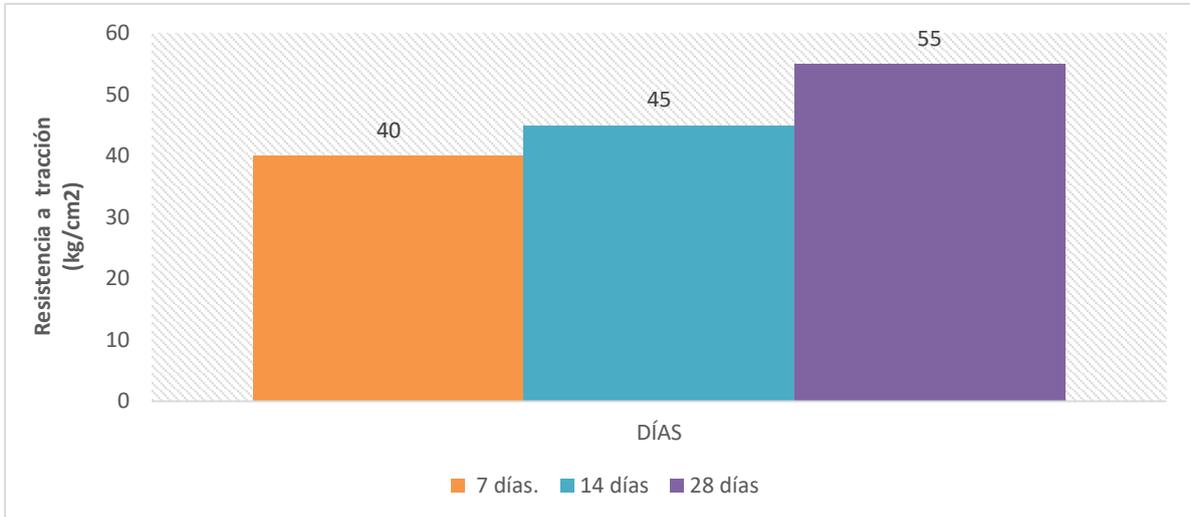
Ilustración 43. RT + 3% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 43, se muestra que la máxima RT + VP (3%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 10 kg/cm², donde incrementó 2% respecto al diseño inicial.

Ilustración 44. RT+ 4% de vidrio pulverizado (VP)

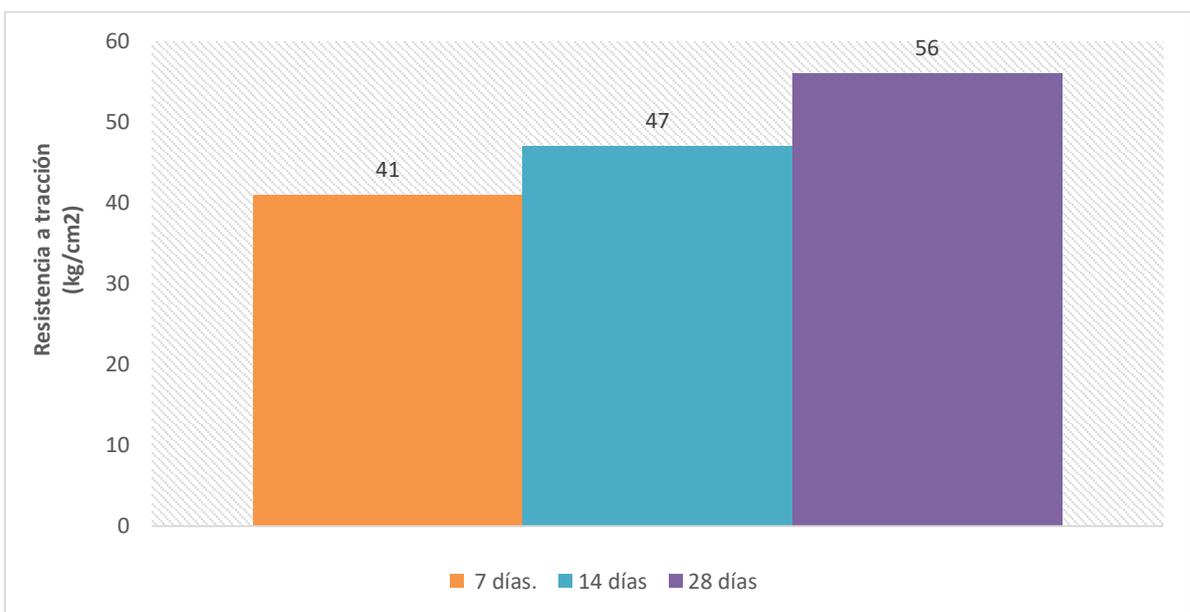


Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 44, se muestra que la máxima RT + VP (4%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 55 kg/cm², donde incrementó 12% respecto al diseño inicial.

- Resistencia a tracción del concreto patrón con f'c= 280 kg/cm².

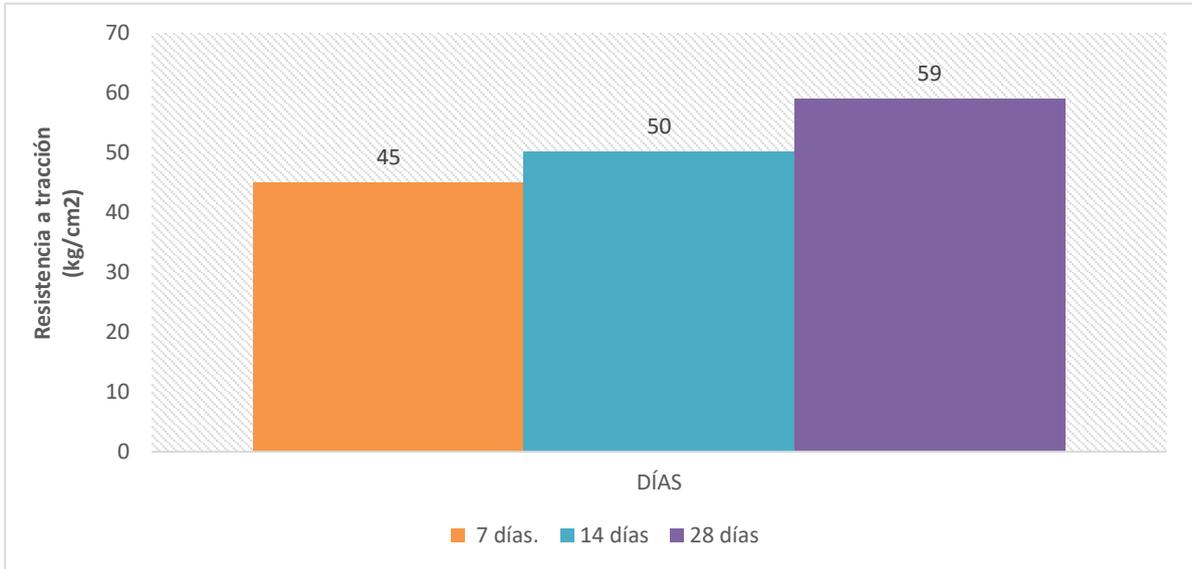
Ilustración 45. Resistencia a tracción del diseño patrón (RT).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 45, se muestra que la mejora de la RT fue a los 28 días, alcanzando un valor de 56 kg/cm².

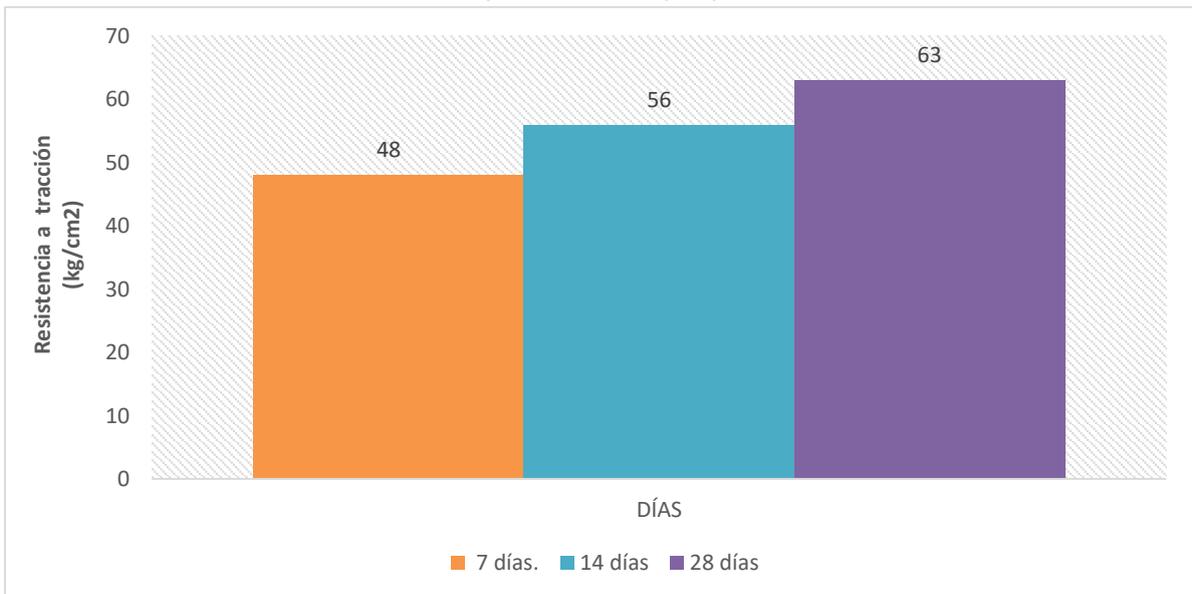
Ilustración 46. RT + 1% de vidrio pulverizado (VP)



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 46, se muestra que la máxima RT + VP (1%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 59 kg/cm², donde incrementó 5% respecto al diseño inicial.

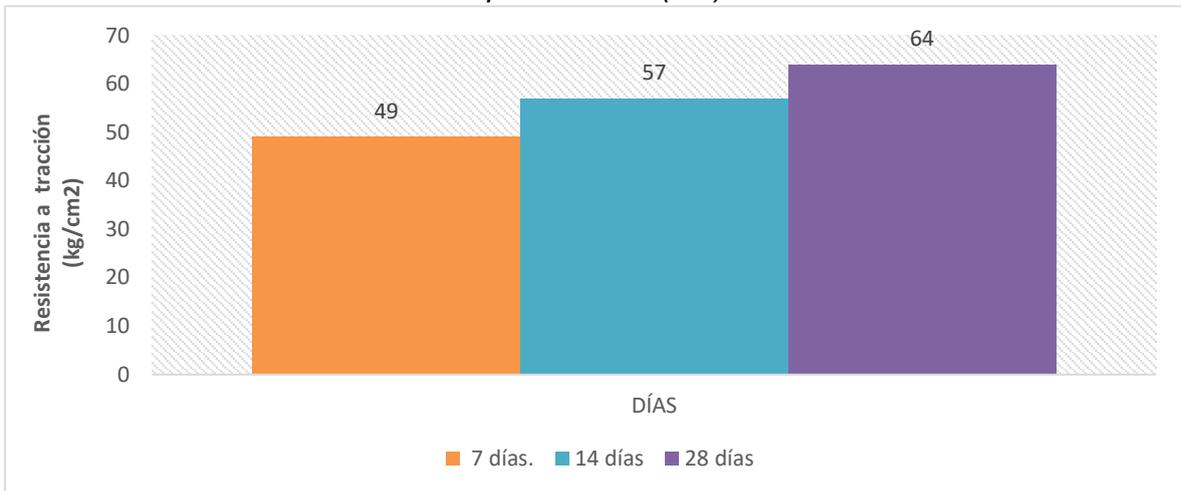
Ilustración 47. RT + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 47, se muestra que la máxima RT + VP (2%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 63 kg/cm², donde incrementó 13% respecto al diseño inicial.

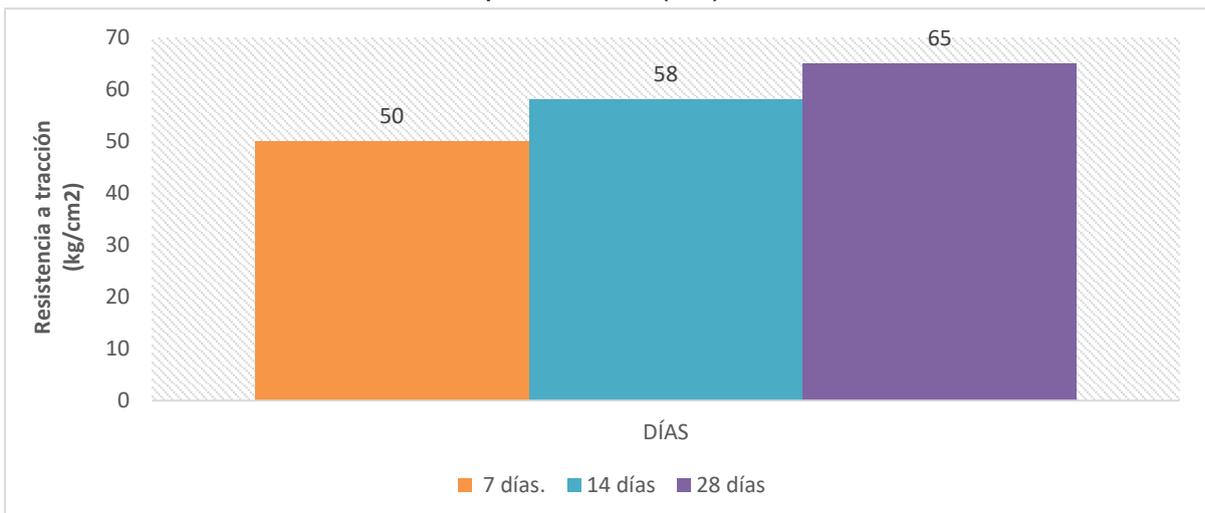
Ilustración 48. RT + 3% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 48, se muestra que la máxima RT + VP (3%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 64 kg/cm², donde incrementó 14% respecto al diseño inicial.

Ilustración 49. RT + 4% de vidrio pulverizado (VP).

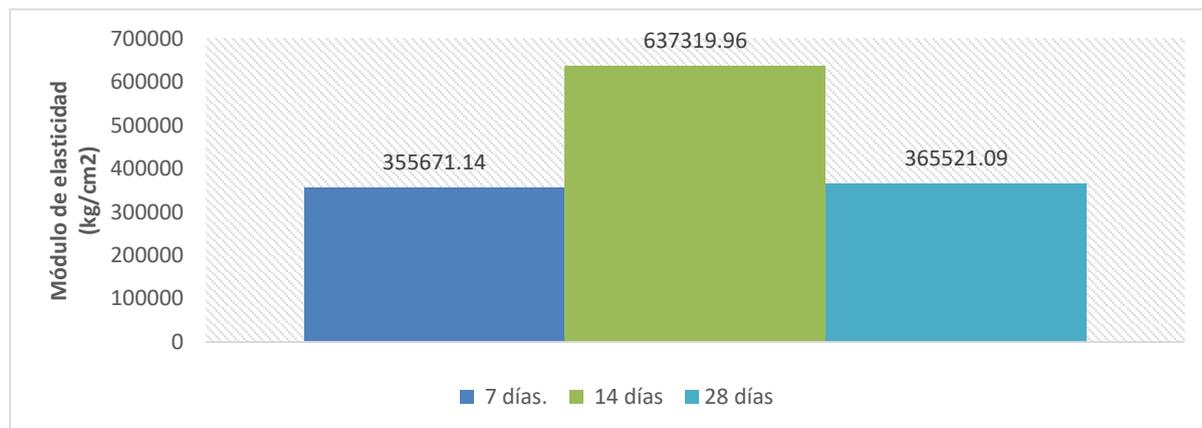


Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 49, se muestra que la máxima RT + VP (4%) fue a los 28 días obteniendo como resultado 65 kg/cm², donde incrementó 16% respecto al diseño inicial.

- Módulo de elasticidad del concreto patrón con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

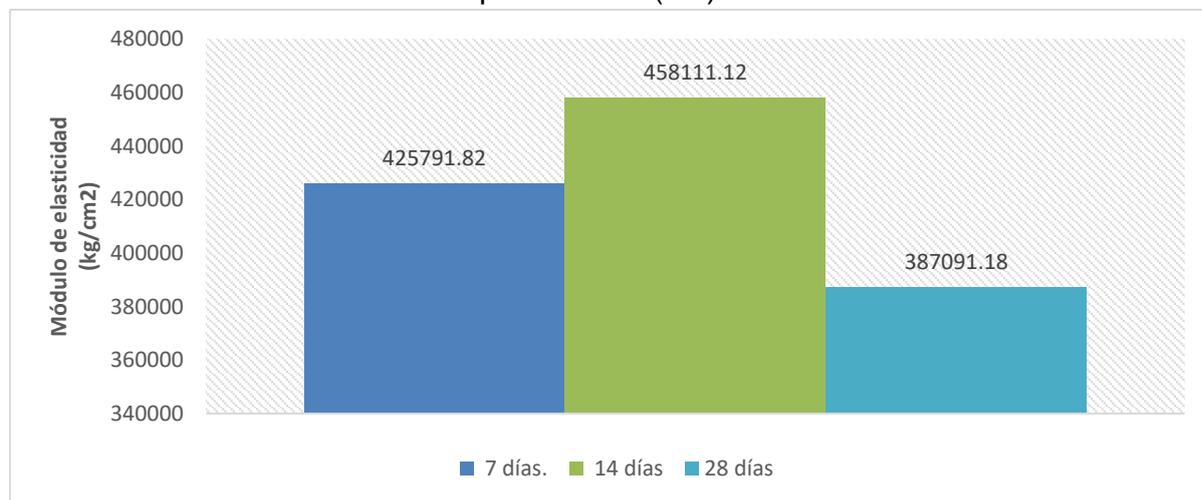
Ilustración 50. Módulo de elasticidad del diseño patrón (E).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 50, se muestra que el E a los 7 días fue $355671,14 \text{ kg/cm}^2$; a los 14 días logró un aumento significativo de $637319,96 \text{ kg/cm}^2$ y a los 28 días disminuyó alcanzando un valor de $365521,09 \text{ kg/cm}^2$.

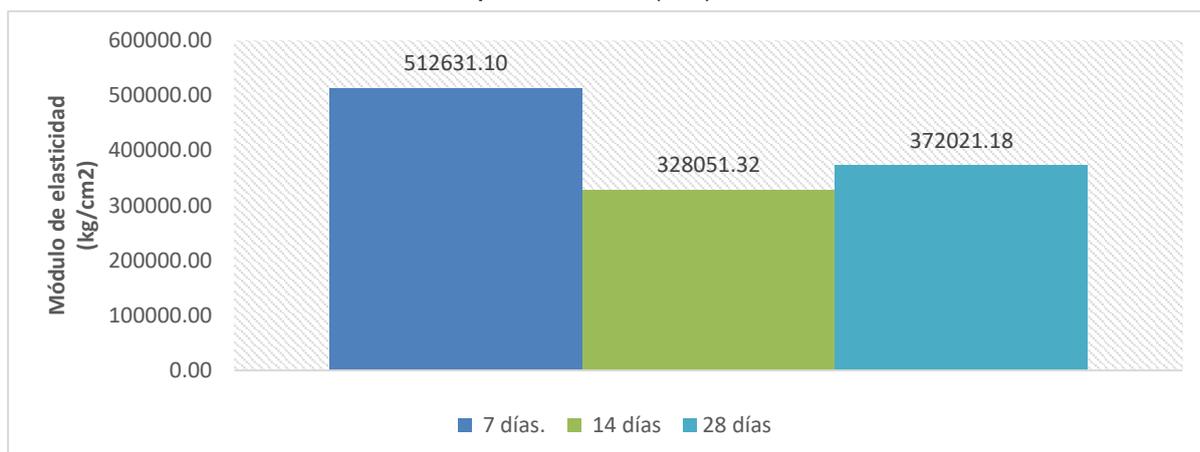
Ilustración 51. E + 1% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la Ilustración 51, se observa que hubo un aumento significativo en el módulo de elasticidad del concreto + VP (1%) a los 28 días, obteniendo como resultado $387091,18 \text{ kg/cm}^2$, existiendo un incremento de 6% respecto a la resistencia inicial de diseño patrón.

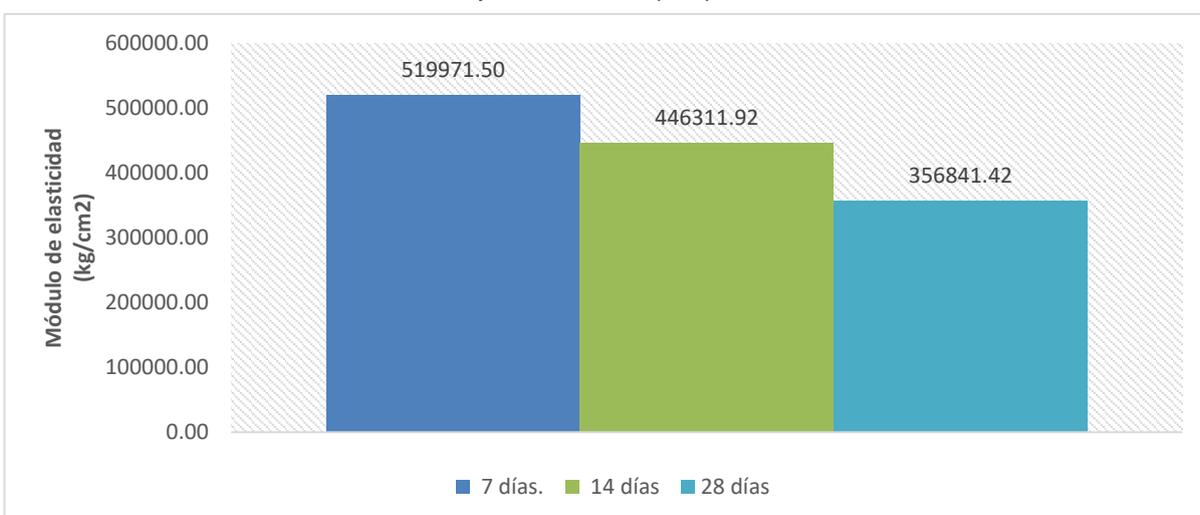
Ilustración 52. E + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 52, se muestra que hubo un aumento significativo en el E + VP (2%) a los 28 días, obteniendo como resultado 372021,18 kg/cm², existiendo un incremento de 2% respecto al diseño inicial.

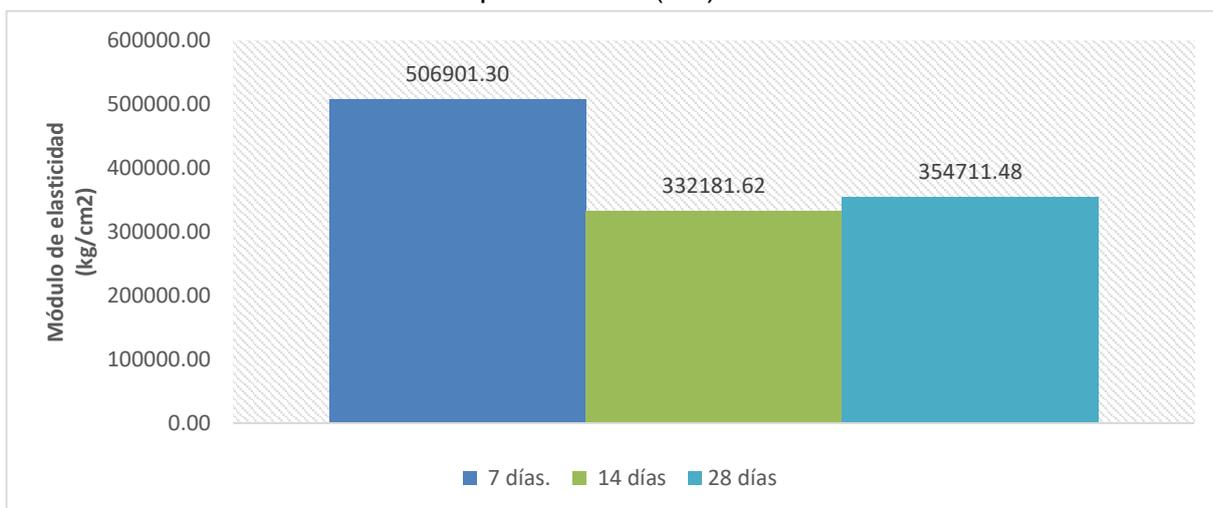
Ilustración 53. E + 3% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 53, se muestra que hubo una disminución significativa en el E + VP (3%) a los 28 días, obteniendo como valor 356841,42 kg/cm², existiendo una reducción de 2% respecto al diseño inicial.

Ilustración 54. E + 4% de vidrio pulverizado (VP)

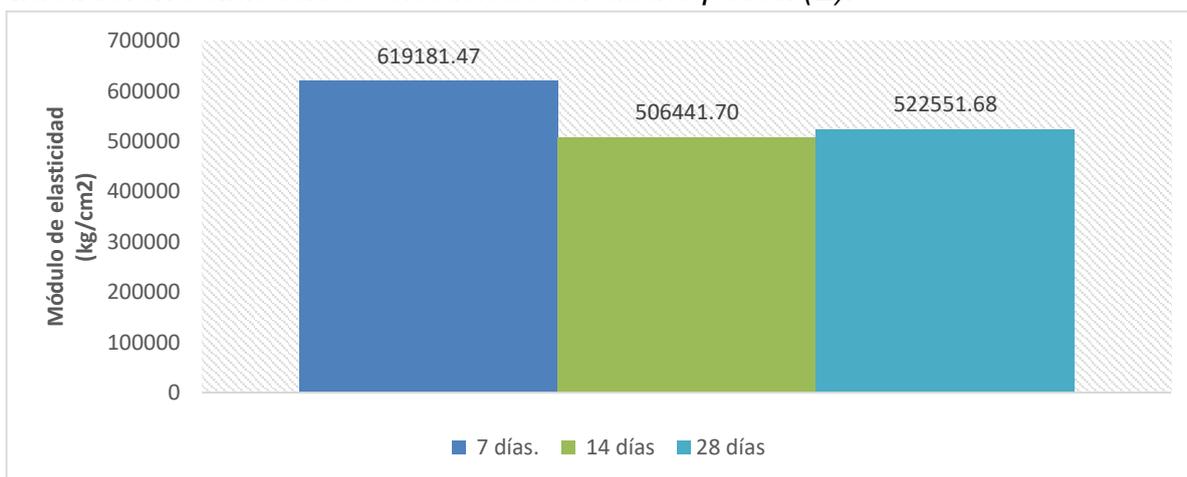


Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 54, se observa que hubo una disminución significativa en el E + VP (4%) a los 28 días, obteniendo como valor 354711,48 kg/cm², existiendo una disminución de 3% respecto al diseño inicial.

- Módulo de elasticidad del concreto patrón con f'c= 280 kg/cm².

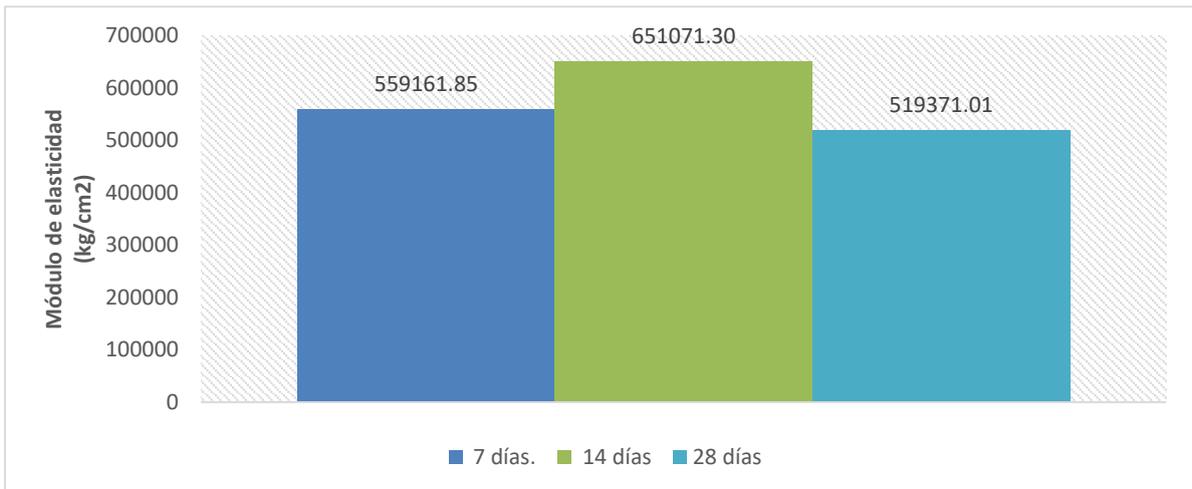
Ilustración 55. Módulo de elasticidad del diseño patrón (E).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 55, se muestra que el E a los 7 días fue 619181,47 kg/cm²; a los 14 días tuvo una disminución significativa de 506441,70 kg/cm² y a los 28 días alcanzó un valor de 522551,68 kg/cm² para un diseño de 280 kg/cm².

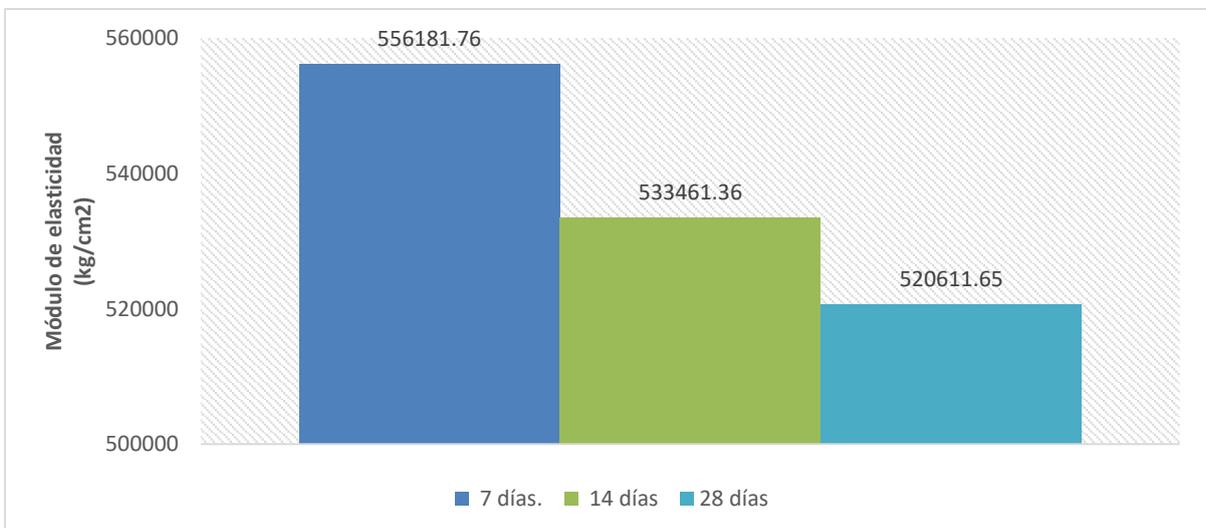
Ilustración 56. E + 1% de vidrio pulverizado (VP)



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 56, se muestra que hubo una disminución significativa en el E + VP (1%) a los 28 días, obteniendo como valor 519371,01 kg/cm², existiendo una reducción de 0,6% respecto al diseño inicial.

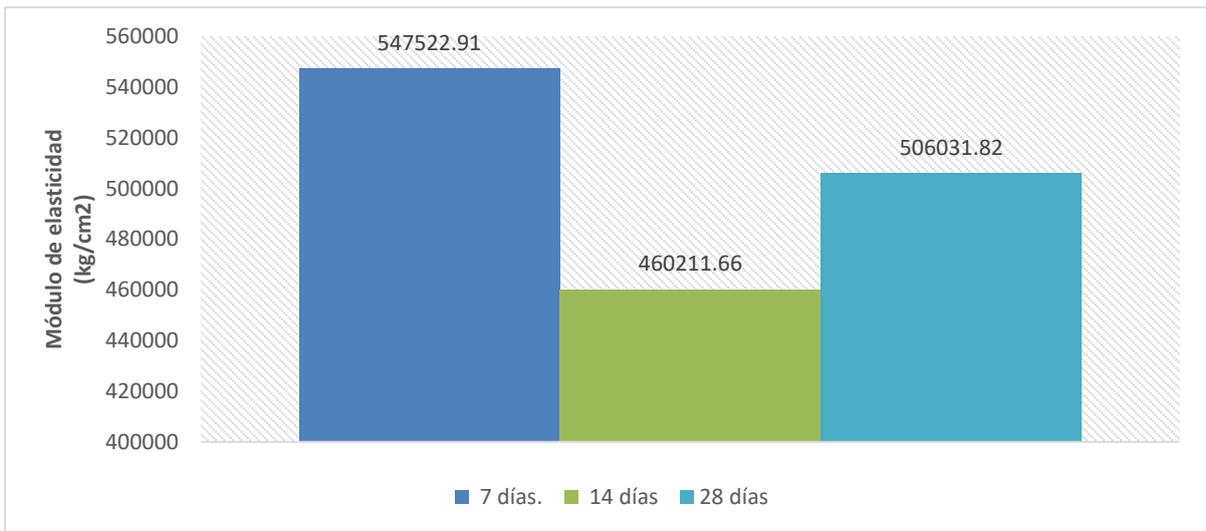
Ilustración 57. E + 2% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 57, se muestra que hubo una disminución significativa en el E + VP (2%) a los 28 días, obteniendo como valor 520611,65 kg/cm², con una reducción de 0,4% respecto al diseño inicial.

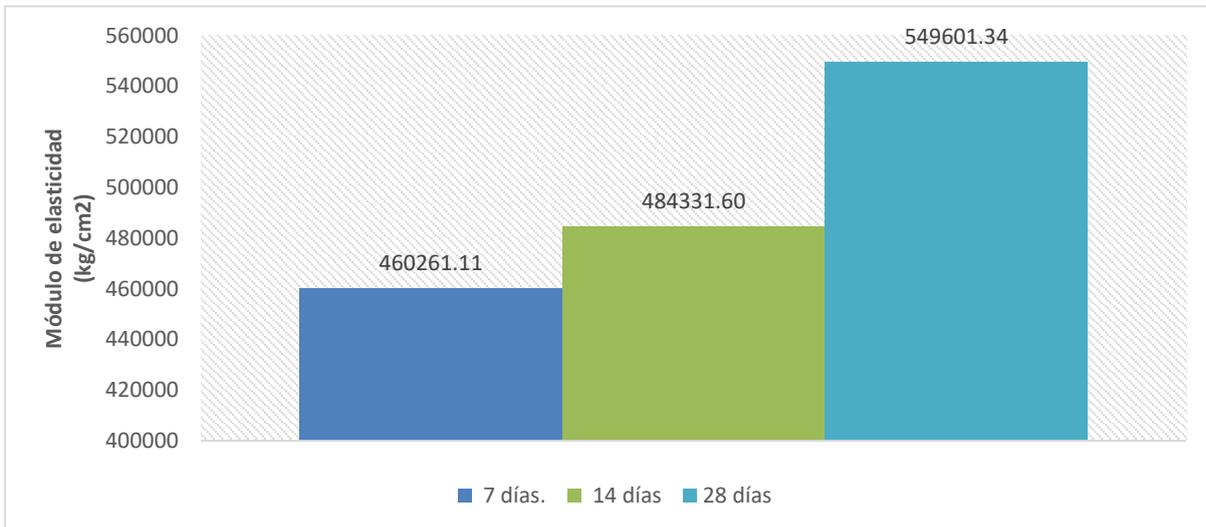
Ilustración 58. E + 3% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

La ilustración 58, se muestra una disminución significativa en el E + VP (3%) a los 28 días, obteniendo como valor 506031,82 kg/cm², existiendo una reducción de 3% respecto al diseño inicial.

Ilustración 59. E + 4% de vidrio pulverizado (VP).



Nota: Elaboración propia.

En la ilustración 59, se observa que hubo un aumento significativo en el módulo de elasticidad del concreto + VP (4%) a los 28 días, obteniendo como resultado un 549601,34 kg/cm², existiendo un incremento de 5% respecto al diseño inicial.

IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se realizó un análisis de canteras del departamento de Lambayeque, el agregado fino fue obtenido de la cantera denominada "La Victoria" de la ciudad de Pátapo y el agregado grueso de la cantera "Las Tres Tomas" de la ciudad de Ferreñafe, siendo canteras óptimas para la elaboración del concreto. Ambos resultados obtenidos tienen relación y cumplen con los límites permisibles que estipula la NTP 400.013 AGREGADOS.

Para el diseño de mezcla patrón $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se obtuvo como resultado un slump de 4"; el PU del concreto fresco fue 2328 kg/m^3 y la relación a/c fue 0.692. Teniendo, proporciones de: 1:2.06:2.55:29.4 (Peso) y 1:2.11:2.59:29.4 (Volumen). Asimismo, para el diseño de mezcla patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, el asentamiento fue 4"; el PU del concreto fresco fue 2328 kg/m^3 , y; la relación a/c de 0.558. Teniendo, proporciones en peso: 1:1.51:1.88:23.7 y volumen 1:1.55:1.92:23.7; ambos resultados obtenidos tienen relación con los trabajos de investigación de: (Palacios, 2019), (Ochoa, 2018) que trabajaron con diseños y relación a/c similares.

Se realizó el diseño de mezcla del concreto con vidrio pulverizado con resistencia de 210 kg/cm^2 y 280 kg/cm^2 , teniendo la dosificación en volumen del concreto patrón 1:2.11:2.59:29.4 y 1:1.55:1.92:23.7; con diferentes dosificaciones de vidrio pulverizado respecto al peso del agregado fino (1%, 2%, 3% y 4%), donde se observó a medida en que va aumentando los diferentes porcentajes como sustitución parcial, disminuye la cantidad de la arena fina a emplear. Asimismo, los resultados obtenidos en la dosificación con vidrio pulverizado tienen relación similar con los trabajos de investigación de: (Poma, 2019) y (Alireza et al., 2019) donde emplearon el polvo de vidrio en el concreto.

Para los diseños de mezcla de 210 kg/cm^2 (CP210) y 280 kg/cm^2 (CP280), el asentamiento fue 4". En el diseño de mezcla CP210 con vidrio pulverizado (VP) como sustituto parcial del agregado fino, el asentamiento aumentó levemente a 4,3" con 1% VP y al 2%, 3% y 4% VP fue 4,2". De la misma manera, para el CP280 al 1%, 2% VP, se obtuvo un asentamiento de 4,2" y para 3%, 4% VP de 4,1". Asimismo, los

resultados obtenidos tienen relación similar con los trabajos de investigación de: Rahma et al., Mendoza, determinaron que incluyendo polvo de vidrio en las mezclas de concreto el slump aumenta y disminuye con porcentajes de 12,5% y 15% de polvo de vidrio (Rahma et al., 2017) y (Mendoza, 2020).

Para el CP210, la resistencia a compresión (RC) del concreto patrón (CP) aumenta y disminuye conforme se fue incluyendo porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado (VP) como sustituto parcial del agregado fino. Sin embargo, se alcanzó un mayor incremento en la RC a la edad de 28 días de curado, obteniendo los siguientes resultados: 243 kg/cm² para el CP (incrementó 16%); 249 kg/cm² del CP+VP al 1% (incrementó 19%); 254 kg/cm² del CP+VP al 2% (incrementó 21%); 237 kg/cm² del CP+VP al 3% (incrementó 13%), excepto en el CP+VP al 4% ya que mostró una disminución significativa en la RC con un valor de 207 kg/cm² (disminuyó 1,4%), respecto a la resistencia de diseño inicial.

Para el CP280, la RC del CP con vidrio pulverizado (VP), alcanzó un mayor incremento a los 28 días de curado, obteniendo los siguientes resultados: 351 kg/cm² para el CP (incrementó 25%); 357 kg/cm² del CP+VP al 1% (incrementó 28%); 353 kg/cm² del CP+VP al 2% (incrementó 26%); 327 kg/cm² del CP+VP al 3% (incrementó 17%) y hubo una disminución significativa del CP+VP al 4% con valor de 259 kg/cm² (disminuyó 7,5%), respecto a la resistencia de diseño inicial.

Asimismo, los resultados obtenidos tienen relación similar con los trabajos de investigación de: (Poveda et al., 2015); (Codina, 2018), en sus estudios realizados determinaron que la resistencia a la compresión del concreto muestra un incremento al 25% con la incorporación del polvo de vidrio presentando una mayor resistencia a la compresión de 44 MPa con relación al concreto patrón de 40 MPa. Asimismo, (Soliman & Tagnit-Hamou, 2017) demostraron que se pueden conseguir valores de resistencia a la compresión de 196 MPa y 182 MPa después de 2 días de curado al reemplazar el 50% y el 100% de arena con vidrio para el concreto de ultra alto rendimiento.

Para el CP210, la resistencia a la flexión (RF) del concreto patrón (CP) aumenta y disminuye conforme se fue incluyendo porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado (VP) como sustituto parcial del agregado fino. Se obtuvieron como resultados que a la edad de 28 días el CP+VP al 1% alcanzó un valor de 89,20

kg/cm² (incrementó 1%), sin embargo, hubo una disminución significativa de 72,83 kg/cm² del CP+VP al 2% (reducción del 17%); 68 kg/cm² del CP+VP al 3% (reducción del 23%) y 64,22 kg/cm² del CP+VP al 4% (reducción del 27%) con respecto a la resistencia de diseño.

Para el diseño CP280, la RF del CP con vidrio pulverizado (VP) obtuvieron como resultados que a la edad de 28 días el CP+VP al 1% alcanzó el valor de 102,24 kg/cm² (incrementó 2%); 102,73 kg/cm² del CP+VP al 2% (incrementó 2%); sin embargo, hubo una disminución significativa de 93,65 kg/cm² del CP+VP al 3% (reducción 7%) y 74,14 kg/cm² del CP+VP al 4% (reducción 26%) con respecto a la resistencia de diseño.

Asimismo, los resultados obtenidos tienen relación similar con los trabajos de investigación de: Gokulnath et al., en sus estudios realizados obtuvieron como resultado que la resistencia a la flexión con adición de 0.3%, 0.6% y 0.9% de polvo de vidrio fue de 8,1 N/mm², 8,3 N/mm² y 8,7 N/mm²; teniendo como resultado óptimo una resistencia máxima de 8,8 N/mm² al sustituir el 1,2% de polvo de vidrio a la edad de 28 días (Gokulnath et al., 2019). Además, Doo et al., señala que para los diseños de 21 y 35 MPa con el 20% de vidrio la resistencia a flexión alcanzada fue 3,5 MPa y 3,8 MPa (Doo et al., 2022). También (Bisht & Ramana, 2018), determinaron que el 20% de polvo de vidrio como sustituto parcial del agregado fino muestra un aumento de 7,85% y 7,58% en la resistencia a la flexión. Por otro lado (Lu & Poon, 2018), determinaron que el porcentaje óptimo de polvo de vidrio fue de 50%, obteniendo como resistencia a la flexión 7,5 MPa a los 60 días de curado.

Para el diseño CP210, la resistencia a la tracción (RT) del concreto patrón (CP) aumenta y disminuye conforme se fue incluyendo porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado (VP) como sustituto parcial del agregado fino. Se obtuvieron como resultados que a la edad de 28 días el CP+VP al 1% alcanzó un valor de 50 kg/cm² (incrementó 2%); 53 kg/cm² al 2% (incrementó 8%); 54 kg/cm² al 3% (incrementó 2%) y 55 kg/cm² al 4% (incrementó 12%) con respecto a la resistencia de diseño.

Para el diseño CP280, la RT del CP con vidrio pulverizado (VP) se obtuvieron como resultados que a la edad de 28 días el CP+VP al 1% alcanzó un valor de 59 kg/cm² (incrementó 5%); 63 kg/cm² al 2% (incrementó 13%); 64 kg/cm² al 3%

(incrementó 14%) y 65 kg/cm² al 4% (incrementó 16%) con respecto a la resistencia de diseño.

Asimismo, los resultados obtenidos tienen relación similar con los trabajos de investigación de: (Dilkhaz et al., 2022), en sus estudios realizados indicaron que, al 40% de polvo de vidrio, la resistencia a tracción se degradó conforme aumentaba los porcentajes (0-40). Asimismo, (Manikandan & Vasugi, 2022), demostraron que al sustituir 20% de vidrio fino se obtuvo una resistencia a tracción de 3.30 MPa.

Para el diseño CP210, el módulo de elasticidad (E) del concreto patrón (CP) aumenta y disminuye conforme se fue incluyendo porcentajes de 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado (VP). Se obtuvieron como resultados que el E a los 28 días en el CP+VP al 1% alcanzó un valor de 387091,18 kg/cm² (aumentó 6%); 372021,18 kg/cm² del CP+VP al 2% (aumentó 2%); sin embargo, hubo una disminución significativa de 356841,42 kg/cm² del CP+VP al 3% (disminuyó 2%); 354711,48 kg/cm² del CP+VP al 4% (disminuyó 3%), con respecto a la resistencia de diseño.

Para el CP280, el E del CP con vidrio pulverizado (VP) obtuvieron como resultados que a la edad de 28 días el CP+VP al 1% alcanzó un valor de 519371,01 kg/cm² (disminuyó 0,6%); 520611,65 kg/cm² del CP+VP al 2% (disminuyó 0,4%); 506031,82 kg/cm² del CP+VP al 3% (disminuyó 3%); sin embargo, hubo un incremento significativo de 549601,34 kg/cm² del CP+VP al 4% (aumentó 5%), con respecto a la resistencia de diseño.

Asimismo, los resultados obtenidos tienen relación similar con los trabajos de investigación de: Song et al., en sus estudios realizados determinaron que al 20% de polvo de vidrio se alcanzó un módulo de elasticidad del concreto de 34 GPa y al reemplazar la arena completamente con vidrio este se reduce en un 13,21% (Song et al., 2019). De la misma forma, He et al., muestra que el módulo de elasticidad en el concreto aumentó con el 20% de vidrio logrando como resultado 37 GPa a los 90 días de curado (He et al., 2019). Además, (Omran & Tagnit-Hamou, 2016), señalaron que la incorporación de vidrio en el concreto mejoró el módulo de elasticidad logrando un aumento del 8% a los 91 días y del 22% a 1 año con un resultado de 38 GPa y 44 GPa.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Que, la caracterización del material del agregado fino y agregado grueso del Departamento de Lambayeque, de la cantera "La Victoria" – Pátapo, el AF consiguió un MF de 2,858; en el vidrio pulverizado el MF fue 2.961 y el AG de la cantera "Las Tres Tomas" - Ferreñafe alcanzó el T.M.N de 3/4"; y se escogieron por tener mejores características en su calidad mediante los ensayos realizados.

Que, el CP210 sus dosificaciones fueron: 1:2.06:2.55:29.4 lts/pie³ en peso y volumen 1:2.11:2.59:29.4 lts/pie³. Asimismo, para el CP280 las dosificaciones fueron: 1:1.51:1.88:23.7 lts/pie³ en peso y volumen 1:1.55:1.92:23.7 lts/pie³. Para la realización del diseño de mezcla del concreto con vidrio pulverizado (1%, 2%, 3% y 4%) en sustitución parcial del agregado fino, a medida en que va aumentando las diferentes dosis, disminuye la cantidad de la arena fina a emplear.

Que, en el comportamiento físico del concreto patrón, el asentamiento tuvo resultado 4" (pulgadas) para ambos diseños. Para el CP210 con vidrio pulverizado (VP) el asentamiento fue 4,3" (1%VP) y 4,2" (2%, 3% y 4% de VP) y para el CP280 fue 4,2" (1% y 2% de VP) y 4,1" (3%y 4% de VP).

Que, en las propiedades mecánicas del concreto, la RC en el CP y con 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado para el CP210, a los 28 días tuvo como resultado 246 kg/cm² del modelo patrón y con las dosificaciones 249 kg/cm², 254 kg/cm², 237 kg/cm² y 207 kg/cm², lo cual representa un incremento en 16%, 19%, 21% ,13% y una disminución de 1,4% respecto a la resistencia de diseño inicial. Para el CP280, tuvo resultado 351 kg/cm² del modelo patrón y con las dosificaciones 357 kg/cm², 353 kg/cm², 327 kg/cm² y 259 kg/cm², lo cual representa un incremento en 25%, 28%, 26% ,17% y una disminución de 7,5% respecto al patrón.

Que, la RF en el CP y con 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado para el CP210, a los 28 días tuvo resultado 88,25 kg/cm² del modelo patrón y con las dosificaciones 89,20 kg/cm²; 72,83 kg/cm²; 68 kg/cm² y 64,22 kg/cm², lo cual

representa un incremento en 1% y una disminución de 17%, 23% y 27%, respecto al patrón. Para el CP280, tuvo resultado 100,67 kg/cm² del modelo patrón y con las dosificaciones 102,24 kg/cm², 102,73 kg/cm², 93,65 kg/cm² y 74,14 kg/cm², lo cual representa un incremento en 2% (1% y 2%VP) y una disminución de 7% y 26% respecto al patrón.

Que, la RT en el CP y con 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado para el CP210, a los 28 días tuvo resultado 49 kg/cm² del modelo patrón y con las dosificaciones 50 kg/cm², 53 kg/cm², 54 kg/cm² y 55 kg/cm², lo cual representa un incremento en 16%, 2%, 8% ,2% y 12% respecto a la resistencia de diseño inicial. Para el CP280, tuvo resultado 56 kg/cm² del modelo patrón y con las dosificaciones 59 kg/cm², 63 kg/cm², 64 kg/cm² y 65 kg/cm², lo cual representó un incremento en 5%, 13%, 14% y 16% respecto al patrón.

Que, el E en el CP y con 1%, 2%, 3% y 4% de vidrio pulverizado para el CP210, a los 28 días tuvo resultado 365521,09 kg/cm² del modelo patrón y con las dosis 387091,18 kg/cm²; 372021,18 kg/cm²; 356841,42 kg/cm² y 354711,48 kg/cm², lo cual representa un incremento en 6% y 2%; y una disminución de 2% y 3%, respecto a al concreto patrón. Para el CP280, tuvo como resultado 522551,68 kg/cm² del modelo patrón y con las dosis 519371,01 kg/cm²; 520611,65 kg/cm²; 506031,82 kg/cm² y 549601,34 kg/cm², lo cual representa un incremento en 5% y una disminución de 0,6%; 0,4% y 0,3% respecto al concreto patrón.

5.2. RECOMENDACIONES

Se debe realizar siempre estudio de diferentes canteras para conseguir buenos resultados de los materiales y así emplear agregados de calidad por ende obtener un diseño de mezcla óptima.

Se tiene que considerar que, para lograr mayor RC se debe emplear el porcentaje de 2% de vidrio pulverizado, RF y E con 1% de vidrio pulverizado en peso del AF para un CP210.

Tener en cuenta que para conseguir mayor RC con CP280 se debe utilizar 1% de vidrio pulverizado; para la RF un 2% VP y E con 4%VP en peso del agregado fino.

Se recomienda realizar comparaciones de la RC, RF, RT y E con porcentajes mayores a 4% de vidrio pulverizado.

REFERENCIAS

Arbulú, D., & Delgado, S. (2019). Elaboracion de Ecoladrillos para Promover La Reutilizacion de Residuos Inorganicos En la Institucion Educativa San Martin de Thours. Reque. Chiclayo: Universidad de Lamabayaque. Obtenido de <http://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/237>

Adaway , M., & Wang , Y. (2015). Recycled glass as a partial replacement for fine aggregate in structural concrete -Effects on compressive strength. *Electronic Journal of Structural Engineering*, 14(1), 116 - 122.

Afshinnia , K., & Rangaraju, P. (2015). Influence of fineness of ground recycled glass on mitigation of alkali-silica reaction in mortars. *Construction and Building Materials*, 81, 257 - 267. <https://doi.org/10.1016 / j.conbuildmat.2015.02.041>

Ali , B., & Qureshi, L. (2019). Influence of glass fibers on mechanical and durability performance of concrete with recycled aggregates. 228. <https://doi.org/10.1016 / j.conbuildmat.2019.116783>

Aliabdo, A. A., Abd , E. M., & Aboshama, A. Y. (2016). Utilization of waste glass powder in the production of cement and concrete. *Construction and Building Materials*, 124, 866–877. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.016>

Alireza, K., Tuan D., N., & Ailar, H. (2019). Effect of recycled glass fines on mechanical and durability properties of concrete foam in comparison with traditional cementitious fines. *Cement and Concrete Composites*, 99, 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.03.004>

Alireza, K., Tuan D., N., & Ailar, H. (2019). Effect of recycled glass fines on mechanical and durability properties of concrete foam in comparison with traditional cementitious fines. *Cement and Concrete Composites*, 99, 120-129. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.03.004>

Al-Kerttani, D. m. (2018). Fresh and shrinkage properties of self-compacted concrete when using recycled glass as aggregate. *Structural Concrete*, 19(4), 1245-1254. <https://doi.org/10.1002 / suco.201700069>

Arce, Y., & Ramirez, R. (2019). *Elaboración de bloques de concreto ligero adicionando arcilla expandida para mejorar la resistencia a la compresión, Moyobamba, 2019*. Moyobamba: Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil - Universidad César Vallejo. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47683/Arce_CYH-Ram%
c3%adrez_SRM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47683/Arce_CYH-Ram%c3%adrez_SRM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Aseel B., A.-Z., Kadum Muttar, S., & Aynoor Ibrahim, A. (2017). Study the effect of recycled glass on the mechanical properties of green concrete. *Energy Procedia*, 119, 680-692. <https://doi.org/10.1016/j.gypro.2017.095>

ASOCEM. (2021, Abril 15). *Estadísticas Nacionales*. Retrieved from <http://www.asocem.org.pe/estadisticas-nacionales/indice>

Bisht, K., & Ramana, P. (2018). Sustainable production of concrete containing discarded beverage glass as fine aggregate. *Construction and Building Materials*, 177, 116-124. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.119>

Castro Montoya, D. V. (2019). *COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO A ALTAS TEMPERATURAS CON MATERIAL RECICLADO: POLVO DE CAUCHO Y VIDRIO SÓDICO CÁLCICO*. Pimentel.

Chen, Z., Shan, J., & Poon, C. (2017). Combined use of sewage sludge ash and recycled glass cullet for the production of concrete blocks. *Journal of Clear Production*, 17(10), 1147-1459. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.140>

Codina Rodriguez, R. M. (2018). *Resistencia a la compresión de un concreto $f'c=210$ kg/cm² con agregado fino sustituido en 5% y 10% por vidrio molido reciclado*. Universidad San Pedro. Retrieved from http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/5474/Tesis_57429.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cordova Sanchez. (2018). *Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo*. Chiclayo.

Corinaldesi, V., Nardinocchi, A., & Donnini, J. (2016). Reuse of recycled glass in mortar manufacturing. *European Journal of Environmental and Civil Engineering*, 20(sup1), s140-s151. <https://doi.org/10.1080/19648189.2016.1246695>

Delvasto, S., Guzmán, Á., Torres, J., Cedeño, M., & Acosta, D. (2015). Viabilidad del uso del polvo de vidrio como fundente en la elaboración de baldosas

de gres porcelánico. *tecnura*, 19(44), 59-70.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.2.a04>

Devaraj, R., Jordan, J., Gerber, C., & Olofinjana, A. (2021). Exploring the Effects of the Substitution of Freshly Mined Sands with Recycled Crushed Glass on the Properties of Concrete. *Applied sciences*, 11(3318).
<https://doi.org/doi.org/10.3390/app11083318>

Dilkhaz Salahaddin, S., Haido, J. H., & Wardeh, G. (2022). The behavior of UHPC containing recycled glass waste in place of cementitious materials: A comprehensive review. *Case Studies in Construction Materials*, 17.
<https://doi.org/doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01494>

Doo, Y. Y., Yujin, L., Ilhwan, Y., Nemkumar, B., & Goangseup, Z. (2022). Utilization of liquid crystal display (LCD) glass waste in concrete: A review. *Cement and Concrete Composites*, 130. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2022.104542>

Gokulnath, V., Ramesh, B., & Priyadharsan, K. (2019). Influence of M-Sand in self compacting concrete with addition of glass powder in M-25 grade. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.matpr.2019.08.188>

Gong, J., & Qu, Z. (2020). Mechanical Properties and Drying Shrinkage Investigation of Alkali-Activated Mortar Using Waste Glass Powder. *Hindawi*, 1-13.
<https://doi.org/10.1155/2020/8892474>

Gong, J., & Qu, Z. (2020). Mechanical Properties and Drying Shrinkage Investigation of Alkali-Activated Mortar Using Waste Glass Powder. *Hindawi*, 1-13.
<https://doi.org/10.1155/2020/8892474>

Gorospe, K., Booya, E., Ghaednia, H., & Das, S. (1 de Octubre de 2019). "Strength, Durability, and Thermal Properties of Glass Aggregate Mortars". *Journal of Materials in Civil Engineering*^o, 31(10), 49-53. [https://doi.org/10.1061 / \(ASCE\) MT.1943-5533.0002884](https://doi.org/10.1061 / (ASCE) MT.1943-5533.0002884)

Gorospe, K., Booya, E., Ghaednia, H., & Das, S. (2019). Effect of various glass aggregates on the shrinkage and expansive of cement mortar. *Construction and Building Materials*, 210, 301-311. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.192>

Hai He, Z., Min Zhan, P., Gui Du, S., Ju Liu, B., & Bin Yuan, W. (2019). Creep behavior of concrete containing glass powder. *Composites Part B*, 166, 13-20.
<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.11.133>

He, Z.-h., Zhan, P.-m., Du, S.-g., Liu, B.-j., & Yuan, W.-b. (2019). Creep behavior of concrete containing glass powder. *Composites Part B: Engineering*, 166, 13-20. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.11.133>

Herki, B. (2020). "Engineering properties of concrete incorporating locally produced waste glass aggregate". *International Journal of Emerging Trends in Engineering Research*, 8(9), 5302-5306. [https://doi.org/10.30534 / ijeter / 2020/66892020](https://doi.org/10.30534/ijeter/2020/66892020)

Hongjian, D., & Kiang Hwee, T. (2016). Properties of high volume glass powder concrete. *Cement and Concrete Composites*. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2016.10.010>

Hooi, L. S., & Min, P. J. (2017). Potencial of substituting waste glass in aerated light weight concrete. *Procedia Engineering*, 171, 633-639. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.398>

Huapaya, D., & Valdivia, J. (2019). *Uso de vidrio reciclado como adición en la elaboración de concreto $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ para obras portuarias*. Lima: Facultad de Ingeniería - Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628257/Huapaya_TD.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Hussein, H., Alyaa, A., Bassam, T., Fadzil, Y., & Blessen, T. (2022). Effect of recycled waste glass on the properties of high-performance concrete: A critical review. *Case Studies in Construction Materials*, 17. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01149>

Jackowski, M., Kadela, M., Łasica, W., Małek, M., & Wachowski, M. (2021). Mechanical and material properties of mortar reinforced with glass fiber: An experimental study. *Materials*, 14(3), 1-14. [https://doi.org/10.3390 / ma14030698](https://doi.org/10.3390/ma14030698)

Jiao, Y., Zhang, Y., Guo, M., Zhang, L., Ning, H., & Liu, S. (2020). Mechanical and fracture properties of ultra-high performance concrete (UHPC) containing waste glass sand as partial replacement material. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123501>

Kabay, N., & Amed, B. (2021). Glass Fiber-Reinforced Sprayed Concrete: Physical, Mechanical, and Durability Properties. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 33(1). [https://doi.org/10.1061 / \(ASCE\) MT.1943-5533.0003502](https://doi.org/10.1061 / (ASCE) MT.1943-5533.0003502)

Kabay, N., & Amed, B. (2021). Glass Fiber-Reinforced Sprayed Concrete: Physical, Mechanical, and Durability Properties. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 33(1). [https://doi.org/10.1061 / \(ASCE\) MT.1943-5533.0003502](https://doi.org/10.1061 / (ASCE) MT.1943-5533.0003502)

Kim, I., Choi, S., & Yang, E. (2018). Evaluation of durability of concrete substituted heavyweight waste glass as fine aggregate. *Construction and Building Materials*, 184, 269 - 277. <https://doi.org/10.1016 / j.conbuildmat.2018.06.221>

Lalitha , G., Sashidhar , C., & Ramachandrudu , C. (2020). Evaluation of mechanical properties on m30 concrete crushed waste glass as fine aggregate. *Journal of Green Engineering*, 10(9), 5242 - 5249.

Lee, J., Yoo, H., Park, S., Cho, S., & Seo, Y. (2015). Recycling of cathode ray tube panel glasses as aggregates of concrete blocks and clay bricks. *J Mater Cycles Waste Manag*, 18, 552-562. doi:<https://doi.org/10.1007/s10163-015-0350-6>

Letelier, V., Henríquez Jara, B., Monosalva, M., Parodi, C., & Ortega, J. M. (2019). Use of waste glass as a replacement for raw materials in mortars with a lower environmental impact. *Energies*, 12. <https://doi.org/10.3390/en12101974>

Letelier, V., Henríquez Jara, B., Monosalva, M., & Mariconi, G. (2019). Combined use of waste concrete and glass as a replacement for mortar raw materials. *Waste Management*, 94, 107-119. <https://doi.org/10.1016/j.wasmasn.2019.05.041>

Lu, J.-X., & Poon, C. (2018). Use of waste glass in alkali activated cement mortar. *Construction and Building Materials*, 160, 399-407. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.080>

Marinković, S., Carević, S., & Dragaš, J. (2021). The role of service life in Life Cycle Assessment of concrete structures. *Journal of Cleaner Production*, 290, 125610. <https://doi.org/10.1016 / j.jclepro.2020.125610>

Manikandan, P., & Vasugi, V. (2022). Potential utilization of waste glass powder as a precursor material in synthesizing ecofriendly ternary blended geopolymer matrix. *Journal of Cleaner Production*, 355. <https://doi.org/doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131860>

Md Nabi, N. K., Ashish Kumer, S., & Prabir Kumar, S. (2019). Reuse of waste glass as a supplementary and aggregate for sustainable cement- based construction materials: A review. *Journal of Building Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101052>

Mendoza Díaz, S. Y. (2020). *DISEÑO DE MORTERO PARA ALBAÑILERÍA INCORPORANDO VIDRIO RECICLADO TRITURADO*. Pimentel.

Mesta, C., Kahhat, R., & Santa Cruz, S. (2018). Características Geoespacial del Stock de Material en el Sector Residencial de una Ciudad Latinamericana. *Jornal of Industrial Ecology*, 0(0), 1-12. doi:<https://doi.org/10.1111/jiec.12723>

MINAM , M. (17 de Mayo de 2018). Sistema de información para la gestión de residuos sólidos. Perú.

Moya Heredia, J. C., Cadme Escobar , H. P., & Charvet Bonilla , D. E. (2018, 18 Abril). “*PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE UTILIZANDO VIDRIO TRITURADO EN LA ELABORACIÓN DE HORMIGONES*”. Ecuador. Retrieved from <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/17370>

Newaz Khan, M., Ashish Kumer, S., & Prabir Kumar, S. (2019). Reuse of waste glass as a supplementary and agregat for sustainable cement- based construction materials: Areview. *Journal of Building Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2019.101052>

Norma Técnica Peruana 400.012. (2013). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (2da ed.). Lima: Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI.

Ochoa Tapia, L. (2018). *EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO REDUCTOR DE AGREGADO FINO PARA EL DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO EN PAVIMENTOS URBANOS*. Lambayeque.

Olofinnade, O. M., Ede, A. N., Ndambuki, J. M., Ngene, B. U., Akinwumi, I. I., & Ofuyatan, O. (2018). Stregth and microstructure of eco-concrete produced using wast glass as partial and complte replacement for sand. *Cogent Engineering*, 5(1), 1-19. <https://doi.org/10.1080/23311916.2018.1483860>

Omran, A., & Tagnit-Hamou, A. (2016). Performance of glass-powder concrete in field applications. *Construction and Building Materials*, 109, 84-95. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.02.006>

Palacios Martínez, L. A. (2019). *DETERMINACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO*,

UTILIZANDO VIDRIO MOLIDO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO. San Salvador.

Pei-min, Z., Xiao-xiang, Z., Zhi-hai, H., Jin-yan, S., Osman, G., Nguyen Thi, H., & Guo-cai, W. (2022). Strength, microstructure and nanomechanical properties of recycled aggregate concrete containing waste glass powder and steel slag powder. *Journal of Cleaner Production*, 341. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130892>

Peñañiel Carrillo, D. A. (29 de Abril de 2016). ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL HORMIGÓN AL EMPLEAR VIDRIO RECICLADO MOLIDO EN REEMPLAZO PARCIAL DEL AGREGADO FINO. Ambato, Ecuador: Tesis de pre grado, Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23038/1/Tesis%20%201011%20-%20Pe%C3%B1a%C3%B1iel%20Carrillo%20Daniela%20Alejandra.pdf>

Poma Ariza, J. A. (2019). “ANÁLISIS Y DISEÑO PARA LA ELABORACIÓN DE CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² ADICIONANDO VIDRIO RECICLADO MOLIDO COMO AGREGADO FINO SEGÚN LA NORMA ACI 211. LIMA 2019”. Lima. Retrieved from <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23469>

Poveda, R., Granja, V., Hidalgo, D., & Ávila, C. (2015). Análisis de la influencia del vidrio molido sobre la resistencia al desgaste en adoquines de hormigón tipo A. *Revista Politécnica*, 35(3), 61.

Rahim, N., Che Amat, R., Ibrahim, N., Salehuddin, S., Mohammed, S., & Abdul Rahim, M. (2015). Utilization of recycled glass waste as partial replacement of fine aggregate in concrete production. *Materials Science Forum*, 83, 16-20. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.803.16>

Rahma, A., El Naber, N., & Issa Ismail, S. (2017). Effect of glass powder on the compression strength and the workability of concrete. *Cogent Engineering*, 4(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2017.1373415>

Ramadevi, k., & Chitra, R. (2017). Concrete using recycled aggregates. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8(9), 413 - 419.

Rashid, K., Hameed, R., Ahmad, H., Razzaq, A., & Ahmad, M. (2018). Analytical framework for value added utilization of glass waste in concrete: Mechanical and environmental performance. *Waste Management*, 79, 312-323. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.052>

RPP Noticias. (24 de Febrero de 2019). Chiclayo la Ciudad donde el tratamiento de la Basura Fracasó por la Corrupción. RPP NOTICIAS. Obtenido de <https://rpp.pe/peru/lambayeque/chiclayo-la-ciudad-donde-el-tratamiento-de-la-basura-fracaso-por-la-corrupcion-noticia-1182592>

Safarizki, H., Gunawan, L., & Marwahyudi. (2020). Effectiveness of Glass Powder as a Partial Replacement of Sand in Concrete Mixtures. *Journal of Physics: Conference Series*, 1625. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1625/1/012025>

Sheau Hooi, L., & Jia Min, P. (2017). Potencial of substituting waste glass in aerated light weight concrete. *Procedia Engineering*, 171(2017), 633-639. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.01.398>

Shuqing , Y., Tung Chai, L., Hongzhi, C., & Chi Sun, P. (2019). Influence of particle size of glass aggregates on the high temperature properties of dry - mix concrete blocks. *Construction and Building Materials*, 209, 522-531. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.131>

Soliman, N. A., & Tagnit-Hamou, A. (2017). Using glass sand as an alternative for quartz sand in UHPC. *Construction and Building Materials*, 145, 243-252. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.03.187>

Song, W., Zou, D., Liu, T., Teng, J., & Li, L. (2019). Effects of recycled CRT glass fine aggregate size and content on mechanical and damping properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 202, 332-340. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.01.033>

Suvash Chandra, P., Branko, S., & Adewumi, J. B. (2018). A comprehensive review on mechanical and durability properties of cement-based materials containing waste recycled glass. *Journal of cleaner production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.095>

Stoll, C., Hernández, C., Olivera, F., & Valdivia, C. (2019). IoT Application Proposal in the Recycling of PET Bottles in Lima. En IEEE (Ed.), 1 st Sustainable Cities Latin America Conference (págs. 1-6). Lima: IEEE. doi:10.1109 / SCLA.2019.8905647

Tamanna, N., Tuladhar , R., & Sivakugan, N. (2020). Performance of recycled waste glass sand as partial replacement of sand in concrete. *Construction and Building Materials*, 239. <https://doi.org/10.1016 / j.conbuildmat.2019.117804>

Tavakoli, D., Hashempour, M., & Heidari, A. (2018). Use of waste materials in concrete: A review. *Pertanika Journal of Science and Technology*, 499-522.

Thomas, A., Ramaswamy, K., Nair, A., Padmanabhan, R., Isac, T., & Anilkumar, V. (2020). Strength of concrete with wood ash and waste glass as partial replacement materials. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 491(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/491/1/012040>

Trezza, M., & Rahhal, V. F. (2018). Comportamiento del Residuo de Vidrio Molido en Cementos mezcla: Estudio Comparativo con microsilice. *Revista Materia*.

Valdivia, J., Huapaya, D., Rodriguez, J., & Eyzaguirre, C. (2019). Use of waste glass powder as an addition in the elaboration of ecological concrete. *Proceedings - 2019 7th International Engineering, Sciences and Technology Conference, IESTEC 2019*, 461 - 466. <https://doi.org/10.1109/IESTEC46403.2019.00089>

Yang, S., Ling, T., Cui, H., & Sun, C. (2019). *Influence of particle size of glass aggregates on the high temperature properties of dry-mix concrete blocks*. *Construction and Building Materials*, 209, 522-531. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.131>

Yan, R., Yang, S., Guo, M., & Poon, C. (2018). *Comparative evaluation of fire resistance of partition wall blocks prepared with waste materials*. *Journal of cleaner production*, 182, 156-165. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.020>

Zhuo, L., Caijun, S., Qiantao, S., Xiao, T., & Weina, M. (2022). Recycling waste glass aggregate in concrete: Mitigation of alkali-silica reaction (ASR) by carbonation curing. *Journal of Cleaner Production*, 370. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133545>

Zidol, B. A., T. Tognonvi, M., & Tagnit Hamou, A. (2021). Concrete incorporating glass powder in aggressive environments. *ACI materials journal*, 118(2), 43-51. <https://doi.org/10.14359/51729326>

ANEXOS

ANEXO N°01: GUÍAS DE OBSERVACIÓN

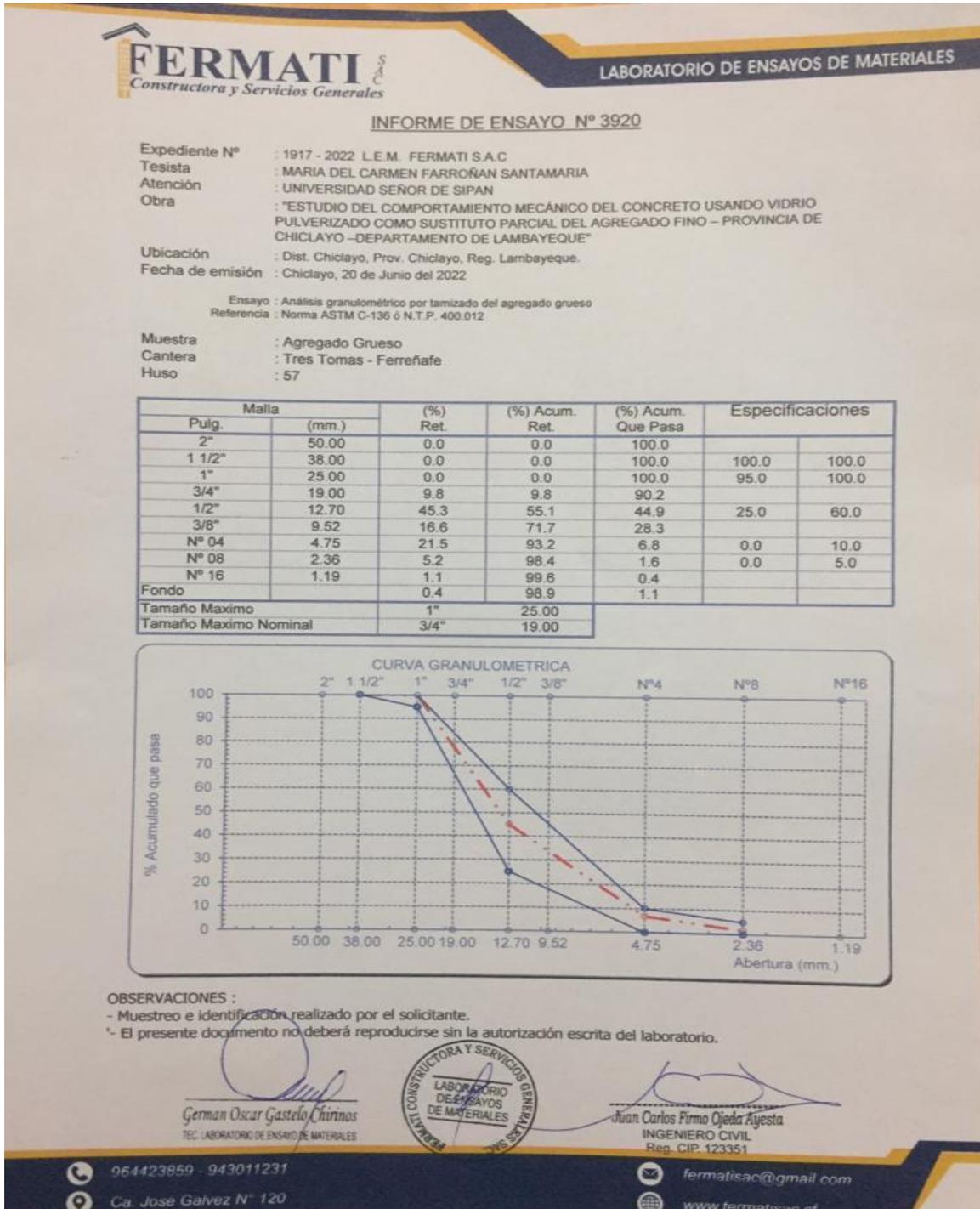


Ilustración 60. Formato del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

INFORME DE ENSAYO N° 3920

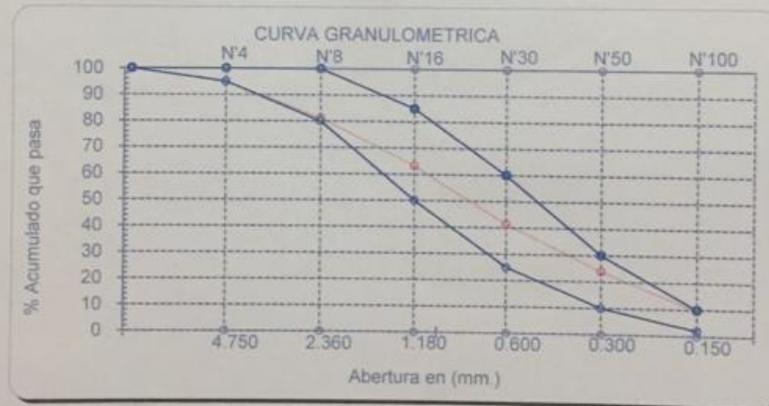
(Pag. 1 de 1)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

Malla		(%) Ret.	(%) Acum. Ret.	(%) Acum. Que Pasa	Especificaciones:	
Pulg.	(mm.)					
1/2"	12.700	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.500	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.750	4.9	4.9	95.1	95	100
N° 08	2.360	13.9	18.8	81.2	80	100
N° 16	1.180	18.1	36.9	63.1	50	85
N° 30	0.600	21.8	58.7	41.3	25	60
N° 50	0.300	17.4	76.1	23.9	10	30
N° 100	0.150	14.3	90.4	9.6	2	10
Fondo		9.6	100.0	0.0		
Módulo de Fineza			2.858			
Abertura de malla de referencia			9.500			



OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 61. Formato del análisis granulométrico por tamizado del agregado fino

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
 REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400 017

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

PESO UNITARIO SUELTO

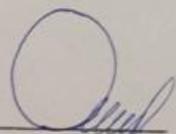
Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	9490.0
Peso de molde de ensayo vacío	g.	6320
Peso neto muestra contenida	g.	3170.0
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00212
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1493
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1464

PESO UNITARIO COMPACTADO

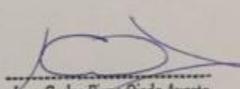
Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	9916
Peso de molde de ensayo vacío	g.	6320
Peso neto muestra contenida	g.	3596
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00212
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1694
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1660

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 62. Formato del Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO
 COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO
 –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022.

ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.185 - 2002

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	584.2
Peso muestra seca + peso de tara	g.	574.3
Peso de agua	g.	9.9
Peso de tara	g.	84.2
Peso neto muestra seca	g.	490.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	2.02

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.

German Oscar Gastelo Ojeda
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 63. Formato del método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregado fino por secado

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

ENSAYO AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
 REFERENCIA : NTP 400.022

Muestra : Agregado Fino
 Cantera : La Victoria - Pátapo

A.- Datos de la arena

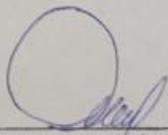
1.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca.	g	500.0
2.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso frasco + Peso del agua.	g	960.7
3.- Peso de la Muest. Sat. Sup. Seca + Peso del frasco.	g	659.8
4.- Peso del Agua.	g	300.9
5.- Peso del Frasco	g	159.8
6.- Peso de la Muest. secada ahorno + Peso del frasco.	g	654.7
7.- Peso de la Muest. seca en el horno.	g	494.9
8.- Volumen del frasco.	cm ³	500.0

B.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA ARENA.	g/cm ³	2.486
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm ³	2.511
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.551
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	1.03

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastela Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



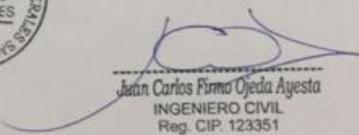

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 64. Formato del método de ensayo para peso específico y absorción del agregado fino.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

ENSAYO : AGREGADO. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado
 REFERENCIA : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra : Agregado Grueso
 Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

PESO UNITARIO SUELTO

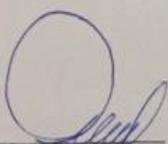
Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra contenida	g.	18950.5
Peso de molde de ensayo vacío	g.	10887
Peso neto muestra contenida	g.	8063.5
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00544
Peso unitario suelto húmedo	kg/m ³	1481
Peso unitario suelto seco	kg/m ³	1474

PESO UNITARIO COMPACTADO

Molde de ensayo		
Número de determinación		A
Peso de molde de ensayo vacío + peso muestra húmeda	g.	19858.5
Peso de molde de ensayo vacío	g.	10887
Peso neto muestra contenida	g.	8971.5
Volumen del molde de ensayo	m ³	0.00544
Peso unitario compactado húmedo	kg/m ³	1648
Peso unitario compactado seco	kg/m ³	1640

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 65. Formato del método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(Pag. 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesis : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

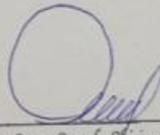
ENSAYO : Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 REFERENCIA : NORMA N.T.P. 339.165 - 2002

Muestra : Agregado Grueso
 Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

Número de determinación		1
Código de tara		T-1
Peso muestra húmeda + peso de tara	g.	1064
Peso muestra seca + peso de tara	g.	1059.5
Peso de agua	g.	4.5
Peso de tara	g.	95.2
Peso neto muestra seca	g.	964.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.47

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 66. Formato de ensayo para contenido de humedad del agregado grueso.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(Pág. 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso.
 REFERENCIA : NTP 400.022

Muestra : Agregado Grueso
Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

A.- Datos de la Grava

1.- Peso de la muestra seca al horno	g	2114
2.- Peso de la muestra saturada superficialmente seca	g	2134
3.- peso de la muestra saturada dentro del agua + peso de la canastilla	g	2126
4.- Peso de la canastilla	g	787
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	g	1339

B.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE LA GRAVA.	g/cm ³	2.659
B.- PESO ESPECIFICO DE LA MASA S.S.S.	g/cm ³	2.684
C.- PESO ESPECIFICO APARENTE	g/cm ³	2.728
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN.	%	0.95

OBSERVACIONES :

- Muestreo e identificación realizado por el solicitante.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del Laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



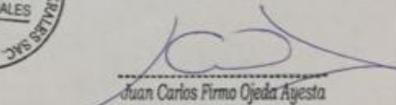

 Juan Carlos Firme Ojeda Agesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.I.P. 123351

Ilustración 67. Formato del método de ensayo para el peso específico y absorción del agregado grueso.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Pag. 1 de 2

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa : 2.487 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5126 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1464 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1660 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 1.0 %
- 6.- Contenido de humedad : 2.0 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.858

Agregado grueso :

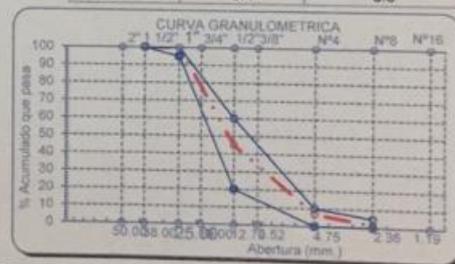
Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

- 1.- Peso específico de masa : 2.659 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.684 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1474 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1640 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 0.9 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.5 %
- 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	4.9	95.1
N° 08	13.9	81.2
N° 16	18.1	63.1
N° 30	21.8	41.3
N° 50	17.4	23.9
N° 100	14.3	9.6
Fondo	9.6	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	9.8	90.2
1/2"	45.3	44.9
3/8"	16.6	28.3
N° 04	21.5	6.8
N° 08	5.2	1.6
N° 16	1.1	0.4
Fondo	0.4	0.0



German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 68. Diseño de mezcla final con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Pag. 2 de 2

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2328 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 100 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 48 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 162 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 77 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 8.69 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.692

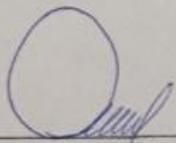
Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 369 Kg/m³ : Cemento Tipo I
 Agua 256 L : Agua Potable de la Zona.
 Agregado fino 761 Kg/m³ : La Victoria - Pátapo
 Agregado grueso 941 Kg/m³ : Tres Tomas - Ferrefafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	2.06	2.55	29.4	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	2.11	2.59	29.4	Lts/pie ³

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



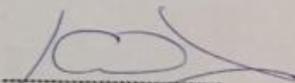

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 69. Resultados del diseño de mezcla y cantidad de materiales por metro cúbico para un $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Pag. 1 de 2

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

CEMENTO:

- 1.- Tipo de cemento : Cemento Tipo I
- 2.- Peso específico : 3150 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Cantera : La Victoria - Pátapo

- 1.- Peso específico de masa : 2.486 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.5113 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1464 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1660 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 1.0 %
- 6.- Contenido de humedad : 2.0 %
- 7.- Módulo de fineza : 2.858

Agregado grueso :

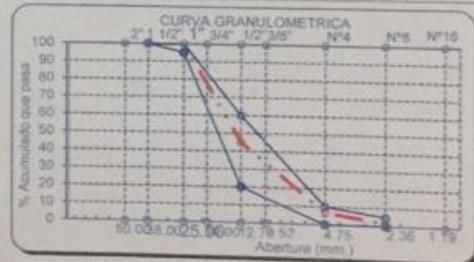
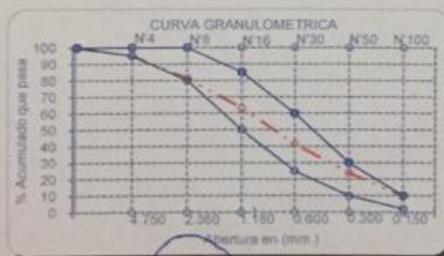
Cantera : Tres Tomas - Ferreñafe

- 1.- Peso específico de masa : 2.659 gr/cm³
- 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.684 gr/cm³
- 3.- Peso unitario suelto : 1474 Kg/m³
- 4.- Peso unitario compactado : 1640 Kg/m³
- 5.- % de absorción : 0.9 %
- 6.- Contenido de humedad : 0.5 %
- 7.- Tamaño máximo : 1" Pulg.
- 8.- Tamaño máximo nominal : 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	0.0	100.0
N° 04	4.9	95.1
N° 08	13.9	81.2
N° 16	18.1	63.1
N° 30	21.8	41.3
N° 50	17.4	23.9
N° 100	14.3	9.6
Fondo	9.6	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	9.8	90.2
1/2"	45.3	44.9
3/8"	16.6	28.3
N° 04	21.5	6.8
N° 08	5.2	1.6
N° 16	1.1	0.4
Fondo	0.4	0.0



German Oscar Gastelo Chirinos



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231
 Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com
 www.fermatisac.cf

Ilustración 70. Formato del diseño de mezcla final con $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Pag. 2 de 2

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 20 de Junio del 2022

DISEÑO DE MEZCLA FINAL $F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 4 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 2328 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 3 días : 134 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 3 días : 48 %
 Resistencia promedio a los 7 días : 219 Kg/cm²
 Porcentaje promedio a los 7 días : 78 %
 Factor cemento por M³ de concreto : 11.06 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.558

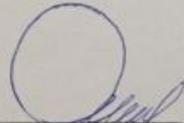
Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento 470 Kg/m³ : Cemento Tipo I
 Agua 262 L : Agua Potable de la Zona.
 Agregado fino 711 Kg/m³ : La Victoria - Pátapo
 Agregado grueso 884 Kg/m³ : Tres Tomas - Ferreñafe

	Cemento	Arena	Piedra	Agua	
Proporción en peso :	1.00	1.51	1.88	23.7	Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.00	1.55	1.92	23.7	Lts/pie ³

OBSERVACIONES :

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 71. Resultados del diseño de mezcla y cantidad de materiales por metro cúbico para un $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

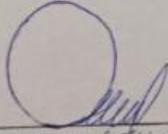
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	155
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	154
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	160
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	194
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	201
06	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	196
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	244
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	246
09	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	244
10	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	252

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



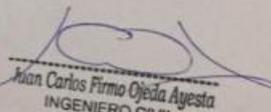

 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 72. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto con f_c= 210 kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

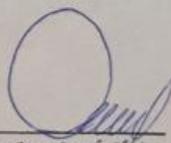
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

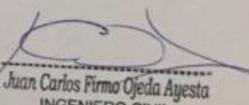
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	162
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	159
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	163
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	199
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	209
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	204
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	246
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	251
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	249
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	250

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231
 Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com
 www.fermatisac.cf

Ilustración 73. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto patrón y VP 1% con f_c= 210 kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

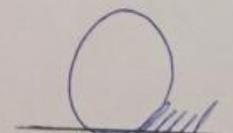
Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05

Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

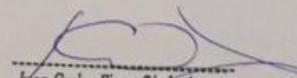
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	172
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	164
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	172
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	215
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	219
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	215
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	256
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	255
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	251
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	255

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231
 Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com
 www.fermatisac.cf

Ilustración 74. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 2% con f'c= 210 kg/cm2.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	165
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	146
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	160
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	209
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	198
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	209
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	238
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	244
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	235
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	233

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



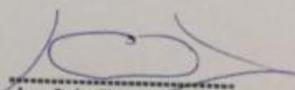

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 75. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 3% con f_c=210 kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

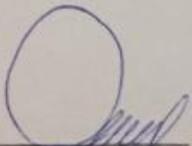
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

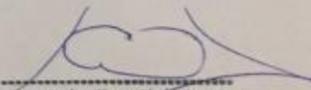
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	119
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	113
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	125
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	160
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	173
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	180
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	187
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	201
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	222
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	218

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firma Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 76. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 4% con $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

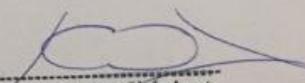
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	202
02	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	207
03	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	209
04	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	258
05	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	264
06	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	258
07	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	338
08	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	354
09	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	351
10	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	362

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 77. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto con $f_c=280$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

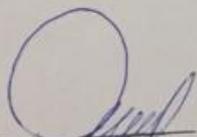
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

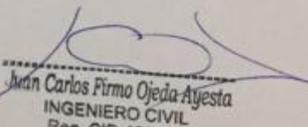
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	209
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	213
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	216
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	270
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	264
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	274
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	342
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	362
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	356
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	367

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 78. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 1% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

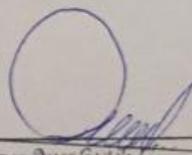
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO -DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

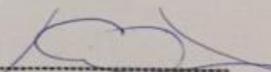
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	213
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	217
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	225
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	274
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	269
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	280
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	334
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	357
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	368
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	351

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 79. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 2% con f_c=280kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

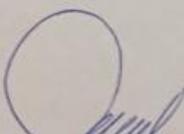
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

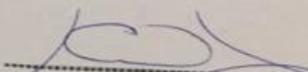
Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Días	f'c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	173
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	181
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	187
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	250
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	264
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	275
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	329
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	315
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	329
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	334

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Cárminos
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 80. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 3% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

(PÁGINA 01 de 01)

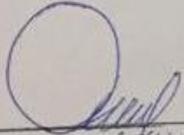
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Obra : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
 Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f _c kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	165
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	168
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	19/06/2022	7	173
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	219
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	225
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	26/06/2022	14	230
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	272
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	261
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	257
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm2	12/06/2022	10/07/2022	28	244

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.
- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



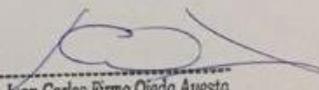

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

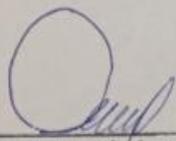
Ilustración 81. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión del concreto y VP 4% con f_c=280kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Testistas : MARIA DEL CARMEN FARRORAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEGUE"
 Lugar : D.M. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	41334.819	7	5.5	56.20	56.69
02	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	41158.3002	7	5.5	55.96	
03	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	42599.8704	7	5.7	57.92	
04	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	51661.1688	14	6.9	70.24	71.42
05	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	53544.036	14	7.1	72.80	
06	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	52386.8572	14	7.0	71.23	
07	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	64213.6168	28	8.6	87.30	88.25
08	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	64900.0788	28	8.7	88.24	
09	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	64164.5638	28	8.6	87.24	
10	CONCRETO PATRON 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	66371.0688	28	8.8	90.24	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



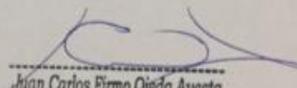

 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

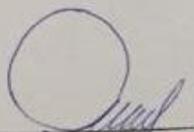
Ilustración 82. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión con $f'_c=210$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO. N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C
 Testata : MARIA DEL CARMEN FARRIOÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P. 399.813 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
		Vaciado	Ensayo					
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	43247.106	7	5.8	58.80	58.56
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	42511.611	7	5.7	57.80	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	43453.0446	7	5.8	59.08	73.95
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	53161.5786	14	7.1	72.28	
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	55662.2616	14	7.4	75.88	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	54357.9838	14	7.2	73.91	89.20
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	64900.0788	28	8.7	88.24	
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	66165.1302	28	8.8	89.96	89.20
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	65488.4748	28	8.7	89.04	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	65870.9322	28	8.8	89.56	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



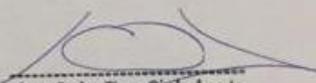
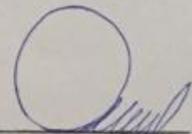

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 83. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 1% con $f_c=210\text{kg/cm}^2$.

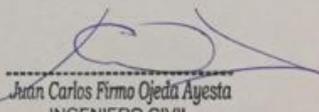
INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARSA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARÍA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
 Proyecto : ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022
 Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	36774.75	7	4.9	50.00	49.23
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	35068.4016	7	4.7	47.68	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	36774.75	7	4.9	50.00	
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	45855.6616	14	6.1	62.35	62.78
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	46816.7084	14	6.2	63.65	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	45845.855	14	6.1	62.33	
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	53946.1066	28	7.2	73.35	72.83
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	53769.5878	28	7.2	73.11	
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	52798.7344	28	7.0	71.79	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	53759.7812	28	7.2	73.09	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 84. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 2% con $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3929

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Testistas : MARIA DEL CARMEN FARRIÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P.: 399.613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	35127.2412	7	4.7	47.76	45.53
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	31263.4408	7	4.2	42.51	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	34068.1284	7	4.5	46.32	
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	44698.4828	14	6.0	60.77	59.59
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	42197.7998	14	5.6	57.37	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	44590.6102	14	5.9	60.63	
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	50082.3062	28	6.7	68.09	68.00
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	51366.9708	28	6.8	69.84	
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	49601.7828	28	6.6	67.44	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	49013.3868	28	6.5	66.64	

German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 85. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 3% con $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

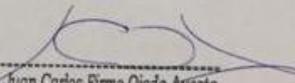
Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P. 399.813 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	27507.513	7	3.7	37.40	37.37
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	26075.7494	7	3.5	35.45	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	28880.437	7	3.9	39.27	
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	36637.4576	14	4.9	49.81	53.66
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	40099.1874	14	5.3	54.52	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	41658.4368	14	5.6	56.64	
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	42858.71	28	5.7	58.00	64.22
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	45865.4682	28	6.1	62.36	
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	50739.3484	28	6.8	68.99	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	48670.429	28	6.6	67.53	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

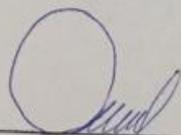
Ilustración 86. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 4% con $f'c=210\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARFOLAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	43188.2864	7	5.8	58.72	59.83
02	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	44237.5726	7	5.9	60.15	
03	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	44590.6102	7	5.9	60.63	
04	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	55181.7382	14	7.4	75.03	75.48
05	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	56356.5302	14	7.5	76.63	
06	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	55015.026	14	7.3	74.80	
07	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	71137.0764	28	9.5	96.72	100.67
08	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	74706.6788	28	10.0	101.57	
09	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	74010.4102	28	9.9	100.62	
10	CONCRETO PATRON 280 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	76314.9612	28	10.2	103.76	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



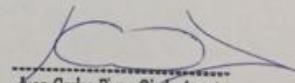

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

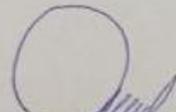
Ilustración 87. Formato para el método de ensayo de resistencia a la flexión del concreto con $f_c=280$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Testata : MARIA DEL CARMEN FARRIÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
		Vaciado	Ensayo					
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	44698.4828	7	6.0	60.77	61.77
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	45522.2372	7	6.1	61.89	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	46071.4068	7	6.1	62.64	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	57603.9684	14	7.7	78.32	78.20
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	56358.5302	14	7.5	76.63	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	58584.6284	14	7.8	79.65	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	72068.7034	28	9.6	97.98	102.24
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	76363.9942	28	10.2	103.62	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	75059.7164	28	10.0	102.05	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	77315.2344	28	10.3	105.12	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



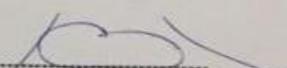

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

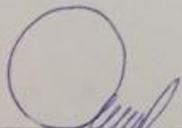
Ilustración 88. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 1% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARRIOÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P. 399.613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Especimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Especimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	46424.4444	7	6.2	63.12	69.14
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	47552.2034	7	6.3	64.65	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	58584.6284	7	7.8	79.65	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	57378.4166	14	7.7	78.01	85.02
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	59761.4204	14	8.0	81.25	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	70450.6144	14	9.4	95.78	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	75295.0748	28	10.0	102.37	102.73
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	77648.6588	28	10.4	105.57	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	73980.9904	28	9.9	100.58	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	75314.688	28	10.0	102.40	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



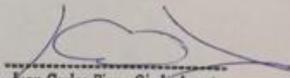

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

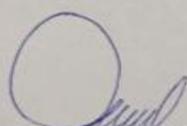
Ilustración 89. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 2% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.T.P. 399 613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de	Fecha de	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
		Vaciado	Ensayo					
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	37010.1084	7	4.9	50.32	52.37
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	38706.6502	7	5.2	52.63	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	39834.4092	7	5.3	54.16	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	53289.0644	14	7.1	72.45	76.34
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	56466.4028	14	7.5	76.77	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	58682.6944	14	7.8	79.78	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	69391.5016	28	9.3	94.34	93.65
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	66449.5216	28	8.9	90.34	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	69371.8884	28	9.2	94.32	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	70303.5154	28	9.4	95.58	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



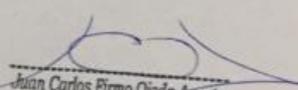

 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

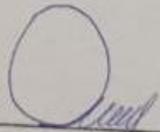
Ilustración 90. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 3% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Testata : MARÍA DEL CARMEN FARRÓN SANTAMARÍA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Norma : N.I.P. 399.613 - 2017
 Título : UNIDADES DE ALBAÑILERÍA. Métodos de muestreo y ensayo de ladrillos de arcilla usados en albañilería. Módulo de rotura (Ensayo de Flexión)

Muestra N°	Denominación de Espécimen	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Carga (N)	Antigüedad del Espécimen	Módulo de Rotura (MPa)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²)	Módulo de Rotura (Kg/cm ²) Promedio
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	35127.2412	7	4.7	47.76	46.95
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	35833.3164	7	4.8	48.72	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	37049.3348	7	4.9	50.37	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	46816.7084	14	6.2	63.65	65.24
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	48120.9862	14	6.4	65.43	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	49013.3868	14	6.5	66.84	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	57417.643	28	7.7	78.07	74.14
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	55054.2524	28	7.3	74.85	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	54112.8188	28	7.2	73.57	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	51523.8764	28	6.9	70.05	


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



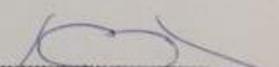

 Juan Carlos Forno Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 91. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto y VP 4% con $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Testista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHILAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

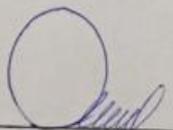
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

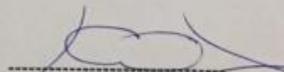
MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	ρ_c (Kg/cm ³)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_s (‰)	E_c (Kg/cm ²)	Promedio E_c (Kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	156.91	63	0.40410	0.006379	9853	35567.14
02	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	156.24	62	0.60426	0.001485	43126	
03	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	172.27	69	2.68615	0.001283	53723	
04	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	200.92	80	1.05979	0.004774	16787	637319.96
05	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	208.26	81	1.70725	0.000095	1787916	
06	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	217.22	87	5.36287	0.000810	107257	
07	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	240.17	96	1.81879	0.002641	36376	36552.09
08	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	263.70	105	1.86625	0.002826	37325	
09	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	252.29	101	1.78551	0.002826	35710	
10	CONCRETO PATRON - f'c= 210 kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	272.35	109	1.83987	0.002981	36797	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Ghirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 92. Formato de método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto con $f'c=210$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesis : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)

Referencia : ASTM C-469

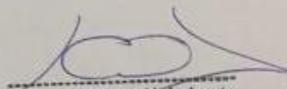
MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	ρ_c (kg/cm ³)	Esfuerzo S2 (40% ρ_c) (kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.00050) (kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_y (%)	E_c (kg/cm ²)	Promedio E_c (kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	164.17	66	0.40410	0.005846	11260	42579.82
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	161.72	65	0.60426	0.005148	38382	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	166.89	67	2.90485	0.001148	58097	
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	202.59	81	1.02782	0.003834	20601	45811.12
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	211.08	84	1.70725	0.001433	59832	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	211.64	85	2.85000	0.001485	57000	
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	240.17	96	1.81879	0.002641	36376	38708.18
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	249.31	97	1.95463	0.002490	39093	
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	247.33	99	1.95466	0.002557	38893	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	266.84	107	2.03374	0.002634	40675	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 93. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 1% con $f'c=210$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 2020

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Testista : MARIA DEL CARMEN FARRIÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SPAN
 Proyecto : ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)

Referencia : ASTM C-469

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_s (%)	E_c Kg/cm ²	Promedio E_c Kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	174.50	70	0.40410	0.005159	13385	51263.10
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	170.04	68	0.60426	0.001046	67656	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	183.66	73	3.62745	0.001013	72549	
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	217.50	87	1.00954	0.007614	11389	32805.32
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	216.66	87	1.70725	0.001864	46826	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	217.22	87	2.01108	0.001140	40222	
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	267.72	107	2.00197	0.002675	40089	37202.18
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	265.35	106	1.87795	0.002826	37559	
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	246.78	99	1.70589	0.002893	34118	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	235.82	102	1.85463	0.002759	37099	

Observaciones:

- Muestras, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



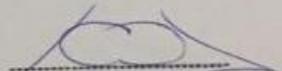

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 94. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 2% con $f^c=210\text{kg/cm}^2$.

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1017 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

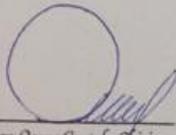
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSONS RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

MUESTRA	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S3 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_2 (‰)	E_c (Kg/cm ²)	Promedio E_c (Kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	161.66	65	0.40410	0.005814	11149	51997.50
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	156.24	62	0.60426	0.000911	71855	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	166.30	67	3.64939	0.000911	72988	
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	206.33	83	0.88049	0.002354	35393	44631.92
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	199.91	80	1.70725	0.001519	53284	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	206.05	82	2.26095	0.001823	45219	
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	218.12	87	1.81358	0.002405	36272	35684.42
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	232.28	93	1.86609	0.002490	37322	
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	224.73	90	1.75792	0.002557	35158	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	217.24	87	1.69930	0.002557	33986	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 95. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 3% con $f'c=210$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Tesis : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHILAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

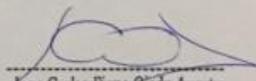
MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	ρ_c (Kg/cm ³)	Esfuerzo S2 (40% ρ_c) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_s (‰)	E_c (Kg/cm ²)	Promedio E_c (Kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	128.16	51	0.40410	0.015482	3296	50690.30
02	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	128.32	51	0.60426	0.000709	76992	
03	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	127.21	51	3.58917	0.000709	71785	
04	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	184.00	74	1.00954	0.002972	24842	33218.62
05	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	177.58	71	1.70725	0.001676	37914	
06	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	183.72	73	1.84503	0.001991	36901	
07	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	201.59	81	1.72435	0.002338	34487	35471.48
08	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	215.75	86	1.83231	0.002355	36646	
09	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	213.71	85	1.78943	0.002389	35789	
10	CONCRETO PATRON 210 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	211.73	85	1.74820	0.002422	34964	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES




 Juan Carlos Firmo Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

964423859 - 943011231

Ca. José Galvez N° 120

fermatisac@gmail.com

www.fermatisac.cf

Ilustración 96. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 4% con $f^c=210$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C
 Testista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

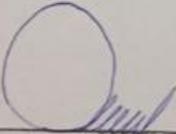
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% σ_c) Kg/cm ²	Esfuerzo S1 (0.00050) Kg/cm ²	ϵ unitaria ϵ_s (%)	E, Kg/cm ²	Promedio E, Kg/cm ²
01	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	19/06/2022	7	202.54	81	0.40410	0.004251	19141	61918.47
02	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	19/06/2022	7	215.49	86	0.60426	0.001046	85904	
03	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	19/06/2022	7	211.14	84	4.03556	0.001046	80711	
04	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	26/06/2022	14	233.70	93	0.98048	0.002235	42342	50644.70
05	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	26/06/2022	14	260.11	104	1.70725	0.001608	65687	
06	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	26/06/2022	14	255.64	102	2.19526	0.002329	43905	
07	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	10/07/2022	28	340.79	136	2.54841	0.002675	50968	52255.68
08	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	10/07/2022	28	346.36	139	2.74543	0.002523	54909	
09	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	10/07/2022	28	349.67	140	2.56633	0.002725	51327	
10	CONCRETO PATRON 280	12/06/2022	10/07/2022	28	357.38	143	2.59097	0.002759	51819	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



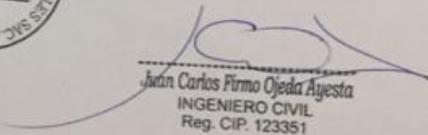

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 97. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto con $f_c=280$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 2020

Expediente N° : 1917 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C
 Testas : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

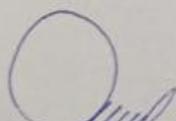
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)

Referencia : ASTM C-489

MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	f_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40No.) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_s (%)	E_s (Kg/cm ²)	Promedio E_s (Kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	13/06/2022	7	176.85	71	0.40410	0.005010	14179	55916.85
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	13/06/2022	7	196.51	79	0.60426	0.001134	73314	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	13/06/2022	7	216.72	87	4.01285	0.001080	80257	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	239.28	96	0.95306	0.002505	38592	60107.30
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	265.69	106	1.70725	0.000927	119220	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	250.06	100	1.87550	0.002667	37510	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	346.31	139	2.55745	0.002708	51149	52917.01
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	357.38	143	2.65574	0.002891	58115	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	355.18	142	2.57499	0.002759	51500	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (1%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	362.89	145	2.59922	0.002792	51984	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



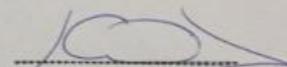

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 98. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 1% con $f^c=280$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 I.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO -- PROVINCIA DE CHICLAYO -- DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)

Referencia : ASTM C-489

MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	ρ_c (kg/cm ³)	Esfuerzo S2 (40% ρ_c) (kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.000050) (kg/cm ²)	ϵ unitario ϵ_1 (S ₁)	E_c (kg/cm ²)	Promedio E_c (kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	180.76	72	0.40410	0.004882	14879	55438.76
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	200.41	80	0.60426	0.001015	82651	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	222.30	89	3.46631	0.001283	69326	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	244.86	98	0.95573	0.002370	41801	53346.36
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	271.28	109	1.70725	0.001379	80370	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	255.64	102	1.89541	0.007700	17968	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	351.82	141	2.56626	0.002742	51325	52061.85
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	362.89	145	2.66340	0.002725	53268	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	360.89	144	2.58344	0.002792	51669	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (2%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	362.89	145	2.59922	0.002792	51984	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



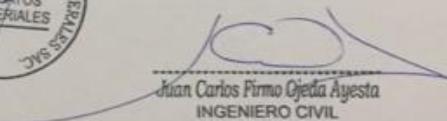

 Juan Carlos Firme Gueda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 99. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 2% con $f'c=280$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C
 Tesista : MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SPAIN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

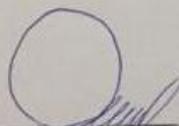
Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Referencia : ASTM C-469

MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo 32 (40% σ_c) (Kg/cm ²)	Esfuerzo 51 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria ϵ_1 (%)	E_c (Kg/cm ²)	Promedio E_c (Kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	189.58	68	0.40410	0.005309	12829	54752.92
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	183.66	73	0.60426	0.000945	81398	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	183.22	73	3.30190	0.001046	70038	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	228.11	91	0.97209	0.002513	36655	46021.66
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	237.77	95	1.70725	0.002559	61900	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	250.06	100	1.97552	0.002532	39510	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	329.77	132	2.46599	0.002675	49520	50603.82
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	335.34	134	2.49194	0.002691	49839	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	305.18	142	2.63956	0.002691	52787	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (3%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	335.34	134	2.52548	0.002658	50470	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



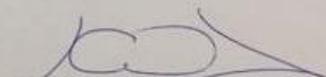

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 100. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 3% con $f'_c=280$ kg/cm².

INFORME DE ENSAYO N° 3920

Expediente N° : 1917 - 2022 L.E.M. FERMATI S.A.C.
 Testista : MARIA DEL CARMEN FARRIÑAN SANTAMARIA
 Atención : UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
 Proyecto : "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO - PROVINCIA DE CHICLAYO - DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE"
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque
 Fecha de emisión : Chiclayo, 10 de Julio del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión)

Referencia : ASTM C-459

MUESTRA 01	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	α_c (Kg/cm ²)	Esfuerzo S2 (40% α_c) (Kg/cm ²)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm ²)	ϵ unitaria (ϵ_s)	E_s (Kg/cm ²)	Promedio E_s (Kg/cm ²)
01	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	158.42	63	0.40410	0.006055	10485	46026.11
02	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	155.74	62	0.60426	0.000979	66417	
03	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	19/06/2022	7	149.71	60	3.05885	0.000979	61177	
04	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	216.94	87	0.96112	0.001755	30326	48433.60
05	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	221.02	88	1.70725	0.001537	58314	
06	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	26/06/2022	14	216.55	87	1.83303	0.002363	36661	
07	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	313.24	125	2.61541	0.002395	52308	34960.34
08	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	313.29	125	2.58661	0.002422	51798	
09	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	311.09	124	3.08233	0.002019	63647	
10	CONCRETO PATRON 280 + VIDRIO PULVERIZADO (4%) kg/cm ²	12/06/2022	10/07/2022	28	318.81	128	2.70752	0.002355	54150	

Observaciones:
 - Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


 German Oscar Gastelo Chirinos
 TEC. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES



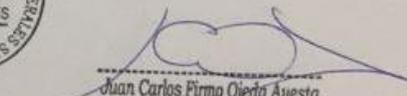

 Juan Carlos Firme Ojeda Ayesta
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. 123351

Ilustración 101. Formato del método de ensayo para determinar el módulo de elasticidad del concreto y VP 4% con $f^c=280$ kg/cm².



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante : María del Carmen Farrofan Santamaría
Proyecto / Obra : TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.
Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P 339.084: 20102

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h Altura (cm)	f'c (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	26570	15.20	30.12	37
02	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	26990	15.20	30.12	37
03	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	26100	15.20	30.12	36
04	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	29210	15.20	30.12	41
05	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	29880	15.20	30.12	41
06	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	29260	15.20	30.12	41
07	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	34410	15.20	30.12	48
08	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	35180	15.20	30.12	49
09	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	38900	15.20	30.12	51
10	Concreto Patrón	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	35180	15.20	30.12	49

OBSERVACIONES.

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 102. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto patrón con $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: María del Carmen Feroñán Santamaría
Proyecto / Obra: TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.
Ubicación: CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia: N.T.P. 339.004: 20102

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h Altura (cm)	F _t (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	06/12/2022	7	27570	15.20	30	38
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	06/12/2022	7	27690	15.20	30	38
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	06/12/2022	7	27600	15.20	30	38
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	16/12/2022	14	29410	15.20	30	41
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	29680	15.20	30	41
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	29960	15.20	30	42
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	35110	15.20	30	49
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	35780	15.20	30	50
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	37900	15.20	30	53
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	36180	15.20	30	50

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.E.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 103. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 1% para un $f'_c=210$ kg/cm².



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: María del Carmen Farofan Santamaría
Proyecto / Obra: TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO
Ubicación: CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia: N.T.P 339.084: 20102

Muestra N°	IDENTIFICACION	Diseño f _c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d (diámetro) (cm)	h (altura) (cm)	f _c (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	28870	15.20	30.12	40
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	28690	15.20	30.12	40
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	28800	15.20	30.12	40
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	30210	15.20	30.12	42
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	31280	15.20	30.12	43
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	31380	15.20	30.12	43
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	36510	15.20	30.12	51
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	39680	15.20	30.12	56
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	38200	15.20	30.12	53
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	37980	15.20	30.12	53

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

USS INGENIERÍA CIVIL S.A.C.
T.C.O. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 104. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 2% para un $f'_c=210$ kg/cm².



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante : María del Carmen Fierroñan Santamaría
Proyecto / Obra : TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.
Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.004. 20102

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h Altura (cm)	f _c (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	06/12/2022	7	29170	15.20	30.12	41
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	06/12/2022	7	29650	15.20	30.12	42
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	06/12/2022	7	26470	15.20	30.12	40
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	31250	15.20	30.12	43
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	32450	15.20	30.12	45
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	32980	15.20	30.12	46
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	38620	15.20	30.12	54
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	38620	15.20	30.12	54
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	39780	15.20	30.12	55
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	39450	15.20	30.12	55

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
USS

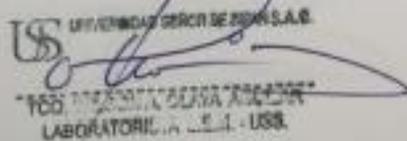
Ilustración 105. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 3% para un $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Solicitante : María del Carmen Farrohan Santamaría
 Proyecto / Obra : TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO
 Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P 339.084 - 20102

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c (kg/cm ²)	Fecha de vacado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h altura (cm)	f _t (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	06/12/2022	7	29660	15.20	30.12	42
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	28790	15.20	30.12	40
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	27960	15.20	30.12	39
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	31580	15.20	30.12	44
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	32580	15.20	30.12	45
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	33240	15.20	30.12	46
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	38970	15.20	30.12	54
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	39740	15.20	30.12	55
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	38960	15.20	30.12	54
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	210 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	39750	15.20	30.12	55

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.S.
 "FED. PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL"
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 106. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 4% para un $f_c=210$ kg/cm².



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante : María del Carmen Farofan Santamaría
Proyecto / Obra : TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO
Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P 339.084: 20102

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F _c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h Altura (cm)	F _o (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	30145	15.20	30.12	42
02	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	29980	15.20	30.12	42
03	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	28740	15.20	30.12	40
04	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	32650	15.20	30.12	45
05	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	34850	15.20	30.12	48
06	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	34780	15.20	30.12	48
07	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	40580	15.20	30.12	56
08	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	40120	15.20	30.12	56
09	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	39850	15.20	30.12	55
10	Concreto Patrón	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	40125	15.20	30.12	56

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

"CONTRIBUYENDO A LA CALIDAD" LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 107. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto patrón con $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$.



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante : María del Carmen Fariñan Santamaría
 Proyecto / Obra : TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.
 Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P 339.054: 20102

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h Altura (cm)	f _c (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	31970	15.20	30.12	44
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	32740	15.20	30.12	46
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	31750	15.20	30.12	44
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	35520	15.20	30.12	49
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	35620	15.20	30.12	50
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	36120	15.20	30.12	50
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	43120	15.20	30.12	60
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	42960	15.20	30.12	60
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	42250	15.20	30.12	58
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (1%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	42190	15.20	30.12	59

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 108. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 1% para un f_c=280 kg/cm².



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: María del Carmen Farrofan Santamaria
Proyecto / Obra: TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.
Ubicación: CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia: N T P 339.084- 20102

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f_c (kg/cm ²)	Fecha de vacado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h Altura (cm)	f_u (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	32450	15.20	30.12	45
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	33140	15.20	30.12	46
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	37690	15.20	30.12	53
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	39980	15.20	30.12	56
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	40458	15.20	30.12	56
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	39430	15.20	30.12	55
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	48840	15.20	30.12	65
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	45850	15.20	30.12	64
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	44890	15.20	30.12	62
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (2%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	44150	15.20	30.12	61

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.E.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS

Ilustración 109. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 2% para un $f_c=280$ kg/cm².



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante : María del Carmen Feroñán Santamaría
Proyecto / Obra : TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.
Ubicación : CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P 339.064- 20102

Muestra Nº	IDENTIFICACION	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d diámetro (cm)	h Altura (cm)	f _t (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	33740	15.20	30.12	47
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	34450	15.20	30.12	48
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	37110	15.20	30.12	52
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	40505	15.20	30.12	58
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	41140	15.20	30.12	57
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	41850	15.20	30.12	58
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	47520	15.20	30.12	66
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	48210	15.20	30.12	64
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	45660	15.20	30.12	63
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (3%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	45850	15.20	30.12	64

OBSERVACIONES:
- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

US UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 110. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 3% para un $f'c=280$ kg/cm².



Universidad
Señor de Sipán

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

Solicitante: María del Carmen Fariñas Santamaría
Proyecto / Obra: TESIS: ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO.
Ubicación: CAMPUS USS - Km. 5 CARRETERA A PIMENTEL - PIMENTEL - CHICLAYO
Ensayo: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia: N.T.P. 339.084: 20102

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño $f'c$ (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P carga (kg)	d Diámetro (cm)	h Altura (cm)	f_t (kg/cm ²)
01	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	34980	15.20	30.12	49
02	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	09/12/2022	7	35850	15.20	30.12	50
03	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	08/12/2022	7	36890	15.20	30.12	51
04	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	41420	15.20	30.12	58
05	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	40850	15.20	30.12	57
06	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	15/12/2022	14	42870	15.20	30.12	60
07	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	46680	15.20	30.12	65
08	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	47520	15.20	30.12	66
09	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	47160	15.20	30.12	66
10	Concreto Patrón + Vidrio Pulverizado (4%)	280 kg/cm ²	01/12/2022	29/12/2022	28	48260	15.20	30.12	68

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
*100
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - USS.

Ilustración 111. Formato del método de ensayo para determinar la resistencia a tracción del concreto con VP al 4% para un $f'c=280$ kg/cm².

ANEXO N°02: DOCUMENTO DE REALIZACIÓN DE ENSAYOS

 **FERMATI**
Constructora y Servicios Generales

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"
Chiclayo, 10 de julio del 2022.

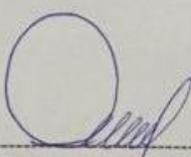
Quien suscribe:
REPRESENTANTE LEGAL.
GASTELO CHIRINOS GERMAN OSCAR – GERENTE GENERAL.
CAL. FRANCISCO CABRERA 1201 – CHICLAYO – LAMBAYEQUE.

ASUNTO: Realización de ensayos de concreto en el laboratorio, FERMATI
CONSTRUCTORA Y SERVICIOS GENERALES S.A.C

Tengo el agrado de dirigirme a la escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la **UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN**, para informar que la Tesista MARIA DEL CARMEN FARROÑAN SANTAMARIA con código universitario 2191802305, identificado con número de DNI: 72020795, con nombre del proyecto de investigación "ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO USANDO VIDRIO PULVERIZADO COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL AGREGADO FINO – PROVINCIA DE CHICLAYO –DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUEN", ha hecho sus estudios de laboratorio Mecánica de Suelos y concreto, en mi empresa mencionada en los párrafos anteriores, representada con RUC 20561114502 bajo la supervisión del técnico encargado del laboratorio,

Agradeciendo la atención al presente, aprovechando la oportunidad para expresarle los sentimientos de mi especial consideración y estima.

Atentamente.



GASTELO CHIRINOS GERMAN OSCAR
GERENTE GENERAL

964423859 - 943011231
Ca. José Galvez N° 120
fermatisac@gmail.com
www.fermatisac.cf

Ilustración 112. Documento de realización de ensayos de laboratorio.

ANEXO N°03: PANEL FOTOGRÁFICO



Ilustración 113. Peso unitario suelto (agregado fino)

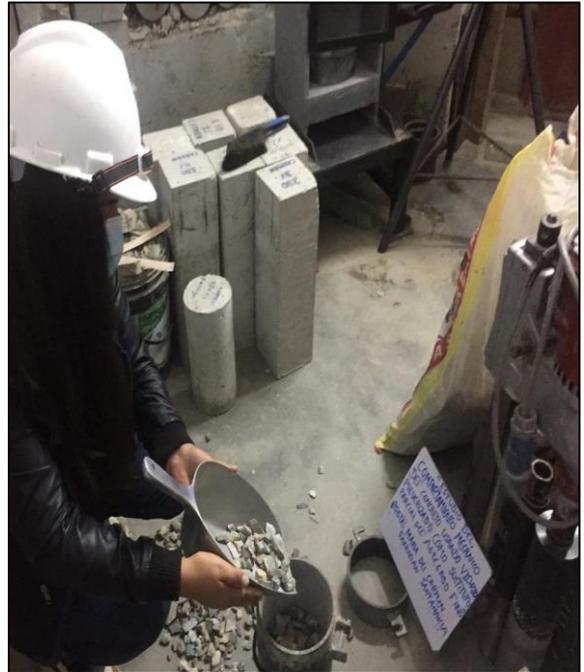


Ilustración 114. Peso unitario suelto (agregado grueso)

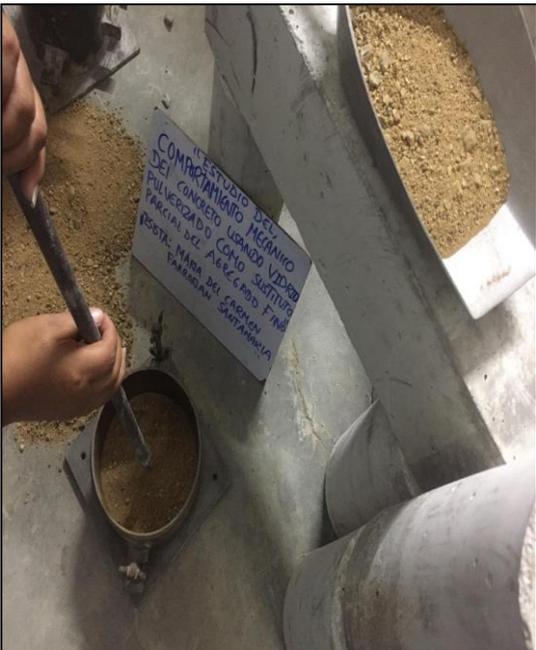


Ilustración 115. Peso unitario compactado (agregado fino).



Ilustración 116. Peso unitario compactado (agregado grueso)



Ilustración 117. Peso específico y absorción (agregado fino)



Ilustración 118. Ensayo de asentamiento



Ilustración 119. Preparación de la mezcla de concreto



Ilustración 120. Llenado de probetas de concreto



Ilustración 121. Recolección de botellas de vidrio

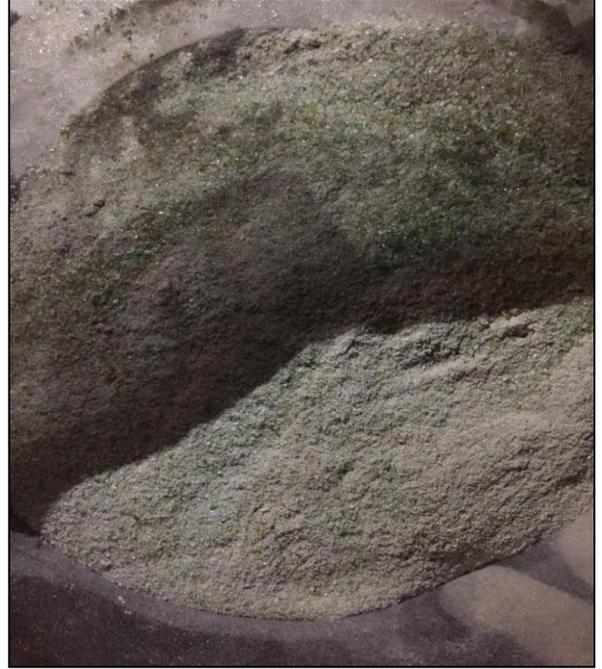


Ilustración 122. Vidrio Pulverizado



Ilustración 123. Desencofrado de vigas de concreto



Ilustración 124. testigos de concreto



Ilustración 125.Curado de vigas y probetas



Ilustración 126.Ensayo de resistencia a la flexión



Ilustración 127.Ensayo de resistencia a compresión y módulo de elasticidad del concreto



Ilustración 128.Ensayo de resistencia a tracción.



Ilustración 129. Limpieza de las probetas.



Ilustración 130. Tamizado y peso del agregado fino.