

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE
PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA
CAPILARIDAD Y EL EFECTO DE
EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $F'C= 210$ Y
 280 KG/CM² EN PROPORCIONES DE 1%, 2.5% Y
5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA, 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniera Civil

Autoras:

Andrea Elisa Cango Cunyarache

Sandy Saca Sanchez

Asesor:

Mg. Wilder Alexandre Calixtro Calixtro

<https://orcid.org/0000-0002-6423-0388>

Lima - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Jorge Luis Canta Honores	10743048
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Juan Miguel De La Torre Ostos	09634918
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Julio Christian Quezada Llanto	42831273
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EL EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $F'C= 210$ Y 280 KG/CM^2 EN PROPORCIONES DE 1%, 2.5% Y 5% DEL PESO DEL CEMENTO

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	18%	1%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	5%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas Activo Excluir coincidencias < 1%
 Excluir bibliografía Activo

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, por brindarme la salud para seguir por el camino de la vida, con nuevos propósitos y metas que me ayudan a superarme cada día.

A mi papá y mis hermanos por apoyarme en todo momento, para cumplir con todo lo que me propongo, y en especial a mi madre Martha, que me cuida y protege como un ángel protector, que en plena pandemia Dios se la llevo para que sea mi ángel protector y que vela por mi desde el cielo en todo momento.

ANDREA ELISA CANGO CUNYARACHE

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, que es mi guía en todos los aspectos de mi vida, realmente soy bendecida.

A mi madre Gregoria Sanchez Serrano, que está orgullosa por todos los logros que he conseguido y seguiré consiguiendo en trascurso de mi vida.

A mi padre Valentín Saca Palomino, que festeja mis logros con alegría y amor, que siempre está presente en mi día a día, un beso hasta el cielo padre.

A mis hermanas por el cariño y apoyo incondicional que me brindan.

SANDY SACA SANCHEZ

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por ser mi guía en todo momento, por darme una buena familia amorosa y unida, que siempre nos apoyamos en todo momento.

A mi padre y madre que apoyaron en todas las decisiones que tomo para mi bien, a pesar de tener caídas que luego he superado.

A mis amigos y familiares quienes me dan su ánimo para continuar en la vida profesional que tome para ser alguien que aporte a la sociedad que me rodea.

Y mi total agradecimiento a la universidad y docentes quienes aportaron sus conocimientos para mi formación profesional que me ayudara con los nuevos retos que se me presente en el futuro.

ANDREA ELISA CANGO CUNYARACHE

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, mi agradecimiento a Dios, por haberme bendecido con una familia unida y fortalecida, y por estar siempre presente en cada uno de los momentos de mi vida.

A mi padre, que durante su estadía en la tierra me enseñó los valores y la fortaleza para afrontar con entusiasmo los designios de la vida, un beso hasta el cielo padre.

A mi madre, por ser el motor de mi vida, su lucha constante por darnos lo mejor que pudo, gracias por todo.

A mis hermanas, por su apoyo incondicional y cariño.

Mi profundo agradecimiento a la universidad y a los docentes que aportaron en mi formación profesional.

SANDY SACA SANCHEZ

Tabla de contenido

Jurado calificador	2
Informe de similitud	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	6
ÍNDICE DE TABLAS.....	10
ÍNDICE DE FIGURAS	14
RESUMEN	19
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	20
1.1. Realidad problemática	20
1.1.1. Antecedentes.....	21
1.1.2. Marco Teórico	27
1.2. Formulación del problema.....	45
1.2.1. Problema General	45
1.2.2. Problemas Específicos	45
1.3. Justificación del Estudio	45
1.4. Límites del Estudio	46
1.5. Objetivos.....	47
1.5.1. Objetivo General.....	47
1.5.2. Objetivos Específicos	47
1.6. Hipótesis	48
1.6.1. Hipótesis General.....	48
1.6.2. Hipótesis Específicas	48
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	49
2.1. Tipo de Investigación	49
2.2. Diseño de Investigación.....	49
2.3. Enfoque de Investigación	49
2.4. Matriz de Operacionalización de variables.....	51
2.5. Matriz de Consistencia	52
2.6. Población	53
2.7. Muestra	53

2.8. Técnicas de análisis de datos e instrumentos de recolección	54
2.9. Procedimiento de recolección de Datos.....	60
2.10. Procedimiento de Tratamiento y Análisis de datos de los materiales	61
2.11. Aspectos Éticos.....	90
2.12. Procedimiento para el diseño de mezcla con el método ACI.....	90
2.13. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto y curado.....	126
2.14. Procedimiento del desarrollo de los objetivos específicos	1311
Objetivo específico 1	131
Objetivo específico 2	13535
Objetivo específico 3	1377
CAPÍTULO III: RESULTADOS	141
3.1. Resultados obtenidos por cada objetivo	1411
Resultado del objetivo específico 1	1411
Resultado del objetivo específico 2	148
Resultado del objetivo específico 3	1412
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	1766
4.1. Limitaciones	1416
4.2. Discusión	1416
4.3. Conclusiones.....	141
Conclusión 1	141
Conclusión 2	1411
Conclusión 3	1412
REFERENCIAS	184
ANEXOS	189
Anexo N° 1: Panel fotográfico	189
Anexo N° 2: Fichas de registro de los ensayos de laboratorio	195

Índice de tablas

Tabla 1. Consistencia / Asentamiento	29
Tabla 2. Tolerancias de la mezcla	30
Tabla 3. Descripción de tamaño del agregado.....	38
Tabla 4. Granulometría del agregado fino.....	38
Tabla 5. Granulometría del agregado grueso.....	39
Tabla 6. Propiedades del PVC.....	41
Tabla 7. Matriz de operacionalización de variables	51
Tabla 8. Matriz de consistencia	52
Tabla 9. Análisis granulométrico del agregado fino.....	65
Tabla 10. Análisis granulométrico del agregado grueso	68
Tabla 11. Determinación del Módulo de finura del agregado.....	70
Tabla 12. Cálculo de peso específico y absorción del agregado fino.....	85
Tabla 13. Cálculo de peso específico y absorción del agregado grueso.....	89
Tabla 14. Datos de pesos específico del cemento	90
Tabla 15. Datos generales de los agregado fino y grueso de laboratorio	91
Tabla 16. Cálculo de $f'cr$ (resistencia promedio requerida) para el diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	91
Tabla 17. Elección de la consistencia y asentamiento.....	92
Tabla 18. Volumen unitario de agua	92
Tabla 19. Contenido de aire atrapado.....	93
Tabla 20. Relación de agua/cemento por resistencia.....	93
Tabla 21. Cálculo de interpolación para hallar la $R a/c$ para el diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	94
Tabla 22. Cálculo del factor del cemento para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	94
Tabla 23. Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	95
Tabla 24. Cálculo del peso del agregado grueso para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	95
Tabla 25. Cálculo del volumen por cada material para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	96
Tabla 26. Cálculo del peso del agregado fino para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	96
Tabla 27. Peso de los materiales en estado seco para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	96
Tabla 28. Corrección del peso de los agregados por humedad para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	97

Tabla 29. Corrección de los agregados por absorción para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	97
Tabla 30. Resultado del cálculo de agua efectiva para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	98
Tabla 31. Cálculo de proporciones del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ para un 1m^3	98
Tabla 32. Cálculo del diseño de la mezcla patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	98
Tabla 33. Cálculo de la cantidad del polvo de PVC reciclado para el diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	108
Tabla 34. Resumen del diseño patrón con los porcentajes de polvo de PVC reciclado para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	108
Tabla 35. Proporciones de diseño con 1% de Polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	109
Tabla 36. Proporciones de diseño con 2.5% de Polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	110
Tabla 37. Proporciones de diseño con 5% de Polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	112
Tabla 38. Cálculo de interpolación para hallar la $R/a/c$ para el diseño de mezcla de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	114
Tabla 39. Cálculo del factor del cemento para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	115
Tabla 40. Cálculo del peso del agregado grueso para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	115
Tabla 41. Cálculo del volumen por cada material para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	115
Tabla 42. Cálculo del peso del agregado fino para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	116
Tabla 43. Resumen detallado del diseño de la mezcla de concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en estado seco	116
Tabla 44. Corrección del peso de los agregados por humedad para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	116
Tabla 45. Corrección de los agregados por absorción para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$..	117
Tabla 46. Resultado del cálculo del agua efectiva para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	117
Tabla 47. Cálculo proporciones del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para un 1m^3	117
Tabla 48. Cálculo del diseño de la mezcla patrón de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	118
Tabla 49. Cálculo la cantidad de polvo de PVC reciclado para el diseño de mezcla de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	119
Tabla 50. Resumen del diseño patrón con los porcentajes de polvo de PVC reciclado para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	120

Tabla 51. Proporciones de diseño con 1% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	120
Tabla 52. Proporciones de diseño con 2.5% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	122
Tabla 53. Proporciones de diseño con 5% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	124
Tabla 54. Resultados de las mediciones de la subida del agua a través de los poros que tiene el concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	142
Tabla 55. Resultados de las mediciones de la subida del agua a través de los poros que tiene el concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	145
Tabla 56. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ endurecidos a los 7, 14 y 28 días	148
Tabla 57. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 1% de polvo de PVC reciclado	150
Tabla 58. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado	152
Tabla 59. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 5% de polvo de PVC reciclado	154
Tabla 60. Resultados de la resistencia a la compresión promedio máximo del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días	156
Tabla 61. Variación en porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2.5% y 5% del polvo de PVC reciclado	158
Tabla 62. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ endurecidos a los 7, 14 y 28 días	160
Tabla 63. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 1% de polvo de PVC reciclado	162
Tabla 64. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado	164
Tabla 65. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 5% de polvo de PVC reciclado	166

Tabla 66. Resultados de la resistencia a la compresión promedio máximo del concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días	168
Tabla 67. Variación en porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2.5% y 5% del polvo de PVC reciclado	170
Tabla 68. Porcentaje de absorción de agua en el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2% y 5% de polvo de PVC reciclado, después de cumplir los 28 días de curado.....	172
Tabla 69. Porcentaje de absorción de agua en el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2% y 5% de polvo de PVC reciclado, después de cumplir los 28 días de curado.....	174

Índice de figuras

Figura 1. Estructura del sistema de impermeabilización.....	22
Figura 2. Gráfica de trabajabilidad del concreto	28
Figura 3. Representación del cono de Abrams	30
Figura 4. Ensayo del cono de Abrams	31
Figura 5. Obtención del slump	31
Figura 6. Segregación del concreto	32
Figura 7. Exudación del concreto después del vaciado en una estructura.....	33
Figura 8. Tiempo de fraguado	33
Figura 9. Módulo de elasticidad	34
Figura 10. Resistencia a la compresión	35
Figura 11. Polvo de PVC	42
Figura 12. Proceso de elaboración de PVC	43
Figura 13. Apariencia de la eflorescencia en el concreto	44
Figura 14. Representación de la capilaridad en el concreto	44
Figura 15. Mezcladora de concreto	56
Figura 16. Maquina universal para ensayos de rotura de probeta	56
Figura 17. Tamices	57
Figura 18. Tara y balanza	57
Figura 19. Horno a una temperatura de $+110^{\circ}\text{C}$	58
Figura 20. Moldes de probetas cilíndricas.....	58
Figura 21. Agregado grueso y fino	59
Figura 22. Polvo de PVC reciclado	59
Figura 23. Polvo de PVC reciclado llevado al laboratorio para su tamizado.....	62
Figura 24. Polvo de PVC separada de los residuos o impurezas.....	63
Figura 25. Separación del polvo de PVC para las proporciones establecidas.....	63
Figura 26. Tamizado del agregado fino.....	65
Figura 27. Curva granulométrica del agregado fino.....	66
Figura 28. Tamizado del agregado grueso.....	67
Figura 29. Pesado del agregado grueso	67
Figura 30. Curva granulométrica del agregado grueso.....	69

Figura 31. Cuarteo del agregado fino para el llenado del recipiente	72
Figura 32. Peso del agregado fino suelto.....	72
Figura 33. Llenado de recipiente de forma espiral del agregado grueso	73
Figura 34. Enrasado y pesado del agregado grueso suelto	73
Figura 35. Compactación del agregado fino con la varilla de metal	74
Figura 36. Pesado del recipiente + agregado fino compactado	75
Figura 37. Compactación del agregado grueso con la varilla de metal.....	76
Figura 38. Pesado del recipiente + agregado grueso compactado.....	76
Figura 39. Pesado de muestra de agregado fino	78
Figura 40. Muestra cubierta de agua y reposada por 24 horas	78
Figura 41. Muestra extendida en superficie plana al secado de aire libre	79
Figura 42. Muestra siendo apisonada en el molde de cono de absorción.....	80
Figura 43. Retiro del molde de cono de absorción y desintegración del agregado	80
Figura 44. Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco.....	81
Figura 45. Peso de las fiolas	81
Figura 46. Peso de las fiolas más agua	82
Figura 47. Introducción de la muestra SSS a la fiola	82
Figura 48. Llenado de agua en la fiola más la muestra SSS.....	83
Figura 49. Agitamos la fiola hasta eliminar las burbujas de aire y pesamos.....	83
Figura 50. Retiro de la muestra a un recipiente	84
Figura 51. Secado del agregado grueso después de estar sumergido en 24 horas.....	86
Figura 52. Llenado de canastilla con el agregado grueso.....	87
Figura 53. Pesado de la muestra sumergida y posteriormente pesada.....	87
Figura 54. Pesado de la muestra seca	88
Figura 55. Pesado de los agregados según diseño	99
Figura 56. Humedecer el interior de la mezcladora para la mezcla	99
Figura 57. Materiales en la mezcladora.....	100
Figura 58. Batido de todos los agregados, cemento y agua.....	101
Figura 59. Vaciado del concreto en una carretilla	101
Figura 60. Toma de temperatura de ambiente y de la mezcla	102
Figura 61. Proceso de llenado del cono de Abrams-slump para el diseño patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	103

Figura 62. Ensayo de asentamiento – slump del diseño patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	104
Figura 63. Llenado de la olla de Washington por capas.....	105
Figura 64. Realizando golpes con la varilla y martillo de goma.....	106
Figura 65. Enrasado de recipiente en la última capa.....	106
Figura 66. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión en el diseño patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	107
Figura 67. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	109
Figura 68. Ensayo de asentamiento – slump con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	110
Figura 69. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	111
Figura 70. Ensayo de asentamiento – slump con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	111
Figura 71. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	112
Figura 72. Ensayo de asentamiento – slump con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	113
Figura 73. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión en el diseño patrón de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	118
Figura 74. Ensayo de asentamiento – slump del diseño patrón de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	119
Figura 75. Adición del 1% de polvo de PVC reciclado del peso del cemento al diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	121
Figura 76. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	123
Figura 77. Ensayo de asentamiento – slump con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	122
Figura 78. Adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del peso del cemento al diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	123
Figura 79. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	123

Figura 80. Ensayo de asentamiento – slump con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	124
Figura 81. Adición del 5% de polvo de PVC reciclado del peso del cemento al diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	125
Figura 82. Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	125
Figura 83. Ensayo de asentamiento – slump con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$	126
Figura 84. Preparación de los moldes para las probetas de concreto	127
Figura 85. Colocación de concreto en el molde de probetas cilíndricas	128
Figura 86. Compactación del concreto por capas.....	129
Figura 87. Enrasamos la superficie e identificamos las probetas por cada porcentaje de polvo de PVC reciclado	129
Figura 88. Desmoldando las probetas de concreto	130
Figura 89. Identificación de las probetas de concreto y piscina de curado	130
Figura 90. Colocación de probetas de concreto en el recipiente	132
Figura 91. Llenado de agua al recipiente a la marca establecida	132
Figura 92. Toma de medida que sube el agua por consecuencia de la capilaridad	133
Figura 93. Probetas en proceso de absorción por consecuencia de la capilaridad	133
Figura 94. Disolución de cloruro de sodio en el recipiente de agua.....	134
Figura 95. Presencia de la eflorescencia se presenta al séptimo día.....	134
Figura 96. Probetas sacadas de la poza de curado para el ensayo de la resistencia a la compresión	136
Figura 97. Probeta colocada a la maquina universal para ensayos de rotura	136
Figura 98. Rotura de probetas debido al ensayo de resistencia a la compresión.....	137
Figura 99. Secado de probetas superficialmente seco y pesado	138
Figura 100. Probeta sumergida en la canastilla	139
Figura 101. Probetas al horno a temperatura de 110°C	139
Figura 102. Probetas al secado en aire libre y pesado	140
Figura 103. Gráfica de los resultados de las mediciones de la subida de agua que tiene el concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$	143

Figura 104. Gráfica de los resultados de las mediciones de la subida del agua de tiene el concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ 147

Figura 105. Resistencia máxima de las probetas patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ 149

Figura 106. Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 1% de polvo de PVC reciclado 151

Figura 107. Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado 153

Figura 108. Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 5% de polvo de PVC reciclado 155

Figura 109. Comparación de resistencias promedios a la compresión de la muestra patrón y con la adición 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado del diseño del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ 157

Figura 110. Comparación de porcentaje de variación de la resistencia promedio a la compresión de la muestra patrón con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado..... 159

Figura 111. Resistencia máxima de las probetas patrón de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ 161

Figura 112. Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 1% de polvo de PVC reciclado 163

Figura 113. Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado 165

Figura 114. Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 5% de polvo de PVC reciclado 167

Figura 115. Comparación de resistencias promedios a la compresión de la muestra patrón y con la adición 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado del diseño del concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$ 169

Figura 116. Comparación de porcentaje de variación de la resistencia promedio a la compresión de la muestra patrón con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado..... 171

Figura 117. Comparación en la absorción del agua de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ 173

Figura 118. Comparación en la absorción del agua de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ 175

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo, determinar en qué medida la adición de polvo de PVC reciclado disminuye la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ Y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, la metodología utilizada es de tipo cuasi-experimental. Realizamos los ensayos en el laboratorio para obtener el diseño de la mezcla para $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 por el método ACI. Producto de la adición de polvo de PVC reciclado en porcentajes de 1%, 2.5% y 5% al peso del cemento en el caso del concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, no favorece a la reducción de la capilaridad con respecto a la muestra patrón; en el caso del ensayo para el concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ la adición de polvo de PVC reciclado si favorece a disminuir la capilaridad, siendo esto un resultado positivo porque genera una disminución a la absorción del agua con respecto a la muestra patrón. En conclusión, el polvo de PVC reciclado, para el diseño de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, no es recomendable ya que genera poros con diámetros menores que influyen en el aumento de la capilaridad y eflorescencia, pero si es recomendable su uso para el diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ puesto que ayuda la disminución del efecto de capilaridad por el aumento de los diámetros de los poros.

PALABRAS CLAVES: Capilaridad, eflorescencia, polvo de PVC reciclado, concreto $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 .

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Chávez, N. (2022), en su tesis titulada “Eflorescencia en concreto hidráulico”, recalca que la eflorescencia en el concreto son depósitos irregulares de color blanquecino claro, esto formado esencialmente por microcristales de cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), que son reacciones de hidratación del cemento que, al momento de tener contacto con el gas carbónico del aire, se transforma en carbonato de calcio. Aunque esto no perjudica las propiedades mecánicas del concreto, si puede ser un problema estético serio para un concreto exterior, ya que es una mancha que afecta su aspecto y empeora cuando se depositan partículas de suciedad sobre la superficie, esto puede ser provocado por las mismas lluvias.

Según Díaz, M. (2019), menciona que la eflorescencia es una patología que se presenta en varias construcciones, no solo en el distrito de Lima-Perú, sino también a nivel mundial, esto se caracteriza o se visualiza de manera de sales cristalinas, que se adhieren de manera fácil por la porosidad de los materiales, además la presencia de humedad sigue afectando las construcciones tanto formales como informales, a pesar de tener un avance de tecnología en la industria de la construcción. Como se tiene conocimiento la ciudad de Lima tiene un porcentaje alto de construcciones informales, que al no contar con un criterio técnico en la construcción y con muchas deficiencias, sufren de esta eflorescencia con mayor facilidad, esto siendo un problema frecuente en la actualidad.

Infante, S. (2018), indica que la albañilería y el concreto, presenta problemas de durabilidad, por dicha patología, esto se presenta en un determinado tiempo, que son causados por defectos de los materiales o agregados que se utilizan, o por ser provocados

por agentes externos. También pueden aparecer por debidos movimientos estructurales, que afectan los cimientos u otro elemento estructural de la edificación.

Paredes, O. (2019), en su trabajo de investigación “Patologías presentes en las viviendas de albañilería confinada debido a la naturaleza de los materiales de construcción en la ciudad de San Marcos, Cajamarca 2018”, determinó que la naturaleza y/o procedencia de los materiales de construcción no influyen de manera directa en la presencia de patologías, sino que también el proceso constructivo, la edad de las construcciones y las cargas son otros factores. La patología más frecuente que se observa en las viviendas son fisuras (94.92%), grietas (66.10%), eflorescencia (61.02%) y desprendimiento (8.47%). Dichas patologías se van presentando más con el paso del tiempo de las construcciones, caso de viviendas de 0 a 5 años se tienen los siguientes casos (fisuras 90.00%, grietas 65.00% y eflorescencia 40.00%); y en viviendas de 26 a 30 años presentan las siguientes patologías (fisuras 100.00%, grietas 100.00%, eflorescencia 100.00% y desprendimiento 75.00%).

1.1.1. Antecedentes

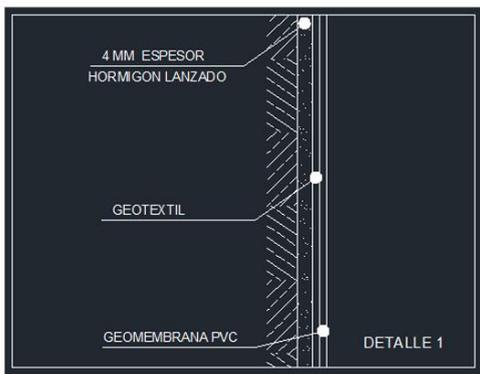
Antecedentes Internacionales

En el trabajo de Buitrón, F. (2017), de su investigación nombrada “Propuesta para la utilización de membranas de PVC en la impermeabilización de túneles bajo la norma UNE 104424”, menciona que el PVC es una resina termoplástica, en su trabajo está centrado en la elaboración de una geomembrana de PVC en laminas o membranas sintéticas con una alta resistencia y baja permeabilidad, y esta son mayormente utilizadas en los proyectos de túneles. A usar geomembranas de PVC, tienes muchas ventajas que ayuda en la construcción, como cubrir zonas que necesita ser impermealizadas, es adaptable a los relieves de terrenos donde se ubique la construcción, evite desplazamientos de terreno, tiene

resistencia a aguas subterráneas que se encuentran en los subsuelos, soporte temperaturas y presión, no genera imperfecciones como grietas o poros en el hormigón por su proceso de lixiviación, resiste a los microorganismos de los suelos y no es afectado químicamente. Por lo que concluyo que, con el uso de geomembranas de PVC, ayuda a controlar filtraciones de agua subterránea en el interior del túnel, tiene una mayor durabilidad y menor mantenimiento.

Figura 1.

Estructura del Sistema de impermeabilización



Nota: La gráfica representa como se coloca la geomembrana de PVC, para cubrir el hormigón para la impermeabilización, por Buitrón, F. (2017).

Para Viera, P., Morillo, D. & Parion, J. (2022), en la investigación “Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de cemento-arena, y cemento, cal y arena”, donde se le adicione 0.15%, 0.3% y 0.5% de cada fibra por m^3 de mortero, en los resultados de permeabilidad por absorción capilar en cada tipo de mortero, determinaron que tuvieron una menor absorción capilar en los morteros de cemento y arena con adición de 0.15% de fibras de polipropileno y el 0.15% de fibras de cabuya, pero en con la adición del 0.3% y 0.5% de cada fibra, la absorción capilar fue mayor; en caso de los morteros de cemento, cal

y arena de 0.15% y 0.5% con fibras de cabuya su absorción capilar fue mayor a la muestra patrón. Por lo que determinaron, que este tipo de fibras si reduce la permeabilidad por absorción capilar con menor porcentaje de adición de dichas fibras y también dependerá el tipo de mezcla de se utilizó para dichos ensayos.

En el trabajo de investigación Fuentes, L., Peñaranda, J. & Patiño, M. (2022) denominada “Comparación del comportamiento de un cemento asfáltico modificado con desecho PEBD y otro modificado con desechos de PVC”, donde a la se realizaron dos tipos muestra, la primera fue con una adición de 50% de PEBD (polietileno de baja densidad) y la segunda con el 50% de PVC, determinando que la modificación del cemento asfáltico con PVC muestra una mejor resistencia mecánica que el PEBD, haciendo que el pavimento conserva su forma y que no se deforme fácilmente ante las cargas que recibirá más adelante. Además, al tener una mayor resistencia esto genera una impermeabilización al flujo de agua que se puede presentar en el terreno. En otras palabras, esta modificación ayuda en extender, aumentar y prolongar la vida útil de los pavimentos.

Según Sánchez, M. (2019), pudo determinar en su investigación titulada “Reciclaje de polietileno para la fabricación de fibras para hormigón estructural: propiedades mecánicas”, que las fibras de polietileno incrementa las propiedades de hormigón, en este caso se realizaron 3 tipos de muestras de hormigón, uno que es la muestra patrón sin fibra, el segundo fue la muestra de hormigón reforzado con fibra de polietileno con una adición de volumen de 2 Kg/m^3 (HRFP-2) y la tercera muestra es reforzado con fibra de polietileno con una adición de volumen de 4 Kg/m^3 (HRFP-4), en sus resultados de ensayo de resistencia a la compresión del hormigón que fueron reforzados con la fibra tuvo un aumento cual la mayor resistencia lo obtuvo la muestra HRFP-4 donde su resistencia fue de 28 MPa superior al diseño para una resistencia de 16.4 MPa que son exigidos para el CEM III, al ver esta

mejora en la resistencia la fibra también reduce la porosidad del hormigón en un 22%. Además, reduce la permeabilidad al agua del hormigón, siendo la mayor disminución en un 14.45% de la muestra HRFP-4, y este hormigón mejorado puede aplicarse en ambientes agresivos de humedad, por lo que se concluyó que la fibra de polietileno es un buen aditivo para mejorar las propiedades del hormigón.

Y en la tesis elaborada por Quispe, I. & Ticona, E. (2017) nombrada “Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ”, donde se le adiciona en porcentajes de 10, 25, 40 y 55% de fibra de polipropileno respecto al peso del cemento, incrementa su resistencia a la compresión donde la mayor resistencia fue con la adición de 40% con fibra teniendo una resistencia de 216.77 kg/cm^2 , siendo superior a la muestra sin adición de la fibra, porque lo que determinaron, que la adición de esa fibra en el diseño de mezcla, el contenido de vacíos disminuye, ya que en los ensayos de permeabilidad no se ve ninguna incremento a la muestra patrón, al contrario estos disminuyen teniendo un rango de reducción entre un 17.21% a 18.62% referente a la absorción del agua.

Antecedentes Nacionales

Bardales, W., & Medina, A. (2022), en su trabajo de investigación titulada “Influencia del PVC reciclado en la resistencia a compresión de concreto $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$ en veredas de Cajamarca Perú en el año 2021”, determinaron que el plástico reciclado de PVC, adicionado en varios porcentajes, hace variar la resistencia a la compresión del diseño de veredas de concreto. Por lo que, haciendo la comparación de la resistencia diseñada de concreto $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$, al adicionar un 6% de PVC, aumento en un 26.61% su resistencia máxima alcanzada en 28 días, al adicionar un 12% de PVC, aumento en un 22% y por último adicionando un 18% de PVC, se tuvo un aumento de 5% su resistencia máxima. Donde

concluyeron que el PVC reciclado si es una alternativa de diseño y es aceptable si los porcentajes son menores a un 18%, por tener resultados favorables ya que tuvieron valores por encima de la resistencia diseñada y establecidas por la normativa peruana. Además, podemos concluir que al tener una mayor resistencia la porosidad del concreto se ha reducido, ya que el PVC tiene como una ventaja la baja absorción del agua y tendrá una disminución en la capilaridad.

Gutiérrez, E. (2020), en su tesis titulada “Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas”, en base de ensayos y resultados que realizo con la adición de impermeabilizante por cristalización y residuo de plástico (PVC) adicionando en 2.5% y 5% de cada uno en el concreto, determino que estos influyen de manera positiva en la resistencia a la compresión, absorción capilar y reducir el volumen de vacíos del concreto. Donde se detalló por porcentajes como estos influyen positivamente, como por ejemplo en donde se adiciono el 2.5% impermeabilizante por cristalización redujo el ritmo de absorción en un 25% , tuvo un incremento en la resistencia en un 6% y redujo el volumen de poros en un 3.3%, en el caso que se adiciono el 5% impermeabilizante por cristalización redujo el ritmo de absorción en un 41% , tuvo un incremento en la resistencia en un 10% y redujo el volumen de poros en un 3.6% todos con respecto al concreto patrón. Referente a las muestras de concreto con adición de residuo de plástico (PVC) tuvo un porcentaje menor al otro aditivo pero supero a la muestra en concreto patrón, donde en el concreto de adición de 2.5% de residuo de plástico redujo el ritmo de absorción en un 23% , tuvo un incremento en la resistencia en un 5% y redujo el volumen de poros en un 3.7% y las muestras que se adiciono el 5% residuo de plástico este redujo el ritmo de absorción en un 42% , tuvo un incremento en la resistencia en un 5% y redujo el volumen de poros en un 3.5%. Finalmente recomendó el uso de polvo

de PVC reciclado para reducir la permeabilidad y el incremento de la resistencia a la compresión del concreto, además de dar un segundo uso a los residuos de plástico para reducir la contaminación del medio ambiente.

Para Saldaña, M. (2021), en su investigación titulada “Efectos de la fibra de policloruro de vinilo reciclado sobre la resistencia a compresión y eflorescencia de ladrillo de concreto”, indica que la fibra de PVC aumenta la resistencia a la compresión, pero la en la eflorescencia presento una baja o media, según la proporción que se le adiciona a la mezcla de concreto. Es decir, a las muestras que se adiciono el 5% de fibra de PVC tuvo una eflorescencia baja, cual tuvo el mismo comportamiento de la muestra patrón, y en caso en las muestras que se adiciono el 10% y 15% tuvo una eflorescencia media referente a la muestra patrón, con lo que podemos determinar que los que tuvieron un mayor porcentaje de adición de fibra de PVC su eflorescencia es elevado, por lo que recomienda que los porcentajes sea menores de fibra de PVC para tener mejores resultados.

En el trabajo de investigación de Rodríguez, A. (2021) denominada “Aplicación de poliuretano líquido en la impermeabilización de cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático – Lima”, el uso de este producto es muy eficaz como impermeabilizante, y el uso de este producto en las cimentaciones en las edificaciones reduce la permeabilidad donde contiene o se observa presencia de nivel freático. En los resultados de los ensayos de absorción los datos que se obtuvieron fueron de 7.215 gr/cm^2 a 1.235 gr/cm^2 desde la muestra natural a la muestra del concreto con la adición del poliuretano líquido, además con la adición de ese producto se obtuvo un sellado óptimo de porosidad del concreto. Determinando que el bloque de concreto de con la adición de poliuretano líquido, hace que las estructuras de una edificación permanezcan secas en las zonas que se tiene filtración de agua en los subsuelos.

Y para Nuñez, K. (2019) en su tesis nombrada “Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales fabricados con arcilla y concreto”, donde hace mención al trabajo de investigación de Astopilco (2015), donde el objetivo principal era determinar la propiedad física y mecánica en los ladrillos de concreto con residuos de plásticos de PVC, en sus resultados de los ensayos realizados de absorción, resistencia a la compresión y módulo de rotura, concluyo que las propiedades incrementan y presento una menor capacidad de absorción de agua teniendo un valor promedio de 7.89% en los ladrillos que se adiciono un 50% de PVC y un 6.85% en los ladrillos con adición del 100% de PVC menor a la muestra patrón. Por lo que podemos decir que el residuo de PVC reduce la capilaridad del concreto.

1.1.2. Marco Teórico

El Concreto

Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos. (RNE- E.060)

El concreto es una de los materiales más usados en la actualidad en el sector construcción, ya que se ha convertido en un material trabajable en todo tipo de proyectos civiles, compuesto por agregados, cemento portland y agua, según (Budenheim, 2021), mencionado por Bardales, W. & Medina, A. (2022), definen al concreto como una de los materiales más usados a nivel mundial, por su fácil y rápida preparación, su eficiencia, maleabilidad y secado rápido hacen de este material ideal para las exigencias contemporáneas. Pueden tomar cualquier forma de acuerdo con el encofrado, piezas prefabricadas que pueden ser trasladadas de un lugar a otro, empleados en obras marítimas, reservorios, como material de relleno, sector minero entre muchos otros campos, que han puesto al concreto como el material más usado y de mayor duración complementado con

otros materiales como el acero así pasa a ser concreto armado, siendo su uso desde las resistencias bajas hasta las más altas según el diseño y uso que se le va a dar.

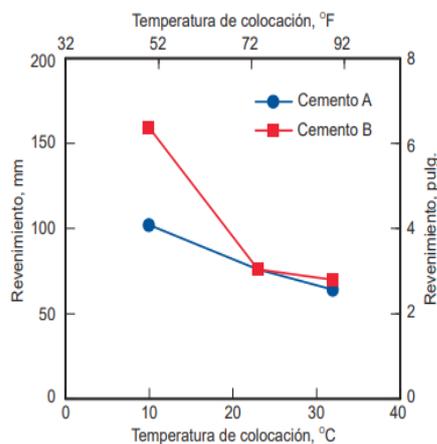
Propiedades del concreto

- **Trabajabilidad**

Según Torre, A. (2004) indica lo siguiente: “Es una propiedad del concreto fresco que se refiere a la facilidad con que este puede ser mezclado, manejado, transportado, colocado y terminado sin que se pierda su homogeneidad (exude o se segregue)” es decir para que el concreto sea trabajable, se debe seleccionar de manera apropiada las proporciones de los materiales que conforman, como los agregados, dependerá también del elemento estructural para la que ha sido diseñado el concreto.

Figura 2

Gráfica de trabajabilidad del concreto



Nota: Efecto de la temperatura de colocación en asentamiento cono de abrams-trabajabilidad relativa de dos concretos elaborados de diferentes cementos, por Kosmatka, H., Panarese, C., & Bringas, S. (1992)

- **Consistencia**

Según Medina, R. (2016), está definida por la fluidez de la mezcla, es decir su capacidad de desplazarse dentro de los elementos estructurales según su forma (encofrado), depende de la cantidad de agua y cemento, así como del tamaño y forma de los agregados que conforman la mezcla.

Tipos de Consistencia:

Consistencia seca: Contiene mayor agregado o escaso contenido de agua con relación a los otros componentes.

Consistencia plástica: Es una mezcla preparada para que fluya con facilidad y se adapte sin segregación a los elementos para los cuales ha sido diseñado.

Consistencia fluida: Es una mezcla con mayor cantidad de agua, que a simple vista se nota su fluidez dentro de los elementos encofrados.

Tabla 1*Consistencia / Asentamiento*

Consistencia	Asiento (cm)
Seca	0 – 2
Plástica	3 – 5
Blanda	6 – 9
Fluida	10 - 15

Nota: En dicha tabla se observa el tipo de consistencia y en qué medida debe tener el asiento de la mezcla, por Torre, A. (2004)

Tabla 2

Tolerancias de la mezcla

Consistencia	Tolerancia (cm)	Intervalo
Seca	0	0 – 2
Plástica	± 1	3 – 5
Blanda	± 1	6 – 9
Fluida	± 1	10 - 15

Nota: En dicha tabla se observa la tolerancia que debe tener la mezcla al momento de su proceso de elaboración, por Torre, A. (2004)

- **Cono de Abrams – slump:** Es un ensayo que se realiza al concreto fresco en un molde tronco-cónico con la finalidad de medir el asentamiento o descenso de la mezcla luego de desmoldarlo, según Medina, R. (2016)

Figura 3

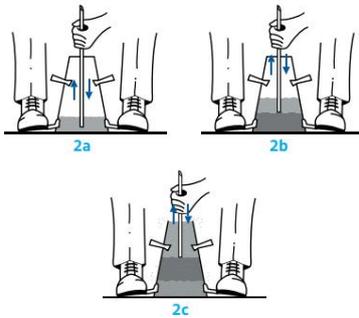
Representación del cono de Abrams



Nota: En la imagen se visualiza las dimensiones del cono de Abrams. Tomado de la página web de Aceros Arequipa.

Figura 4

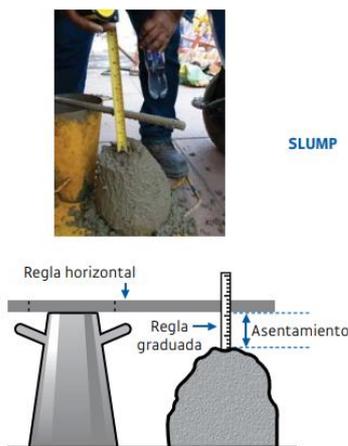
Ensayo del cono de Abrams



Nota: En la figura se observa el proceso del ensayo del cono Abrams, donde se realiza el llenado en 3 capas, y con una varilla de acero de 16mm de diámetro se realiza una compactación de 25 golpes de manera uniforme por cada capa. Tomado de la página web de Aceros Arequipa.

Figura 5

Obtención del slump



Nota: En la figura se visualiza la manera como se debe proceder con la medición del slump, que debe medirse de un punto medio de altura, para ver su asentamiento. Tomado de la página web de Aceros Arequipa.

- **Segregación:** Es la separación de los materiales gruesos con los finos, que se refleja en la común mente llamado cangrejas, esto puede ser debido a la falta de vibración en el momento de colocado del concreto en los diferentes elementos estructurales o la presencia de tuberías de instalaciones, según lo indica Solar (2017)

Figura 6

Segregación del concreto



Nota: En la imagen se visualiza la segregación del concreto después de un vaciado o llenado de alguna estructura. Tomado de la página web de Global Invent (2021).

- **Exudación:** Es la lámina de agua que se muestra en la superficie del concreto recién colocado, es causada por el asentamiento de los componentes de la mezcla, siendo este un proceso normal, es útil para el control de fisuras por contracción y no disminuye la calidad del concreto, pero si es en mayor cantidad se debe a la relación agua cemento, siendo perjudicial para la durabilidad de la superficie, según lo establecen Kosmatka, H., Panarese, C., & Bringas, S. (1992).

Figura 7

Exudación del concreto después del vaciado en una estructura

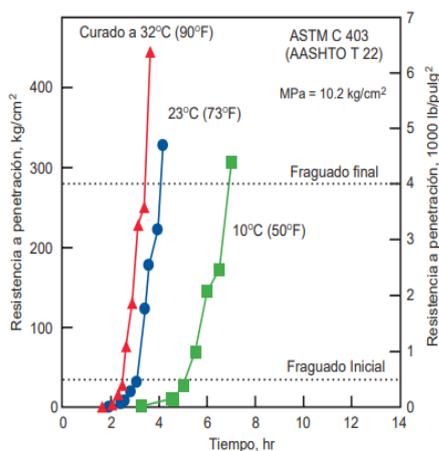


Nota: En la imagen se visualiza como se genera la exudación del concreto posteriormente del llenado de una estructura, por Kosmatka, H., Panarese, C., & Bringas, S. (1992).

- **Fraguado:** Según cementos Inka (s/f), es el proceso en el cual el concreto pierde su plasticidad y empieza a endurecer debido a la reacción química que se da del cemento con el agua, generalmente se da a las 2 horas después de haber realizado la mezcla.

Figura 8

Tiempo de fraguado



Nota: En la gráfica se observa el tiempo que toma para llegar a un fraguado final según el diseño de mezcla elaborado, por Kosmatka, H., Panarese, C., & Bringas, S. (1992).

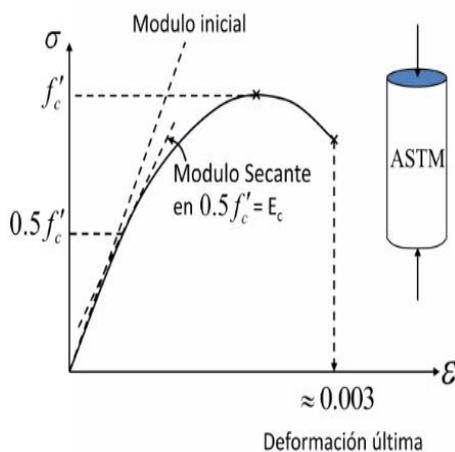
- **Curado del concreto:** Se define como tiempo de curado al periodo durante el cual el concreto es mantenido en condiciones de humedad y temperatura altas, como para lograr la hidratación del cemento en la magnitud que se desea alcanzar para la resistencia seleccionada, indicado por Torres, A. (2004)

PROPIEDADES DEL CONCRETO ENDURECIDO

- **Módulo de Elasticidad:** En el RNE – E.060, menciona lo siguiente: “Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad de la materia”.

Figura 9

Módulo de elasticidad



Nota: Gráfica que proporciona el valor entre la deformación lateral y longitudinal del concreto endurecido, por Valarezo, M. (2011)

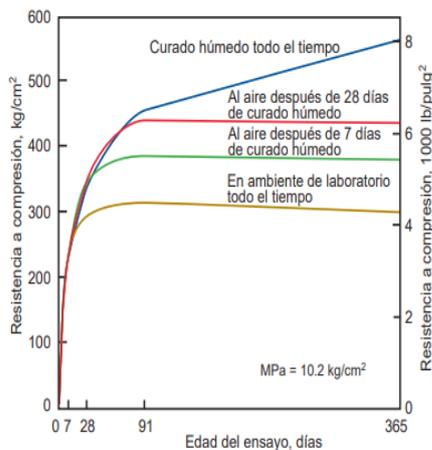
- **Resistencia:** Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, teniendo un mejor comportamiento en compresión, expresado en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2), esta propiedad del concreto es una función del proceso de hidratación, que se puede decir que es relativamente lento, llega a la resistencia máxima a los 28 días,

Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

para ser sometido a esta prueba el concreto se basan en muestras cilíndricas (probetas), las cuales son sometidos a compresión, esto según Kosmatka, H., Panarese, C., & Bringas, S. (1992)

Figura 10

Resistencia a la compresión



Nota: En la gráfica se observa la resistencia que llega a tener el concreto, según el tiempo curado a que se es sometido, por Kosmatka, H., Panarese, C., & Bringas, S. (1992)

Materiales y componentes del concreto

- a) **Cemento:** Es un polvo fino que se obtiene de la calcinación a 1450°C de una mezcla de piedra caliza, arcilla y mineral de hierro, el producto del proceso de calcinación es el Clinker- principal ingrediente del cemento. (Cemex, 2019)
- b) **Cemento Portland:** Producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos que no excedan del 1% en peso del total siempre que la norma correspondiente establezca que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Todos los

productos adicionados deberán ser pulverizados de manera conjunta con el clinker.

(RNE E.060)

Tipo de Cemento Portland

- **Cemento tipo I:** Es de uso general, apropiado para todos los usos donde no se requiere las propiedades de otros cementos, es decir se emplea en concretos para puentes, pavimentos, edificaciones, mampostería, elementos prefabricados, tanques entre muchos otros. (Cemex, 2019)
- **Cemento tipo II y tipo II (MH):** Moderado Resistencia a sulfatos y al calor de hidratación, este cemento tiene propiedades de moderada resistencia a sulfatos por su contenido no más de 8% de aluminato tricálcico. Es decir, puede ser usado en lugares expuestos a suelos o agua subterránea, como las cimentaciones. (Cemex, 2019)
- **Cemento tipo III (Altas resistencias iniciales):** En este tipo de cemento sus partículas se muelen más finamente a diferencia del cemento tipo I, su uso se da cuando se necesita remover el encofrado a edades tempranas o cuando la estructura será puesta al servicio rápidamente. (Cemex, 2019)
- **Cemento tipo IV (Para lograr bajo calor de hidratación):** Se usa para minimizar la tasa y cantidad de calor generado por la hidratación, por lo que este cemento desarrolla la resistencia en una tasa más lenta que los otros tipos, su uso puede darse en estructuras de concreto masivo que puede ser afectado por la temperatura alta derivado por el calor generado durante el fraguado y esta debe ser minimizado, en lugares donde las temperaturas del ambiente sean altas. (Cemex, 2019)

- **Cemento tipo V (Altas resistencia a sulfatos):** Su uso se da en concretos expuestos a la acción severa de sulfatos, principalmente donde el suelo y el agua subterránea contienen gran concentración de estos, la alta resistencia de este cemento se debe al bajo contenido de aluminio tricálcico, no excediendo el 5%, de mayor uso en construcciones de cercanía al mar o donde existe mayor exposición de sales. (Cemex, 2019)
- c) **Agua:** El agua, en su estado líquido es uno de los componentes principales de la mezcla del concreto, permitiendo al cemento en conjuntamente con los agregados desarrolle su capacidad de trabajabilidad, por ello también es responsable en el proceso de alcanzar la resistencia del concreto mediante el curado posvaciado de los elementos estructurales, la calidad de agua que se emplea en el concreto debe de preferencia potable, libre de sustancias como sales, materias orgánicas entre otros. (RNE – E.060)
- d) **Agregados:** Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada, escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico (RNE E.060). Estos materiales deben de pasar por un control de calidad antes de formar parte de la mezcla de concreto, siendo el porcentaje mayor del volumen total del concreto.

Tabla 3

Descripción de tamaño del agregado

Tamaño (mm)	Mayor a 50	Entre 50 y 19,0	Entre 19,0 y 4,75	Entre 4,75 y 2,36	Entre 2,36 y 0,42	Entre 0,42 y 0,074	Entre 0,074 y 0,002	Menor a 0,002
Denominación	Piedra	Grava	Gravilla	Arena Gruesa	Arena media	Arena fina	Limo	Arcilla
Denominación	Agregado grueso			Agregado fino			Fracción muy fina	
Recomendación	Material bueno para producir concreto			Material bueno para producir concreto			Material no recomendable	

Nota: En esta tabla muestra cómo se han separado los agregados por tamaño, tipo y su recomendación para su uso, como lo describe en el libro tecnología del concreto y mortero (2022) mencionado por Ferreyra & Torres (2014)

- **Agregado fino:** Es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9.5 mm (3/8") y queda retenido en el tamiz normalizado de 74 μm (N°200). NTP 400-037 (2014) y (RNE-E.060).

Tabla 4

Granulometría del agregado fino

Tamiz Estándar	% en peso del material que pasa el tamiz
9.5mm (3/8")	100
4.75mm (#4)	95 a 100
2.36mm (#8)	80 a 100
1.18mm (#16)	50 a 85
600 μm (#30)	25 a 60
300 μm (#50)	05 a 60
150 μm (#100)	0 a 10

Nota: La tabla indica el porcentaje de retención del agregado fino por cada malla o tamiz, por NTP 400.037

- **Agregado grueso:** Agregados retenido en el tamiz 4,75mm (N°4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas. NTP 400-037 (2014) y (RNE-E.060).

Tabla 5

Granulometría del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados												
		100 mm (4 pulg.)	90 mm (3 1/2 pulg.)	75 mm (3 pulg.)	63 mm (2 1/2 pulg.)	50 mm (2 pulg.)	37,5 mm (1 1/2 pulg.)	25,0 mm (1 pulg.)	19,0 mm (3/4 pulg.)	12,5 mm (1/2 pulg.)	9,5 mm (3/8 pulg.)	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)
1	900 mm a 37,5 mm (3 1/2 pulg. a 1 1/2 pulg.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
2	6,3 mm a 37,5 mm (2 1/2 pulg. a 1 1/2 pulg.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg. a 1 pulg.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg. a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 pulg. a 3/4 pulg.)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg. a N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg. a 1/2 pulg.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg. a 3/8 pulg.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg. a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg. a 3/8 pulg.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg. a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg. a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg. a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg. a 3/8 pulg.)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10
9A	4,75 mm a 1,18 mm (N°4 a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10

Nota: Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, siempre y cuando existan estudios calificados a satisfacción de las partes, que aseguren que el material producirá concreto de la calidad requerida, por NTP 400-037

- e) **Aditivo:** Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades. (RNE - E.060)
- f) **Dosificación:** La dosificación del concreto se refiere a las proporciones correspondientes de los materiales que se debe utilizar para el concreto, con la finalidad de obtener las características que le permiten utilizarlo de manera segura, esas características son la resistencia, la durabilidad y adherencia requerida.
(Cementos Inka s/f)

g) **PVC:** Es un material plastificante de peso liviano y de larga duración que su uso se da en múltiples sectores industriales, construcción, alimentaria conservación, salud, agropecuaria, pesca, minería, energía, entre otros tiene como definición según Acoplasticos (2021), el policloruro de vinilo (PVC) es un polímero sintético que se obtiene de dos materias primas naturales que son: el cloruro de sodio o más conocido como la sal común con sus siglas (CINa) 57 % y el petróleo o gas natural el 43%, haciendo un producto menos dependiente de recursos no renovables a diferencia de otros plásticos.

Además, es uno de los polímeros más estudiados y utilizados por su amplia versatilidad para diversas áreas, el PVC hace de la vida humana más fácil, seguro, comfortable al estar presente en una gama de productos que contribuye a mejorar las condiciones de vida, así encontramos la presencia de este producto en diferentes presentaciones como artículos de limpieza, electrodomésticos, equipos de deporte, juguetes, ropa de seguridad (zapatos, casco, lentes) entre muchos otros accesorios.

En el sector de la construcción, el PVC es usado como tuberías para las instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas, perfiles de ventanas, sardineles, contrazocalo, tapa juntas, tableros eléctricos, accesorios de acabados, de ellos generándose grandes cantidades de residuos en la mayoría de caso eliminados sin fin de reciclaje o reusó. Aportando con ello el incremento de la contaminación del medio ambiente.

Tabla 6

Propiedades del PVC

Propiedades	Norma
Peso específico a 25° C	ASTM D – 792
Coefficiente de Dilatación térmica	ASTM D - 696
Inflamabilidad	NTP 399. 007
Resistencia a la Tracción	ASTM D - 638
Resistencia a la compresión	NTP ISO 4422

Nota: En la tabla se observa las normas donde se encuentra cada propiedad del PVC, por Bardales, W & Medina, A. (2021) y de la NTP-ISO 4422 (2006)

Ventajas del PVC

Según Acoplásticos (2021) que el PVC tiene las siguientes ventajas:

- Excelente resistencia mecánica al impacto
- Peso ligero (1.4 g/cm^3)
- Material duradero de larga vida en servicio
- Resistente a la acción de productos químicos y a la corrosión
- Aislante acústico, térmico, eléctrico
- Material 100 % reciclable
- Resistente al fuego
- Material innovador, de fácil aplicación que facilita a los diseñadores a mejorar y crear nuevos productos.
- De costo competitivo
- De consumo relativamente bajo de energía en su fabricación, transformación y uso, haciendo de este producto una excelente relación costo - beneficio en términos económicos y medio ambientales.

Figura 11

Polvo de PVC

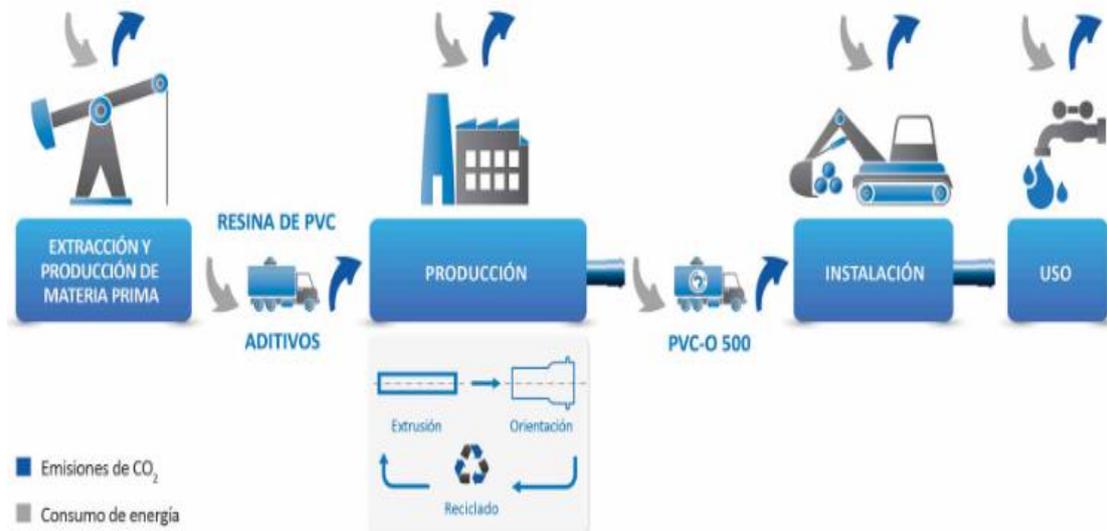


Nota: En la imagen se ve lo obtención del residuo del PVC sin ningún fin de reciclaje.

h) Reciclaje de plásticos: Es un proceso de recolección, de los diferentes materiales, los cuales pueden ser utilizados, mediante procesos para la elaboración de nuevos productos, de esta manera contribuyendo con el cuidado del medio ambiente, plásticos (pet), tubos de PVC de mayor uso en construcciones. Según Arandes, J., Bilbao, J., & López, D. (2004) en la Revista Iberoamericana de polímeros, 5(1), 28-45, mencionan que el consumo materiales plásticos cada vez más va en aumento, teniendo un incremento del 4% anualmente, si en el año 1978 se tenía un consumo de estos materiales de 10 M de tn, para el año 2000 ya era de 60 M, que a la actualidad sigue en crecimiento, es por ello la importancia del reciclaje para de esa manera de pueda contrarrestar la contaminación ambiental y generar un segundo uso a partir del reciclaje.

Figura 12

Proceso de elaboración de PVC



Nota: Se observa todo el proceso de elaboración del PVC hasta su uso, como también el proceso del reciclado, tomado de Molecor Tecnología (2017).

- i) **Suelo:** Son compuestos por varios sales y minerales, diferentes tamaños de partículas tienen elevados volúmenes de poros llenos de agua y gas. Se caracteriza por estas dividido en dos grandes grupos; como suelos finos que son formados por arcillas y limos, y los suelos gruesos formados por arenas y gravas, según lo menciona Corral, T. (2008).
- j) **Eflorescencia:** Se denomina a las manchas blancas expuestas en las partes bajas de las construcciones debido al fenómeno de capilaridad y absorción de sales disueltas, comúnmente llamado salitre. Según Medina & Ceron (2013), se genera cuando los materiales contienen sales solubles en su interior o cuando los materiales pueden absorber agua con sales disueltas. Son manchas blanquecinas sobre la superficie de los muros formándose cristalizaciones algodonosas de lento crecimiento.

Figura 13

Apariencia de la eflorescencia en el concreto

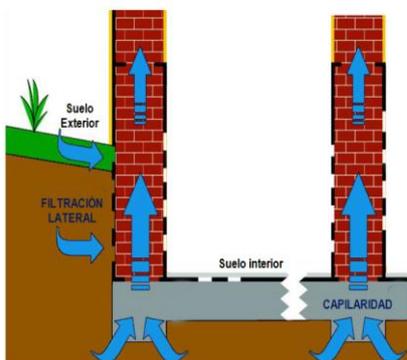


Nota: La eflorescencia se presenta como una cristalización algodonosa, que provoca con el pasar del tiempo deterioro a las estructuras.

- k) Capilaridad:** Como lo indica Fernández, J. (1991), en la construcción es más conocido como la humedad ascendente, que se produce por materiales porosos y esos se encuentre en presencia de agua, haciendo que esta desafíe las leyes físicas de la gravedad y alcance alturas muy superiores al nivel freático, estas manifestaciones se dan en los muros bajos de las edificaciones.

Figura 14

Representación de la capilaridad en el concreto



Nota: La capilaridad se produce desde el suelo, la humedad se filtra por las estructuras.

Tomado de la página web de Hume Ingeniería S.L.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿En qué medida la adición de polvo de PVC reciclado influye para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f^c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022?

1.2.2. Problemas Específicos

Problema específico 1

¿Cómo influye la adición de polvo de PVC reciclado en la disminución de la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f^c= 210$ y 280 Kg/cm^2 ?

Problema específico 2

¿De qué manera afecta la adición de polvo de PVC reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto $f^c= 210$ y 280 kg/cm^2 ?

Problema específico 3

¿En qué medida influye la adición de polvo de PVC reciclado en la absorción de agua en el concreto $f^c= 210$ y 280 kg/cm^2 ?

1.3. Justificación del Estudio

El siguiente trabajo de investigación se busca justificar de manera práctica el uso de un aditivo como el polvo de PVC reciclado como una alternativa contra la eflorescencia por capilaridad en el concreto, es decir cubrir los poros generados en el concreto y de esa manera reducir el ingreso de la humedad de manera interna en las cimentaciones, sobrecimientos y

partes bajas de la edificación y darle mayor tiempo de vida útil, además de mantener su estética constructiva y su valor comercial con el pasar de los años, sin afectar las propiedades mecánicas y físicas del concreto.

Lo que mostramos en este trabajo, es buscar una nueva alternativa de aditivo para el concreto, utilizando un producto con materiales o residuos reutilizables, como en este caso tubos de PVC que se usan para las instalaciones eléctricas o sanitarias en todas las construcciones, al tener residuos de este tipo al ser trituradas y tener una sustancia en polvo, estas pueden ser adicionadas a las mezclas de concreto y reducir la porosidad que se forman como mejorar su resistencia. Esta idea, se toma de otras investigaciones que realizaron usando residuos de PVC para el concreto o mejorar la calidad de ladrillos de concreto, como también de otro tipo de residuo, para reducir la capilaridad o la absorción del agua, esto teniendo en cuenta que las construcciones con el transcurrir de los años presentan la eflorescencia en un 61.02%, según Paredes, O. (2019), lo cual buscamos reducir dicha patología.

Además, con este trabajo estamos promoviendo el uso de polvo de PVC usando los residuos o productos reciclables con material alternativo, así mismo esto contribuye con el cuidado del medio ambiente.

1.4. Límites del Estudio

La investigación realizada presento algunas limitaciones al momento de conseguir el polvo de PVC, ya que este se debe adquirir en un polvo lo más fino posible y en proporciones mayores, por las que las empresas que realizan tubos de PVC, no reúnen este tipo de polvo con facilidad, ya que deben cortar en cantidades mayores para tener un gramo de este polvo,

además de conseguirlo contiene muchas impurezas, por lo que se debemos tamizarlo en la malla #16, con el fin de tener el polvo de PVC lo más limpio posible.

Además, el uso de laboratorio no ha sido uso continuo, ya que se debe solicitar con varios días de anticipación y la disponibilidad para el uso adecuado sin interrumpir sus actividades.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Determinar en qué medida la adición de polvo de PVC reciclado disminuyo la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ Y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022.

1.5.2. Objetivos Específicos

Objetivo específico 1

Calcular como influye la adición del polvo de PVC reciclado en la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Objetivo específico 2

Evaluar en qué medida afecta la adición del polvo de PVC reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Objetivo específico 3

Cuantificar cual es la influencia de la adición polvo de PVC reciclado en la absorción de agua en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La adición de polvo de PVC reciclado influye en la capilaridad y el efecto de eflorescencia el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022.

1.6.2. Hipótesis Específicas

Hipótesis Especifica 1

La adición del polvo de PVC reciclado reduce la capilaridad y el efecto de la eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Hipótesis Especifica 2

La adición del polvo de PVC reciclado no disminuye la resistencia a la compresión en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Hipótesis Especifica 3

La adición del polvo de PVC reciclado afecta significativamente en la no absorción de agua en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de Investigación

El presente trabajo pertenece al tipo de investigación aplicada, según (Murillo,2008), como fue citado por Cordero, Z. (2009), que indica lo siguiente: “Investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación”. Por lo que, el desarrollo de este trabajo está basado en la investigación aplicada, ya que se busca nuevas alternativas desde un reciclaje, para minimizar los problemas de eflorescencia que se dan a causa del efecto por capilaridad que afecta a las cimentaciones y partes bajas de las construcciones de concreto.

2.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación es de tipo cuasi-experimental, está dentro de la investigación experimental por ende parte de la investigación cuantitativo, según Arias, J. & Covinos, M. (2021) se define que: “Este tipo de diseño implica la presencia de un grupo de control o comparación, los cuasi experimentos se utilizan cuando no es posible utilizar sujetos de forma aleatoria, es decir, al igual que el pre experimento están preelegidos”. En resumen, este tipo de investigación puede controlar la variable independiente graduando los niveles de tiempos diferentes con el fin de buscar los mejores resultados obtenidos.

2.3. Enfoque de Investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo no probabilístico por ser cuasi experimental, dado que se busca enumerar los beneficios que trae el uso de polvo de PVC, como material reciclado adicionado al concreto, para minimizar las afecciones que sufre este

en las cimentaciones o partes bajas que son afectadas por la eflorescencia como consecuencia del fenómeno de capilaridad, esto sin afectar la resistencia del concreto.

Tipo de Variables

Podemos identificar estas variables en dos tipos:

Variable dependiente

- Capilaridad
- Resistencia a la compresión
- Absorción de agua

Variable independiente

- Polvo de PVC reciclado

2.4. Matriz de Operacionalización de variables

Tabla 7

Matriz de Operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN				
Variables	Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Ítems
		¿Qué necesito estudiar de la variable?	¿Qué necesito estudiar de la dimensión?	¿Qué necesito para estudiar del indicador?
V.I.: Polvo de PVC reciclado	"Término referente al polvo de PVC reciclado que se adicionan en % a la mezcla de concreto".	Concreto con polvo de PVC reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> - Dosificación. - Moldeo. - Fraguado. - Curado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Formatos y peso. - Adecuado llenado de moldes y desmolde - Tiempo.
V.D.: Capilaridad	"Es la capacidad de los líquidos en ascender por poros o rajaduras minúsculas que se encuentra en el concreto, que se debe a la tensión superficial de los líquidos".	Altura del agua en el concreto producida por la capilaridad utilizando diferentes % de polvo de PVC reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de succión capilar. 	<ul style="list-style-type: none"> - Reservorio de agua. - Cinta métrica - Probetas de concreto - Fichas de observación
V. D.: Resistencia a la compresión en el concreto.	"La resistencia a la compresión en el concreto es el resultado generado del comportamiento del concreto más adecuado y favorable".	Resistencia a la compresión para el concreto utilizando diferentes % de polvo de PVC reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> - Carga máxima de rotura. - Longitud, ancho y espesor del espécimen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maquina de ensayo a la compresión y formatos – kg/cm^2. - Observación.
V. D.: Absorción de agua.	El ensayo evalúa la capacidad del concreto para absorber agua, esto se cuantifica por la diferencia de masa entre una muestra seca y una que ha sido sumergida totalmente por 5 días en agua.	Absorción de agua en el concreto utilizando diferentes % de polvo de PVC reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento en el peso de la muestra sumergida. - Densidad del concreto. - Secado de los especímenes al horno - Cálculo del porcentaje de absorción de agua 	<ul style="list-style-type: none"> - Balanza con canastilla. - Cinta métrica - Horno 110°C - Probetas de concreto - Diferencia de peso original y peso final (% absorción de agua). - Fichas de observación

2.5. Matriz de Consistencia

Tabla 8
Matriz de Consistencia

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES INDICADORES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	INDICE	DISEÑO
PREGUNTA GENERAL ¿En qué medida la adición de polvo de PVC reciclado influye para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c = 210$ Y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022?	OBJETIVO GENERAL Determinar en qué medida la adición de polvo de PVC reciclado disminuye la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c = 210$ Y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022	HIPOTESIS GENERAL La adición de polvo de PVC reciclado influye en la capilaridad y el efecto de eflorescencia el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022	VARIABLE INDEPENDIENTE Polvo de PVC reciclado	Concreto con polvo de PVC reciclado.	Dosificación, moldeo, fraguado y curado	Tesis, Artículos, formatos.	Und	SEGÚN EL PROPÓSITO: Tipo Aplicada POR SU ENFOQUE: Cuantitativa
PREGUNTAS ESPECÍFICAS PE1: ¿Cómo influye la adición de polvo de PVC reciclado en la disminución de la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c = 210$ Y 280 Kg/cm^2 ?	OBJETIVOS ESPECÍFICOS OE1: Calcular como influye polvo de PVC reciclado en la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS HE1: La adición del polvo de PVC reciclado reduce la capilaridad y el efecto de la eflorescencia en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .	VARIABLE DEPENDIENTE Capilaridad	Altura del agua en el concreto producida por la capilaridad utilizando diferentes % de polvo de PVC reciclado.	Cantidad de succión capilar	Reservorio de agua, cinta métrica, probetas de concreto y fichas de observación	cm o mm	SEGÚN EL DISEÑO: Cuasi - Experimental NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Explicativo
PE2: ¿De qué manera afecta la adición de polvo de PVC reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 ?	OE2: Evaluar en qué medida afecta la adición del polvo de PVC reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2	HE2: La adición del polvo de PVC reciclado no disminuye la resistencia a la compresión en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .	Resistencia a la compresión en el concreto	Resistencia a la compresión para el concreto utilizando diferentes % de polvo de PVC reciclado.	Longitud, ancho y espesor del espécimen; y su carga máxima de rotura.	Máquina de ensayo a la compresión y formatos – kg/cm^2 y la observación.	kg/cm^2	
PE3: ¿En qué medida influye la adición de polvo de PVC reciclado en la absorción de agua en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 ?	OE3: Cuantificar cual es la influencia de la adición polvo de PVC reciclado en la absorción de agua en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2	HE3: La adición del polvo de PVC reciclado afecta positivamente/significativamente en la no absorción de agua en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .	Absorción de agua	Absorción de agua en el concreto utilizando diferentes % de polvo de PVC reciclado	Aumento en el peso de la muestra sumergida, densidad del concreto, secado de los especímenes al horno y cálculo del porcentaje de absorción.	Balanza con canastilla, cinta métrica, horno 110°C , probetas de concreto, diferencia de peso original y peso final (% absorción de agua) y fichas de observación	Porcentaje (%)	

2.6. Población

Como es definido por Mejia, E. (2005), que lo menciona Arias, J. & Covinos, M. (2021) en su trabajo de investigación de título “Diseño y metodología de la investigación”, lo describen de la siguiente manera: “La población es la totalidad de elementos del estudio, es delimitado por el investigador según la definición que se formule en el estudio”. Es decir que la población se refiere a un número de elementos a investigar, en este caso la población es de 96 probetas cilíndricas de concreto para cada resistencia.

2.7. Muestra

En esta investigación la muestra está constituida por la cantidad de probetas realizadas con polvo de PVC en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, para cada resistencia de $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 , teniendo un total de 96 probetas, la cual se realizó de la siguiente manera:

Muestra patrón para cada resistencia

3 probetas de concreto para ensayo en 7 días

3 probetas de concreto para ensayo en 14 días

3 probetas de concreto para ensayo en 28 días

3 probetas de concreto para ensayo de capilaridad

Concreto convencional más 1 % de polvo de PVC para cada resistencia

3 probetas de concreto para ensayo en 7 días

3 probetas de concreto para ensayo en 14 días

3 probetas de concreto para ensayo en 28 días

3 probetas de concreto para ensayo de capilaridad

Concreto convencional más 2.5 % de polvo de PVC para cada resistencia

3 probetas de concreto para ensayo en 7 días

3 probetas de concreto para ensayo en 14 días

3 probetas de concreto para ensayo en 28 días

3 probetas de concreto para ensayo de capilaridad

Concreto convencional más 5% de polvo de PVC para cada resistencia

3 probetas de concreto para ensayo en 7 días

3 probetas de concreto para ensayo en 14 días

3 probetas de concreto para ensayo en 28 días

3 probetas de concreto para ensayo de capilaridad

2.8. Técnicas de análisis de datos e instrumentos de recolección

➤ Técnica de análisis de datos

Según lo mencionado por Gómez, M. (2006), es la realización de las operaciones de los que el investigador obtiene los datos con la finalidad de lograr los objetivos del estudio, es decir que no todas las operaciones pueden determinarse de antemano de manera rígida, por ello la recolección de datos y análisis de las muestras primarias pueden presentar problemas y obstáculos a la planificación inicial de análisis de datos.

En este trabajo de investigación será de análisis y observación, debido a que las muestras serán elaborados y analizadas en el laboratorio de concreto, mediante ensayos con el método ACI (comité 211) y la NTP, como también la observación visual, sobre la reacción de las probetas frente al fenómeno de capilaridad.

➤ Instrumentos

Lo utilizado para estos ensayos es una ficha de registro que nos permite anotar los datos obtenidos de los estudios del laboratorio, del análisis de los materiales (agregados) y del diseño de la mezcla de concreto. Los equipos y materiales corresponden a las exigencias de la norma ASTM C-172/NTP 339.036, practica normalizada para el muestreo de mezcla de concreto fresco.

➤ Equipos y material

- Mezcladora de concreto
- Máquina universal para ensayos de rotura de probetas
- Tamices
- Taras de aceros
- Balanza
- Horno
- Recipiente cilíndrico y varilla de fierro
- Molde cónico de Absorción y fiolas
- Olla Washington para el contenido de presión de aire
- Cono de Abrams
- Molde de probetas cilíndricas
- Piscina de curado
- Termómetro digital tipo martillo
- Polvo de PVC reciclado
- Agregados (Fino y grueso) y cemento

Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Figura 15

Mezcladora de concreto



Figura 16

Máquina universal para ensayos de rotura de probeta



Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Figura 17

Tamices



Figura 18

Tara y balanza



Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Figura 19

Horno a una temperatura de $+110^\circ\text{C}$



Figura 20

Moldes de probetas cilíndricas



Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Figura 21

Agregado Grueso y fino



Figura 22

Polvo de PVC reciclado



2.9. Procedimiento de recolección de Datos

Para realizar nuestro tema de investigación se procedió con la obtención de los materiales y agregados que se utilizó para el diseño de la mezcla, siendo estos los siguientes:

➤ **Obtención de Agregado Grueso y Fino**

Los agregados necesarios para el uso de los ensayos y el diseño de mezcla fueron extraídos de la Cantera Coronel, ubicado en el distrito de Carabayllo, de la provincia y departamento de Lima.

Los ensayos realizados según la norma E-060 del Reglamento nacional de Edificaciones (RNE) fueron elaborados en el laboratorio de la empresa C.G. & M proyectos y construcciones S.A.C., ubicado en el distrito de Angamos con sede en el distrito de Comas, de la provincia y departamento de Lima.

➤ **Obtención de Polvo de PVC reciclado**

Este material se obtiene del corte de las tuberías de PVC que se genera como parte del proceso de fabricación, se obtuvo gracias a la empresa fabricante de tuberías, como conexiones o accesorios de PVC para instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas de las medidas que exige el mercado de la construcción, ubicada en el distrito de Comas, departamento y provincia de Lima, al realizar el corte constante de este material se acumula la merma que vienen a ser el polvo de PVC reciclado, que se usó como nuestra tesis, donde se recolecto 20 kg.

2.10. Procedimiento de Tratamiento y Análisis de datos de los materiales

Para este trabajo de investigación se ha realizado varios tipos de ensayos y estudios de los materiales que componen el diseño del concreto y los factores que pueden hacer estos materiales modifiquen la resistencia en compresión.

Se realizo como primer paso, a proceder con los ensayos requeridos de los materiales a utilizar en nuestro diseño de concreto, para el caso de los agregados finos y grueso, realizamos el análisis de granulométrico, y para el caso del polvo de PVC reciclado, lo pasaremos por un tamiz con una malla #16, para retirar todas las impurezas que tiene al momento que se hizo la recolección.

Como segundo paso, una vez realizado todos los ensayos en los agregados, desarrollamos el diseño de mezcla de concreto, haciendo un primer diseño para la muestra patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, y luego a base de estos diseños se le adicionara el polvo de PVC reciclado en proporciones de 1%, 2.5% y 5% referente al peso del cemento portland tipo I, de acuerdo con estas proporciones se determinó la cantidad de agua a utilizar para cada diseño, una vez determinado el diseño de mezcla sin y con polvo de PVC reciclado, procedimos a realizar todos los ensayos para determinar el rendimiento, temperatura y el contenido de aire.

Como un tercer paso, usamos las fichas técnicas de observación, para tomar notas de los datos de los procesos y ensayos técnicos que hemos realizado, tanto como la colocación de fechas en la realización de las probetas de cada resistencia, y las fechas de las roturas en los ensayos de resistencia a la compresión axial según ASTM C39.

➤ **Procedimiento con el polvo de PVC reciclado**

Una vez recolectado el polvo de PVC reciclado, en el laboratorio se procedió con quitar las impurezas que se puedan a ver unido en el proceso de recopilación del material, utilizando el Tamiz de malla # 16, procedimos con pasar todo el polvo de PVC en un recipiente limpio tratando de no perder mucho el polvillo que tiene este material.

Luego separamos por porcentajes 1%, 2.5% y 5% con relación al peso del cemento en recipientes, ya establecido en diseño de mezcla de patrón para el concreto de resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, este polvo de PVC será pesado en gramos.

Figura 23

Polvo de PVC reciclado llevado al laboratorio para su tamizado



Nota: Se realiza el tamizado por la malla #16, para quitar todas las impurezas que pueda tener.

Figura 24

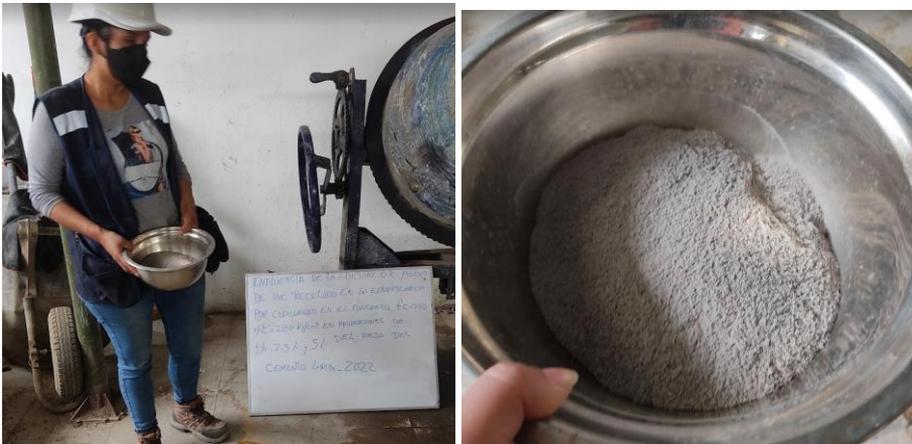
Polvo de PVC separado de los residuos o impurezas



Nota: Se observa que en el tamiz de la malla #16, a retenido las impurezas que se tiene en el polvo de PVC.

Figura 25

Separación de Polvo de PVC para las proporciones establecidas



Nota: Procedimos con la distribución de los porcentajes de adición del polvo de PVC en recipientes del 1%, 2.5% y 5%, para cada tipo de diseño de mezcla, el material a adicionar debe estar libre de impurezas y ser lo más fino posible.

➤ Procedimiento de los agregados

Siguiendo con los pasos para nuestra investigación experimental, procedemos a realizar los ensayos respectivos en los agregados, para poder determinar su granulometría, densidad, módulo de Finura (en agregado fino), peso volumétrico y peso unitario, tal como lo requiere la Norma Técnica Peruana.

Ensayo de granulometría del agregado fino

Según lo mencionado por Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W. & Tanesi, J. (2004), en la revista de Diseño y Control de Mezclas de Concreto, indican que “La granulometría es la distribución del tamaño de las partículas de un agregado, que se determina a través del análisis de los tamices (cedazos, cribas)”, esto basados en las normas (ASTM C 136, AASHTO T 27, COVENIN 0255, IRAM 1505, NCh165, NMX-C-077, NTC 77, NTE 0696, NTP 400.012 y UNIT 48). Esto quiere decir que el agregado que pasará por tamices de diferentes mallas metálicas de aberturas cuadradas, cada partícula del agregado que sea retenido en cada malla será debidamente pesados con el fin de obtener el porcentaje referente al peso total utilizado.

En caso de la granulometría de la arena fina, para Muciño (2004), que fue mencionado y citado por Gutarra, L. (2022), el objetivo de este ensayo es determinar los diferentes tamaños que tienen las partículas en el agregado fino. En donde se empleó el ensayo mediante diferentes mallas que fueron: Tamiz de malla de $3/8''$, y las de malla #4, #8, #16, #30, #50 y #100 de la serie Tyler. La granulometría del agregado fino debe estar dentro de las normas NTP 400.012 o la ASTM C 136.

Para este ensayo utilizamos los siguientes equipos:

- Tamices
- Balanza
- Taras

Figura 26

Tamizado del agregado fino



Nota: Se realizó el tamizado de la arena por diferentes mallas para obtener el porcentaje de retención.

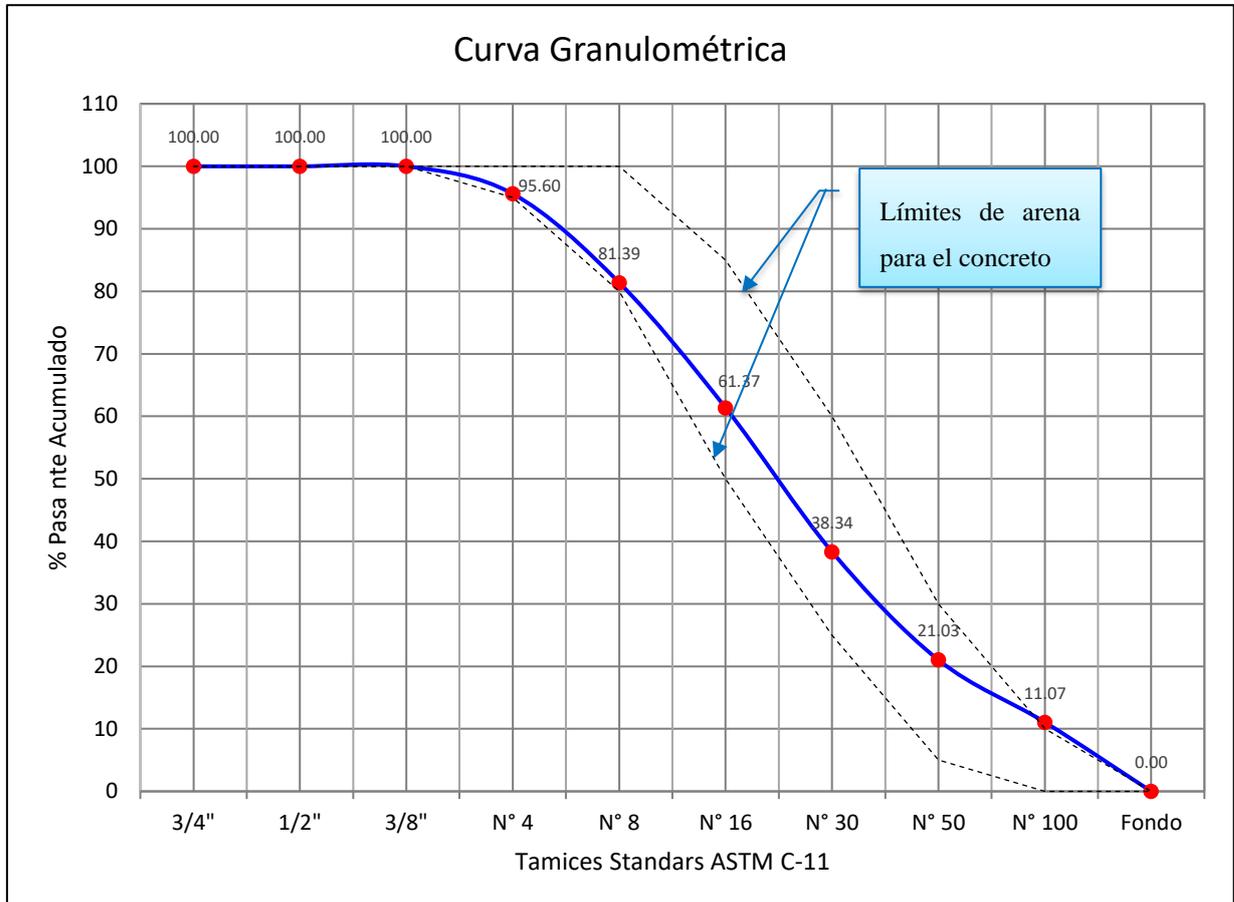
Tabla 9

Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz	Abertura (mm)	Material Retenido (g)	Material Retenido (%)	Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)	% en peso del material que pasa el tamiz
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100
N° 4	4.75	37.6	4.40	4.40	95.60	95-100
N° 8	2.60	121.3	14.20	18.61	81.39	80-100
N° 16	1.18	171.0	20.02	38.63	61.37	50-85
N° 30	0.60	196.7	23.03	61.66	38.34	25-60
N° 50	0.30	147.8	17.31	78.97	21.03	05-30
N° 100	0.15	85.1	9.96	88.93	11.07	0-10
Fondo		94.5	11.07	100.00	0.00	
Total		854.0	100.00			

Figura 27

Curva granulométrica del agregado fino



Ensayo de granulometría del agregado grueso

Referente en la granulometría del agregado grueso determinamos el tamaño exacto de nuestro agregado, utilizamos una cantidad para pasarlo por los tamices de diferentes mallas. Este ensayo se realizó entre los límites establecidos y normalizados según la norma NTP-400.012 ó ASTM C 136. Para este ensayo utilizamos los siguientes equipos:

- Tamices
- Balanza
- Taras

Figura 28

Tamizado del agregado grueso



Nota: Se realizó el tamizado de la piedra por diferentes mallas para obtener el porcentaje de retención.

Figura 29

Pesado del agregado grueso



Nota: Se realizó primero el pesado de Tara y posteriormente el pesado del agregado retenido por cada tamiz.

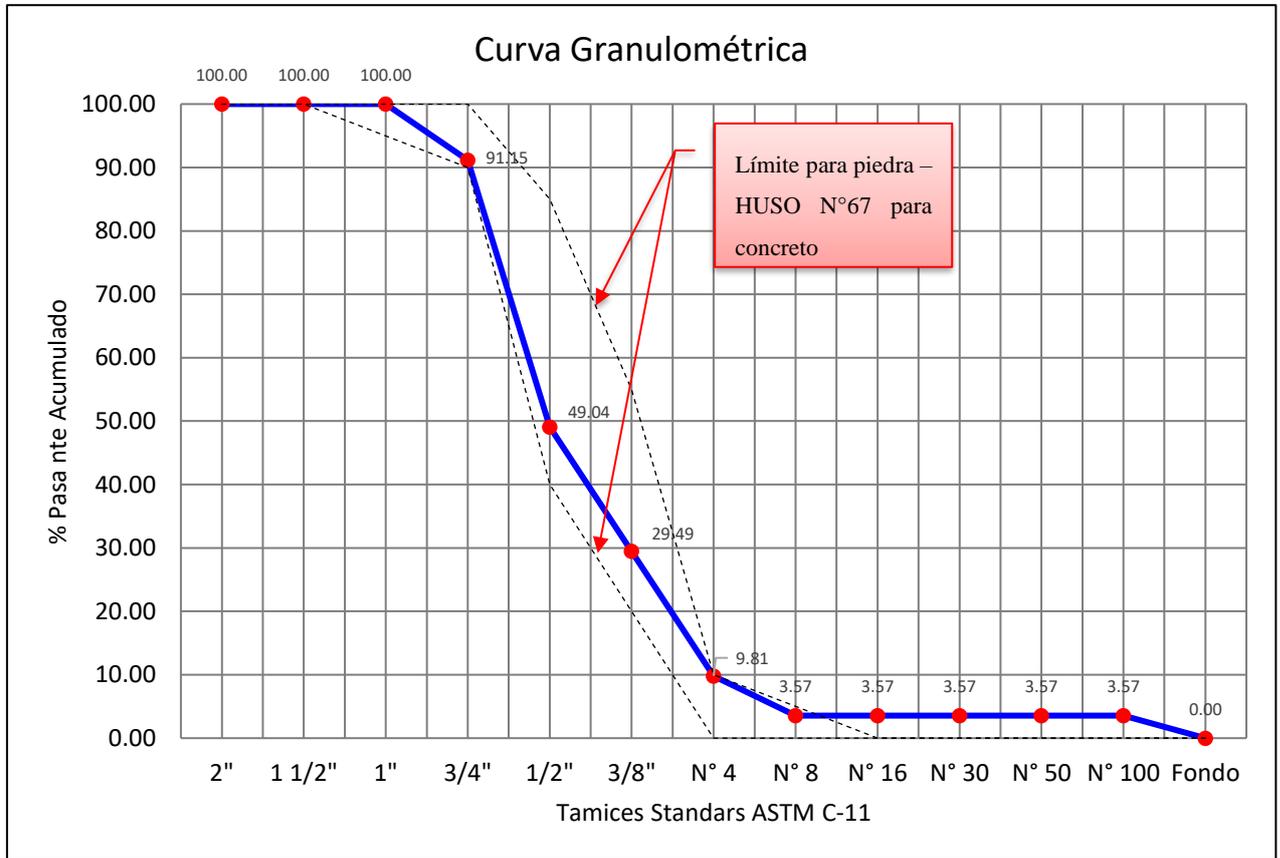
Tabla 10

Análisis granulométrico del agregado grueso

Tamiz	Abertura (mm)	Material Retenido		Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)	Especificaciones HUSO N°67
		(g)	(%)			
2"	50.80	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.0	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	564.1	8.85	8.85	91.15	90-100
1/2"	12.50	2683.6	42.11	50.96	49.04	-
3/8"	9.50	1246.1	19.55	70.51	29.49	20-55
N° 4	4.75	1254.3	19.68	90.19	9.81	0-10
N° 8	2.36	397.7	6.24	96.43	3.57	0-5
N° 16	1.18	0.0	0.00	96.43	3.57	
N° 30	0.60	0.0	0.00	96.43	3.57	
N° 50	0.30	0.0	0.00	96.43	3.57	
N° 100	0.15	0.0	0.00	96.43	3.57	
Fondo		227.5	3.57	100.00	0.00	
Total		6373.3	100.00			

Figura 30

Curva granulométrica del agregado grueso



Módulo de Finura (MF): Según por Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W. & Tanesi, J. (2004), mencionan que es “un índice de finura del agregado, cuanto mayor módulo de finura, más grueso es el agregado. Agregados con granulometrías diferentes pueden tener el mismo módulo de finura”, para determinar el módulo de finura del agregado fino usamos la NPT 400.011, se hallará con la suma de los porcentajes acumulados del agregado en cada uno de los tamices, y el resultado será dividido entre 100.

Se considera una arena adecuada para la elaboración del concreto, debe estar en el rango 2.3 – 3.1, donde un valor menor de 2.0 indica que es una arena fina, un valor de 2.5 es una arena de finura media y un valor más de 3.0 es una arena gruesa.

Tabla 11

Determinación del Módulo de Finura del agregado

Tamiz	Porcentaje de la fracción individual retenida, en masa	Porcentaje acumulado que pasa, en masa	Porcentaje retenido acumulado, en masa
9.5 mm (% pulg.)	0	100	0
4.75 mm (No. 4)	2	98	2
2.36 mm (No. 8)	13	85	15
1.18 mm (No. 16)	20	65	35
600 μm (No. 30)	20	45	55
300 μm (No. 50)	24	21	79
150 μm (No. 100)	18	3	97
Charola	3	0	—
Total	100		283

Módulo de finura
= $283 \div 100 = 2.83$

Nota: Tomado de la revista de Diseño y control de mezclas de concreto (p.109), por Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W. & Tanesi, J. (2004).

El módulo de finura del **agregado fino** se calculó de la suma del porcentaje retenido acumulado y dividido entre 100, tal como se muestra a continuación:

$$MF = \frac{4.40 + 18.61 + 38.63 + 61.66 + 78.97 + 88.93}{100}$$

$$MF = 2.91$$

Entonces se determinó que el módulo de finura del agregado fino es de 2.91

Para el módulo de finura del **agregado grueso** se calculó de la suma del porcentaje retenido acumulado y dividido entre 100, tal como se muestra a continuación:

$$MF = \frac{8.85 + 50.96 + 70.51 + 90.19 + 96.43 + 96.43 + 96.43 + 96.43 + 96.43}{100}$$

$$MF = 7.03$$

Entonces se determinó que el módulo de finura del agregado grueso es de 7.03

Tamaño máximo y tamaño máximo nominal: Según la NPT 400.037 el tamaño máximo del agregado grueso es que el corresponde al menor tamiz por donde pasa la muestra del agregado y produce el primer retenido.

En este caso el primer retenido del agregado fue en el tamiz de malla 3/4", por lo tanto, se determinó que el **tamaño máximo nominal del agregado grueso es de 3/4"**.

Peso unitario: Dicho ensayo se realizará de acuerdo con la norma ASTM C 29 y NTP 400.017, donde se debe dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluido los vacíos. Para este ensayo requerimos los siguientes implementos:

Equipos y materiales:

- Balanzas
- Recipientes cilíndricos
- Varilla de acero
- Agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena)

Procedimiento del peso unitario suelto del agregado fino: Para obtener el peso unitario suelto del agregado fino, se realizó el siguiente procedimiento:

1. Realizamos el cuarteo de la arena y luego lo dividimos en cuatro partes homogéneas para tomar la muestra para el llenado del recipiente cilíndrico.
2. Tomamos las mediciones del recipiente para obtener el volumen.
3. Pesamos el recipiente vacío.
4. Procedemos con el llenado del recipiente con la arena, el llenado se realiza de forma espiral, se enrasa con la varilla de metal, se limpia los excesos del agregado.
5. Se procede a pesar el recipiente + arena, este proceso se realizó dos veces, y de los resultados obtenidos se sacó un promedio.

El resultado del peso volumétrico suelto del agregado fino es de **1664 kg/m³**.

Figura 31

Cuarteo del agregado fino para el llenado del recipiente



Figura 32

Peso del agregado fino suelto



Nota: Fuente propia

Procedimiento del peso unitario suelto del agregado grueso: Para obtener el peso unitario suelto del agregado grueso, realizamos el mismo procedimiento que se hizo en el agregado fino:

1. Realizamos el cuarteo de la piedra y luego lo dividimos en cuatro partes homogéneas para tomar la muestra para el llenado del recipiente cilíndrico.
2. Tomamos las mediciones del recipiente para obtener el volumen.
3. Pesamos el recipiente vacío.

4. Procedemos con el llenado del recipiente con la piedra, el llenado se realiza de forma espiral, se enrasa con la varilla de metal, se limpia los excesos del agregado.
5. Se procede a pesar el recipiente + piedra, este proceso se realizó dos veces, y de los resultados obtenidos se sacó un promedio.

El resultado del peso volumétrico suelto del agregado fino es de **1490 kg/m³**.

Figura 33

Llenado de recipiente de forma espiral del agregado grueso



Figura 34

Enrasado y pesado del agregado grueso suelto



Procedimiento del peso unitario compactado del agregado fino: Para obtener el peso unitario compactado de la arena, procedimos a realizar los siguientes pasos:

1. Procedemos a llenar el recipiente en forma de espiral, el llenado será de 3 capas de arena.
2. Por cada capa de arena, se procede con la varilla de metal a dar 25 golpes consecutivos por cada capa de manera circular, los golpes con la varilla no pueden tocar el fondo del recipiente.
3. Después se enrasa la última capa de arena, se limpia los excesos y se procede al pesado, para este caso se realizó dos veces la muestra, y de los resultados obtenidos se obtiene un promedio.

El resultado del peso volumétrico compactado del agregado fino es de **1866kg/m^3** .

Figura 35

Compactación del agregado fino con la varilla de metal



Figura 36

Pesado del recipiente + agregado fino compactado



Procedimiento del peso unitario compactado del agregado grueso: Para obtener el peso unitario compactado de la piedra, se realiza los mismos procedimientos que se hizo al agregado fino, que son:

1. Procedemos a llenar el recipiente en forma de espiral, el llenado será de 3 capas de piedra.
2. Por cada capa de piedra, se procede con la varilla de metal a dar 25 golpes consecutivos por cada capa de manera circular, los golpes con la varilla no pueden tocar el fondo del recipiente.
3. Después se enrasa la última capa de piedra, se limpia los excesos y se procede al pesado, para este caso se realizó también dos veces la muestra, y de los resultados obtenidos se obtiene un promedio.

El resultado del peso volumétrico compactado del agregado grueso es de **1594 kg/m^3** .

Figura 37

Compactación del agregado grueso con la varilla de metal



Figura 38

Pesado del recipiente + agregado grueso compactado



Peso específico: Según lo citado por Gutarra L. (2022), que fue mencionado también por Sánchez (2001), indica que las propiedades físicas del agregado fino como el agregado grueso, dependen de las propiedades de la roca principal de donde provienen. La densidad se determina la relación entre peso y volumen de una masa establecida.

Concluyendo así que el peso específico se trata de la densidad de partículas individuales y no la masa del agregado. Además, se debe tener en cuenta que el peso específico es un indicador de calidad.

Procedimiento de peso específico y absorción del agregado fino

Según la norma ASTM C128 ó NPT 400.022, este ensayo se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado fino, con el fin de que estos valores obtenidos sean usados en el diseño de la mezcla de concreto. Para realizar este ensayo utilizaremos los siguientes materiales y equipo:

- Agregado fino (arena)
- Balanza
- Molde cónico metálico de absorción (40 mm \pm 3 mm de diámetro en la parte superior, 90 mm \pm 3mm de diámetro en la parte inferior y 75 mm \pm 3 mm de altura) con una varilla compactadora de metal
- Frasco volumétrico (fiola) de 500 ml de capacidad
- Taras, gotero o pipeta

Luego procedemos a realizar el ensayo de la siguiente manera:

1. Pesamos nuestra muestra de agregado fino, para este caso usaremos unos 1000g. aproximadamente, luego se deja cubriendo de agua y lo dejamos reposar durante 24 horas.

Figura 39

Pesado de muestra de agregado fino



Nota: Se pesa una cantidad aproximada de 1000g. de agregado fino para el ensayo.

Figura 40

Muestra cubierta de agua y reposada por 24 horas



2. Luego sobre una superficie plana extendemos la muestra reposada en agua y lo exponemos al aire libre, donde removemos con frecuencia para garantizar un secado uniforme, se sigue removiendo continuamente hasta que los granos del agregado fino no se adhieran entre sí.

Figura 41

Muestra extendida en superficie plana al secado de aire libre



Nota: La muestra se deja al secado al aire libre hasta que los granos del agregado no se adhieran.

3. Posteriormente se continua con el cono metálico de absorción, se coloca en la muestra en el molde en tres capas y se apisona suavemente 25 veces con la varilla de metal por cada capa y se levanta el molde verticalmente, en caso el agregado no se desintegre, se deberá repetir el proceso de secado y del cono de absorción hasta obtener que el agregado fino se desintegre, en ese momento se puede definir que se encuentra en un estado saturado superficialmente seco.

Figura 42

Muestra siendo apisonada en el molde de cono de absorción



Nota: Se apisona la muestra en 3 capas con 25 varillas por cada capa.

Figura 43

Retiro del molde de cono de absorción y desintegración del agregado



Nota: Muestra en estado saturado superficialmente seco.

- Continuando con el ensayo, del agregado en estado saturado superficialmente seco (SSS), requerimos pesar unos 500g. para la muestra, pesamos la fiola y luego se pesa la fiola más agua (en nuestro caso usamos dos fiola, para hacer dos muestras y sacar el promedio del % de absorción).

Figura 44

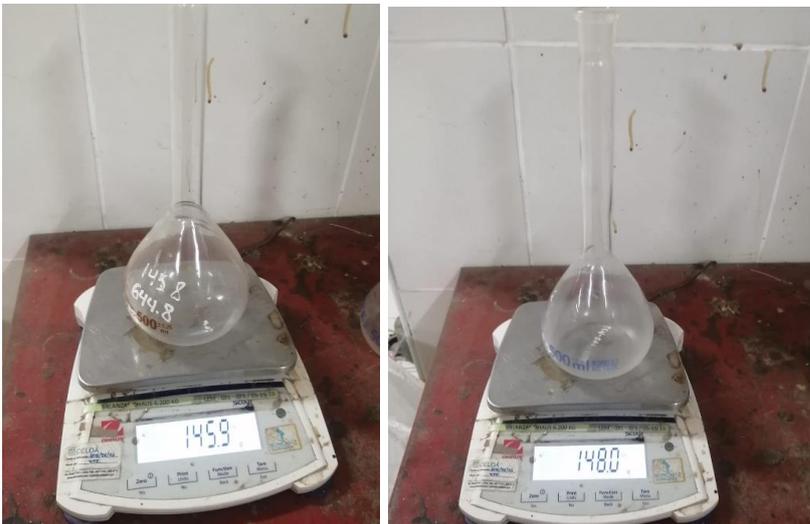
Peso de la muestra en estado saturado superficialmente seco



Nota: Solo requerimos 500g. de la muestra.

Figura 45

Peso de las fiolas



Nota: Usamos dos fiolas para sacar un promedio del resultado de la muestra.

Figura 46

Peso de las fiolas más agua



Nota: Pesamos las fiolas llenas de agua hasta un tope.

5. Se introduce en la fiola los 500g. de la muestra preparada, luego con la ayuda de una pipeta o gotero llenamos de agua hasta un 90% de la capacidad de la fiola para así eliminar el aire atrapado.

Figura 47

Introducción de la muestra SSS a la fiola



Nota: Con la ayuda de un embudo introducimos la muestra en la fiola.

Figura 48

Llenado de agua en la fiola más la muestra SSS



6. Agitamos la fiola constantemente hasta eliminar todas las burbujas de aire, una vez eliminado las burbujas de aire y se deja reposar, luego con el gotero o pipeta se llena con agua hasta la marca de 500 ml y se determina el peso total.

Figura 49

Agitamos la fiola hasta eliminar las burbujas de aire y pesamos



- Finalmente, de manera cuidadosa se retira todo el contenido a un recipiente y se lleva al horno por 24 horas, luego se retira se deja enfriar al aire libre y se pesa para obtener un peso final.

Figura 50

Retiro de la muestra a un recipiente



Tabla 12

Cálculo de peso específico y absorción del agregado fino

Id	Descripción	Muestra A	Muestra B	Promedio
1	Peso tara (g)	202.3	289.2	-
2	Peso tara + muestra (SSS)-(g)	702.3	789.2	-
3	Peso muestra SSS-(g) (2.-1)	500	500	-
4	Peso de fiola (r)	148	145.8	-
5	Peso fiola + agua (g)	647.1	644.2	-
6	Peso muestra SSS+ fiola + agua (g)	964	961.3	-
7	Peso muestra saturada dentro del agua (g) (6-5)	316.9	317.1	-
8	Peso muestra seca + tara (g)	696.3	783.3	-
9	Peso tara (g)	202.3	289.2	-
10	Peso muestra seca (8-9)	494	494.1	-
11	Peso Específico de la Masa (g/cm^3) (10/(3+5-6))	2.70	2.70	2.70
12	Peso Específico de la Masa SSS (g/cm^3) (3/(3+5-6))	2.73	2.73	2.73
13	Peso Específico Aparente (g/cm^3) (10/(10-7))	2.79	2.79	2.79
14	Porcentaje de absorción (%) ((3-10/10)*100)	1.21	1.19	1.20

Nota: En la tabla se observa los cálculos realizados para obtener el promedio de los pesos específicos y el porcentaje de absorción que nos dio un valor de 1.20%.

Procedimiento del peso específico y absorción del agregado grueso

Según la norma ASTM C128 ó NPT 400.021, este ensayo nos ayuda a determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción del agregado grueso, con el fin de que estos valores obtenidos sean usados en el diseño de la mezcla de concreto. Para realizar este ensayo utilizaremos los siguientes materiales y equipo:

- Agregado grueso (piedra)
- Balanza
- Depósito de agua, para sumergir la cesta de alambre
- Tamiz N° 4, para separar agregado grueso del fino

Luego procedemos a realizar el ensayo de la siguiente manera:

1. Pesamos una cierta cantidad del agregado grueso, lo pasamos por la malla N° 4, donde todo el pasante de esa malla será eliminado, luego se lavó para retirar el polvillo que pueda contener, lo dejamos cubriendo de agua y reposar durante 24 horas.
2. Pasado las 24 horas, sacamos la muestra y lo colocamos encima de una franela para secarlo hasta eliminar el agua superficial, luego procedimos a pesar la muestra.

Figura 51

Secado del agregado grueso después de estar sumergido en 24 horas



Nota: Para el secado de la muestra usamos una franela limpia para eliminar el agua superficial.

3. Procedemos a pesar la canastilla sumergida para tomar como dato, y después procedemos a llenar la canastilla sumergida con el agregado grueso, para tomar nota del peso de la muestra estado saturado superficialmente seco (SSS).

Figura 52

Llenado de canastilla con el agregado grueso



Figura 53

Pesado de la muestra sumergida y posteriormente pesada



4. Finalmente retiramos la muestra de la canastilla, lo colocamos en un recipiente para ser llevado al horno por 24 horas, luego se deja enfriar y pesar para tener un peso final. Realizamos dos veces el ensayo para calcular un promedio de los pesos.

Figura 54

Pesado de la muestra seca



Nota: El peso de la muestra después del secado por 24 horas en el horno y enfriado al al aire libre.

5. Procedemos a realizar los cálculos de los pesos específicos y el porcentaje de absorción, y tuvimos un porcentaje de absorción de 1.12%, tal como se visualiza en la siguiente tabla.

Tabla 13

Cálculo de peso específico y absorción del agregado grueso

Id	Descripción	Muestra A	Muestra B	Promedio
1	Peso tara (g)	628	340	-
2	Peso tara + muestra (SSS)-(g)	5628	5340	-
3	Peso muestra SSS-(g)	5000	5000	-
4	Peso de canastilla sumergida (g)	465	465	-
5	Peso de canastilla + muestra SSS sumergida (g)	3600	3602	-
6	Peso de muestra SSS sumergida (g) (5-4)	3135	3137	-
7	Peso de muestra seca + tara (g)	5573	5284	-
8	Peso tara (g)	628	340	-
9	Peso muestra seca (g)	4945	4944	-
10	Peso Específico de masa(g/cm³) (9/(3+4-5))	2.65	2.65	2.65
11	Peso Específico de masa SSS (g/cm³) (3/(3+4-5))	2.68	2.68	2.68
12	Peso Específico aparente (g/cm³)(9/(9-6))	2.73	2.74	2.73
13	Porcentaje de absorción (%) ((3-9/9)*100)	1.11	1.13	1.12

Nota: En la tabla se observa los cálculos realizados para obtener el promedio de los pesos específicos y el porcentaje de absorción que nos dio un valor de 1.12%.

2.11. Aspectos Éticos

En esta investigación garantizamos y presentamos el estudio realizado para usar el PVC como aditivo en el concreto, basándonos de diferentes fuentes nacionales e internacionales, garantizando todos los derechos de los autores usados en esta investigación y siendo ejecutados respetando todas las normas (ACI, ASTM y NTP) para su debida ejecución. Nosotras como autores de este trabajo somos responsables de la información utilizada para su desarrollo como los resultados de las pruebas de laboratorio son auténticas y validas. Asimismo, presentamos esta investigación realizando las citas y referencias bibliográficas de acuerdo con el formato APA 7ma edición.

2.12. Procedimiento para el diseño de mezcla con el método ACI

Para el diseño de la mezcla según el método ACI-211 para el $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se usaron los datos obtenidos de los ensayos elaborados en laboratorio de los agregados.

Diseño de mezcla patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 14

Datos de peso específico del cemento

Marca	Tipo	Peso Específico	Superficie Específica (cm^2/gr)
Andino	I	3.12	3300

Tabla 15

Datos generales de los agregados fino y grueso de laboratorio

AGREGADOS	FINO	GRUESO
Peso unitario suelto kg/m^3	1664	1490
Peso unitario compactado kg/m^3	1866	1594
Peso específico kg/m^3	2700	2650
Módulo de fineza	2.91	7.03
Tamaño Máximo nominal	-	3/4"
% absorción	1.2	1.12
% W (humedad)	1.04	0.26

Nota: En esta tabla se presenta los resultados obtenidos de cada ensayo realizado.

Paso 1: Determinamos la resistencia promedio

Tabla 16

Cálculo de $f'cr$ (resistencia promedio requerida) para el diseño de mezcla de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c+70$
210 - 350	$f'c+84$
> 350	$f'c+98$

Nota: Lo datos de la tabla son tomadas del Comité ACI-211

La resistencia promedio requerida es de:

$$f'c= 210+84 =\mathbf{294 \text{ kg/cm}^2}$$

Paso 2: Debemos determinar la consistencia y el asentamiento que debemos tener en la mezcla.

Tabla 17

Elección de la consistencia y asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75 mm) a 4" (100 mm)
Fluida	$\geq 5"$ (125mm)

Nota: En la tabla para el diseño consideramos la consistencia o Slump Fluida. Tomado de la tabla Comité ACI-211.

Paso 3: Determinamos la cantidad del volumen del agua para la mezcla.

Tabla 18

Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua, en lt/m^3 , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Nota: Referente en la tabla con nuestro tamaño máximo nominal del agregado grueso que es 3/4", el agua para el mezclado es de **216 lt/m^3** . Tomado de la tabla Comité ACI-211

Paso 4: Se determino el contenido de aire

Tabla 19

Contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal del Agregado grueso.	Aire atrapado
3/8 "	3.0 %
1/2 "	2.5 %
3/4 "	2.0 %
1 "	1.5 %
1 1/2 "	1.0 %
2 "	0.5 %
3 "	0.3 %
4 "	0.2 %

Nota: Según la tabla con dato tamaño máximo nominal obtenido del agregado grueso que es 3/4", el aire atrapado es de **2%**. Tomado de la tabla Comité ACI-211.

Paso 5: Se determino la relación de agua/cemento (a/c).

Tabla 20

Relación de agua/cemento por resistencia

$f'c$ (Kg/cm^2)	Relación agua/cemento en peso	
	Concretos sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

Nota: Los datos de la tabla son tomados de la tabla Comité ACI-211.

Para hallar la a/c según tabla para el $f'cr$ de 294 kg/cm^2 realizamos una interpolación, esto debido a que los datos no figuran la tabla.

Tabla 21

Cálculo de interpolación para hallar la $R a/c$ para el diseño de mezcla de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Interpolación		
300	→	0.55
294	→	a/c
250	→	0.62
Ra/c		0.56

Nota: El cálculo de la interpolación para $f'cr$ de 294 kg/cm^2 el Ra/c es de 0.56 en peso

Paso 6: Determinamos el factor cemento

$$R \frac{a}{c} = \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

Tabla 22

Cálculo del factor del cemento para el diseño $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Cemento	386.82 kg/m^3
1 bolsa de cemento 42.5 kg	9.10 bolsas

Paso 7: Para hallar el peso del agregado grueso usamos la siguiente tabla:

Tabla 23

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto

Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fino, (b / b _c)				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso.	2.40	2.60	2.80	3.00
3 / 8 "	0.50	0.48	0.46	0.44
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.60
1 "	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1 / 2 "	0.76	0.74	0.72	0.70
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72
3 "	0.81	0.79	0.77	0.75
6 "	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Los datos de la tabla son tomados de la tabla Comité ACI-211

Según los ensayos de los agregados el MF es de 2.91 y el TMN es de 3/4", por la tanto realizamos la interpolación, al no hallar los datos en la tabla.

Tabla 24

Cálculo del peso del agregado grueso para el diseño de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Interpolación				
	2.8	→	0.62	
	2.91	→	b/b°	b/b° 0.59
	3	→	0.6	
PESO SECO AG	942.054 kg/m³			

Paso 8: Se realizo el cálculo de volumen absoluto de los materiales, esto se divide el peso de los agregados y cemento entre su peso específico.

Tabla 25

Cálculo del volumen por cada material para el diseño de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Volumen de cemento	0.12 m ³
Volumen de agua	0.22 m ³
Volumen AG	0.36 m ³
Volumen aire	0.02 m ³
Total	0.72 m³
Volumen de arena	0.28 m³

Nota: Para obtener el volumen absoluto del agregado fino se resta de 1m³ el resultado de la sumatoria de los volúmenes.

Paso 9: Calcular el peso del agregado fino se multiplica se halla de la multiplicación del volumen de la arena por el peso específico de la misma.

Tabla 26

Cálculo del peso del agregado fino para el diseño de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Peso de agregado fino	768.22 kg/m ³

Paso 10: Determinar el diseño estado seco por m³ de concreto

Tabla 27

Peso de los materiales en estado seco para el diseño de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Cemento	386.82 kg
Agua	216 lt
Arena	768.22 kg
Piedra	942.054 kg

Paso 11: Determinar la corrección por humedad, usaremos la siguiente formula:

$$\text{peso seco} = \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

Tabla 28

Corrección del peso de los agregados por humedad para el diseño de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Agregado fino	776.21 kg
Agregado grueso	944.50 kg

Paso 12: Referente al aporte de agua a la mezcla, para hallar la cantidad de absorción de los agregados se usa la siguiente fórmula:

$$\text{peso seco} = \left(\frac{\% \text{ absorción} - \% \text{ humedad}}{100} \right)$$

Tabla 29

Corrección de los agregados por absorción para el diseño de $f'c= 210\text{kg/cm}^2$

Descripción	Valor
Agregado fino	1.23 lt
Agregado grueso	8.10 lt
Total	-6.87 lt

Paso 13: El cálculo del agua efectiva, se toma los datos del agua del diseño inicial en estado seco restando el valor total del aporte de agua de los agregados, tal como se determinó el resultado en la siguiente tabla.

Tabla 30

Resultado del cálculo del agua efectiva para el diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Agua efectiva	209.13 lt

Paso 14: Una vez realizado todos los cálculos, tenemos el resumen del diseño de la mezcla para el concreto patrón de 1 m^3 .

Tabla 31

Cálculo de proporciones del diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para un 1 m^3

Descripción	Peso	Proporciones del diseño
Cemento	386.82 kg/m ³	1
Ag. Fino	776.21 kg/m ³	2.07
Ag. Grueso	944.50 kg/m ³	2.52
Agua	216 lt/m ³	23.73

Elaboración de la mezcla patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para un volumen de 0.05 m^3

Teniendo ya el diseño patrón para 1 m^3 de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, realizamos las proporciones para 0.05 m^3 con ese porcentaje realizamos 12 probetas de 4" x 8" y el ensayo de contenido de aire considerando margen de desperdicio.

Tabla 32

Cálculo del diseño de la mezcla patrón de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Und.
Cemento	18.73	kg
Ag. Fino	38.81	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.46	lt

Nota: Para obtener los pesos, se deberá dividir las cantidades obtenidas en el diseño de concreto de 1 m^3 entre el valor de volumen de 0.05 m^3 para nuestro diseño.

Paso 1: Realizamos el pesado de los agregados, el cemento y del agua según la **Tabla 32**, para ello usamos una balanza, baldes, pala, cucharón, manguera y tara.

Figura 55

Pesado de los agregados según diseño



Nota: Realizamos el pesado de los agregados, cemento y agua, para ello nos ayudamos con una balanza y baldes.

Paso 2. Teniendo el peso de los agregados, cemento y agua, se procede a humedecer la mezcladora esto para evitar que la mezcla se pegue en el interior.

Figura 56

Humedecer el interior la mezcladora para la mezcla



Nota: Nos ayudamos con el agua del balde para humedecer el interior de la mezcladora.

Figura 57

Materiales en la mezcladora



Nota. Una vez humedecido la mezcladora agregamos el primer material, en este caso el agregado grueso.

Paso 3. Colocamos en la mezcladora la piedra y 50% del agua se hace el batido por unos minutos y se le añade la arena, se continua con el batido, posteriormente se le añade el cemento y el 50% del agua restante, para evitar que las partículas del cemento salgan de la mezcladora usamos una tapa circular en la boca del equipo mencionado hasta que este mezclado completamente con los otros materiales.

Figura 58

Batido de todos los agregados, cemento y agua



Nota. Una vez colocado el agregado grueso (piedra), se ingresa el 50% de agua para su batido, luego la arena y finalmente el cemento con el agua restante, se cubre con una tapa circular para que no se desperdicie o salpique la mezcla.

Paso 4. Una vez concluida el batido, procedemos a vaciar la mezcla en una carretilla y con la ayuda de una pala se vuelve a realizar el batido para homogenizar la mezcla.

Figura 59

Vaciado del concreto en una carretilla



Nota. Vaciamos la mezcla para luego batirlo con una pala para homogenizar la mezcla.

Paso 5. Se toma la temperatura ambiente y de la mezcla elaborada

Figura 60

Toma de temperatura de ambiente y de la mezcla



Nota: La imagen de la izquierda es la temperatura ambiental y la imagen de la derecha es la temperatura de la mezcla.

Ensayo de concreto en su estado fresco

Ensayo de asentamiento -Slump con el cono de Abrams

Elaboramos la prueba de consistencia – Slump, según norma (ASTM 143/ NTP 339.035)

Equipos y materiales usados para esta prueba.

- Cono de Abrams
- Varilla metálica circular de 5/8"
- Bandeja metálica
- Cucharon metálico
- Wincha (cinta métrica)

Procedimiento

1. Se humedece las paredes internas del cono
2. Colocamos el cono sobre la bandeja metálica, esta debe estar en una superficie plana.
3. Se sujeta el molde por las aletas con los pies.
4. Se vierte la mezcla de concreto en el cono de Abrams en tres capas, cada capa debe ser un tercio del volumen del cono se compacta con la varilla de 5/8" un total de 25 veces por cada capa en sentido horario, al término de la última capa se enrasa con la varilla.
5. Se limpia los bordes del cono el concreto sobrante esparcido.
6. Se retiro los pies de las aletas del cono y se levanta lentamente de forma vertical.
7. Se coloca el cono de forma inversa
8. Se coloca la varilla encima del cono para poder tomar la medida del asentamiento del concreto con la ayuda de la wincha.
9. En la mezcla del concreto patrón se obtuvo un **slump de 6.5"**.

Figura 61

Proceso de llenado del cono de Abrams-slump para el diseño patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Nota: Como parte del proceso se desarrolla el vibrado de la mezcla mediante la varilla lisa de 5/8" por cada capa con 25 golpes.

Figura 62

Ensayo de asentamiento – slump del diseño patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Nota: Medición de asentamiento (Slump)

Contenido de aire en la mezcla de concreto patrón por el método de presión

Para realizar este ensayo nos regimos a la norma NTP-339.080, ASTM C231-97. Para este ensayo se requieren los siguientes materiales.

- Olla de Washington
- Varilla lisa de 5/8"
- Trapo industrial (para limpieza de restos de concreto derramados al contorno de la olla de Washington)
- Regla metálica para enrasar
- Bombín
- Bote o tara
- Martillo de goma

Procedimiento

1. Empezamos humedeciendo el interior del recipiente (olla) y colocamos en un lugar nivelada y plana.
2. A continuación, se vierte el concreto en el recipiente en tres capas, cada capa es compactada 25 veces con la varilla lisa de 5/8", seguido de la compactación se realiza golpes con el martillo de goma la parte externa de la olla de 10 a 15 golpes, esta acción se repite por cada capa de concreto.

Figura 63

Llenado de la olla de Washington por capas



Figura 64

Realizando golpes con la varilla y martillo de goma



Nota: Compactamos con una varilla lisa la mezcla dando 25 golpes por cada capa, y con el martillo de goma entre 10 a 15 golpes rodeando la olla también compactamos por cada capa.

3. En la última capa enrasamos con la regla metálica y limpiamos el borde superior de la olla con el trapo, para que la cubierta tenga un cierre hermético, y en seguida colocamos la tapa, esta debe quedar enganchada con el recipiente mediante las abrazaderas.

Figura 65

Enrasado de recipiente en la última capa



Nota. El concreto que es usado para este ensayo, no debe retornar al bugui o carretilla, por el agua añadido en la prueba, debe ser eliminada.

4. En seguida cerramos la válvula de aire y abrimos la válvula de purga para inyectar agua, por la válvula A hasta que salga por la válvula B, al termino se golpea suavemente la olla, para expulsar todo el aire que contenga.
5. Cerramos una válvula de purga, y bombeamos aire a la cámara, hasta que el indicador del medidor de presión este en la posición inicial, esperamos unos segundos, cerramos las dos válvulas A y B y abrimos la válvula de aire, tomamos lectura indicada, para este caso de la mezcla de concreto patrón nos salió el contenido de aire el **1.2%**.

Figura 66

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión en el diseño patrón de $f'c=210\text{kg/cm}^2$.



Nota. La mezcla de concreto patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ nos dio 1.2% de contenido de aire

Proporciones para el diseño de mezcla con adición de polvo de PVC reciclado

Teniendo ya las proporciones del diseño de la mezcla patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, agregamos el polvo de PVC reciclado en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento.

Tabla 33

Cálculo de la cantidad de polvo de PVC reciclado para el diseño de mezcla de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Materiales	Diseño patrón	1% polvo PVC	2.5 % polvo PVC	5% polvo PVC
Cemento	386.82 kg	386.82 kg	386.82 kg	386.82 kg
Polvo de PVC reciclado	0 kg	3.87 kg	9.67 kg	19.34 kg

Resumen de cantidad de materiales para un 1 m³ de concreto con adición del polvo de PVC reciclado.

Tabla 34

Resumen del diseño patrón con los porcentajes de polvo de PVC reciclado para el diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Materiales	Diseño patrón	% de adición de polvo de PVC reciclado		
		1%	2.5%	5%
Cemento	386.82 kg	386.82 kg	386.82 kg	386.82 kg
Agregado fino	776.21 kg	776.21 kg	776.21 kg	776.21 kg
Agregado grueso	944.50 kg	944.50 kg	944.50 kg	944.50 kg
Agua	216 kg	216 kg	216 kg	216 kg
Polvo de PVC reciclado	0.00 kg	3.87 kg	9.67 kg	19.34 kg

Tabla 35

Proporciones de diseño con 1% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05 \text{ m}^3$ para concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Und
Cemento	19.34	kg
Ag. Fino	38.81	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	lt
Polvo de PVC reciclado	193.41	gr

Figura 67

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 1% de polvo de PVC reciclado, nos da como resultado el porcentaje de aire contenido de 2.1%.

Figura 68

Ensayo de asentamiento -slump con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 1% de polvo de PVC reciclado, nos da un slump de 8.5”.

Tabla 36

Proporciones de diseño con 2.5% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Und
Cemento	19.34	kg
Ag. Fino	38.81	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	lt
Polvo de PVC reciclado	483.52	gr

Figura 69

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agregó el 2.5% de polvo de PVC reciclado, nos da como resultado del porcentaje de aire contenido de 3.9 %.

Figura 70

Ensayo de asentamiento -slump con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agregó el 2.5% de polvo PVC reciclado, nos da un slump de 6.5”.

Tabla 37

Proporciones de diseño con 5% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Und
Cemento	19.34	kg
Ag. Fino	38.81	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	lt
Polvo de PVC reciclado	967.05	gr

Figura 71

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 5% de polvo de PVC reciclado, nos da como resultado del porcentaje de aire contenido de 6%.

Figura 72

Ensayo de asentamiento -slump con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agregó el 5% de polvo PVC reciclado, nos da un slump de 8”.

Procedimiento de diseño para mezcla patrón según Comité ACI-211 para $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Teniendo los datos de los agregados elaborados en laboratorio, procedemos a realizar el diseño para el concreto patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, para ello usamos las tablas que se encuentran en el comité ACI-2011. Para este diseño usaremos los datos de los agregados que se presenta en la **Tabla 15**, la que se usó para el diseño de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Paso 1: Determinamos la resistencia promedio usando la **Tabla 16**

La resistencia promedio requerida es de:

$$f'c = 280 + 84 = \mathbf{364 \text{ kg/cm}^2}$$

Paso 2: Debemos determinar la consistencia y el asentamiento que debemos tener en la mezcla, para esto usamos la **Tabla 17** del diseño anterior, considerando la consistencia o Slump Fluida, ya que es un concreto más trabajable.

Paso 3: De la **Tabla 18** determinamos la cantidad del volumen del agua para la mezcla, según de la tabla se obtiene según el TMN según nuestro agregado que es de $3/4''$, para el caso del agua para mezclado es de **216 lt/m^3** .

Paso 4: Para determinar el contenido de aire usaremos de la **Tabla 19**, donde también tenemos que el aire atrapado es del **2%**.

Paso 5: En el caso de determinar la relación de agua/cemento (a/c), aplicaremos la **Tabla 20**, como no se encuentra el $f'cr$ de 364 kg/cm^2 , pasamos a realizar la interpolación.

Tabla 38

Cálculo de interpolación para hallar la R a/c para el diseño de mezcla de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Interpolación		
400	→	0.43
364	→	a/c
350	→	0.48
Ra/c		0.47

Nota: El cálculo de la interpolación para $f'cr$ de 364 kg/cm^2 el Ra/c es de 0.47 en peso

Paso 6: Determinamos el factor cemento para el diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

$$R \frac{a}{c} = \frac{\text{agua}}{\text{cemento}}$$

Tabla 39

Cálculo del factor del cemento para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Cemento	463.52 kg/m^3
1 bolsa de cemento 42.5 kg	10.91 bolsas

Paso 7: Para hallar el peso del agregado grueso usamos la **Tabla 23**, y como tenemos del módulo de finura del AF 2.91 y no hallamos en la tabla, realizamos la interpolación y obtenemos el dato requerido.

Tabla 40

Cálculo del peso del agregado grueso para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Interpolación				
2.8	→	0.62		
2.91	→	b/b°	b/b°	0.59
3	→	0.6		
PESO SECO AG		942.054	kg/m³	

Paso 8: Continuando con el proceso de diseño, sacamos los datos de volumen absoluto de los agregado, cemento, agua y aire, para ello realizamos la división del peso seco entre el peso específico de cada uno de los materiales.

Tabla 41

Cálculo del volumen por cada material para el diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Volumen de cemento	0.15 m^3
Volumen de agua	0.22 m^3
Volumen AG	0.36 m^3
Volumen aire	0.02 m^3
Total	0.74 m^3
Volumen de arena	0.26 m^3

Nota: Para obtener el volumen absoluto del agregado fino se resta de 1m^3 el resultado de la sumatoria de los volúmenes.

Paso 9: Calcular el peso del agregado fino se multiplica se halla de la multiplicación del volumen de la arena por el peso específico de la misma.

Tabla 42

Cálculo del peso del agregado fino para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Peso de agregado fino	701.85 kg/m^3

Paso 10: Determinar el diseño estado seco por m^3 de concreto

Tabla 43

Resumen detallado del diseño de la mezcla de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ en estado seco

Descripción	Cantidad
Cemento	463.52 kg
Agua	216 lt
Arena	701.85 kg
Piedra	942.054 kg

Paso 11: Determinar la corrección por humedad, usaremos la siguiente formula:

$$\text{peso seco} = \left(\frac{\% \text{ humedad}}{100} + 1 \right)$$

Tabla 44

Corrección del peso de los agregados por humedad para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Agregado fino	709.15 kg
Agregado grueso	944.50 kg

Paso 12: Referente al aporte de agua a la mezcla, para hallar la cantidad de absorción de los agregados se usa la siguiente fórmula:

$$\text{peso seco} = \left(\frac{\% \text{ absorción} - \% \text{ humedad}}{100} \right)$$

Tabla 45

Corrección de los agregados por absorción para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Descripción	Valor
Agregado fino	1.12 lt
Agregado grueso	8.10 lt
Total	9.22 lt

Paso 13: La cantidad de agua de diseño inicial se le resta el total de absorción hallada anteriormente, así tenemos el agua efectiva, tal como se determinó el resultado en la siguiente tabla.

Tabla 46

Resultado del cálculo del agua efectiva para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Descripción	Cantidad
Agua efectiva	206.78 lt

Paso 14: Una vez realizado todos los cálculos, tenemos el resumen del diseño de la mezcla para el concreto patrón de 1 m^3 .

Tabla 47

Cálculo de proporciones del diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ para un 1m^3

Descripción	Peso	Proporciones del diseño
Cemento	463.52 kg	1
Ag. Fino	709.15 kg	1.58
Ag. Grueso	944.50 kg	2.11
Agua	216 lt	19.81

Elaboración de la mezcla patrón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ para un volumen de 0.05 m^3

Teniendo ya el diseño patrón para 1 m^3 de concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, realizamos las proporciones para 0.05 m^3 , con ese porcentaje realizamos 12 probetas de 4" x 8", slump y el ensayo de contenido de aire, considerando margen de desperdicio.

Tabla 48

Cálculo del diseño de la mezcla patrón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Unid
Cemento	23.18	kg
Ag. Fino	35.46	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	lt

Nota: Para obtener los pesos, se deberá dividir las cantidades obtenidas en el diseño de concreto de 1 m^3 entre el valor de volumen de 0.05 m^3 para nuestro diseño

Figura 73

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión en el diseño patrón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



Nota. Para el diseño de mezcla patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ tenemos un contenido de aire de 1.6%

Figura 74

Ensayo de asentamiento -slump del diseño patrón de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. El diseño de mezcla patrón de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ nos da un slump de 7”

Proporciones para el diseño de mezcla con adición de polvo de PVC reciclado

Teniendo ya las proporciones del diseño de la mezcla patrón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ agregamos el polvo de PVC reciclado en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento.

Tabla 49

Cálculo de la cantidad de polvo de PVC reciclado para el diseño de mezcla de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Materiales	Diseño patrón	1% polvo PVC	2.5 % polvo PVC	5% polvo PVC
Cemento	463.52 kg	463.52 kg	463.52 kg	463.52 kg
Polvo de PVC reciclado	0 kg	4.64 kg	11.59 kg	23.18 kg

Resumen de cantidad de materiales para un 1 m^3 de concreto con adición del polvo de PVC reciclado.

Tabla 50

Resumen del diseño de patrón con los porcentajes de polvo de PVC reciclado para el diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Materiales	Diseño patrón	% de adición de polvo de PVC reciclado		
		1%	2.5%	5%
Cemento	463.52 kg	463.52 kg	463.52 kg	463.52 kg
Agregado fino	709.15 kg	709.15 kg	709.15 kg	709.15 kg
Agregado grueso	944.50 kg	944.50 kg	944.50 kg	944.50 kg
Agua	216 lt	216 lt	216 lt	216 lt
Polvo de PVC	0.00 kg	4.64 kg	11.59 kg	22.18 kg

Tabla 51

Proporciones de diseño con 1% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05 \text{ m}^3$ para el concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Und
Cemento	22.18	kg
Ag. Fino	35.46	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	lt
Polvo de PVC reciclado	231.76	gr

Figura 75

Adición del 1% de polvo de PVC reciclado del peso del cemento al diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. Se pesa el 1% de polvo de PVC reciclado según dosificación y se añade a la mezcla que esta siendo batida en la mezcladora.

Figura 76

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 1% de polvo de PVC reciclado, nos da como resultado del porcentaje de aire contenido de 2.5%.

Figura 77

Ensayo de asentamiento -slump con adición del 1% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 1% de polvo de PVC reciclado, nos da un slump de 6.5”.

Tabla 52

Proporciones de diseño con 2.5% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para el concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Und
Cemento	23.18	kg
Ag. Fino	35.46	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	lt
Polvo de PVC reciclado	579.40	gr

Figura 78

Adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del peso del cemento al diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. Se pesa el 2.5% de polvo de PVC reciclado según dosificación y se añade a la mezcla que esta siendo batida en la mezcladora.

Figura 79

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 2.5% de polvo de PVC reciclado, nos da como resultado del porcentaje de aire contenido de 4.3%.

Figura 80

Ensayo de asentamiento-slump con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 2.5% de polvo de PVC reciclado, nos da un slump de 7”.

Tabla 53

Proporciones de diseño con 5% de polvo de PVC reciclado para $V=0.05\text{m}^3$ para el concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Materiales	Dosificación	Und
Cemento	23.18	kg
Ag. Fino	35.46	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	lt
Polvo de PVC reciclado	1158.80	gr

Figura 81

Adición del 5% de polvo de PVC reciclado del peso del cemento al diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. Se pesa el 5% de polvo de PVC reciclado según dosificación y se añade a la mezcla que esta siendo batida en la mezcladora.

Figura 82

Determinación del contenido de aire del concreto fresco por el método de presión con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agrego el 5% de polvo de PVC reciclado, nos da como resultado del porcentaje de aire contenido de 5.5%.

Figura 83

Ensayo de asentamiento-slump con adición del 5% de polvo de PVC reciclado del diseño de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



Nota. El concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ al que se le agregó el 2.5% de polvo de PVC reciclado, nos da un slump de 7.5”.

2.13. Elaboración de probetas cilíndricas de concreto y curado

Para la elaboración de las probetas de concreto y curado, se ha trabajado según la norma NTP 339.033, esta norma cubre los procedimientos que son necesarios para realizar y curar las muestras cilíndricas como las vigas de hormigón de obra para proyectos de construcción, estos son compactados mediante varillado o vibraciones. Para este procedimiento requerimos los siguientes materiales y equipos:

- Muestra de mezcla de concreto ya definido
- Moldes de probetas cilíndricas de dimensiones 4” de diámetro por 8” de ancho
- Varilla de metal
- Martillo de goma
- Barrilejo y cucharón de metal
- Compresora para desmoldar

- Piscina de curado

Procedimiento para el llenado de los moldes

1. Iniciamos con limpiar y engrasar los moldes para evitar que el concreto se adhiera al molde, colocamos sobre una superficie plana para evitar vibraciones.

Figura 84

Preparación de los moldes para las probetas de concreto



Nota: Se engrasa los moldes para evitar que la mezcla de concreto no se adhiera al molde y se ha fácil para desmoldar.

2. Luego de la preparación del diseño mezcla de concreto ya establecido con y sin polvo de PVC, en proporciones de 1%, 2.5% y 5% y de haber sacado el slump y el contenido de aire para los diseños de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 . Se toma una cierta cantidad de la mezcla y lo vertimos en los moldes, con la ayuda del cucharón llenamos bien los bordes, para asegurar una distribución homogénea con una segregación mínima del concreto.

3. Llenamos el molde en tres capas de igual volumen, compactamos cada capa con 25 penetraciones de la varilla usando la punta semiesférica, distribuyendo uniformemente las penetraciones, con el martillo de goma damos ligeramente entre 10 a 15 golpes a los lados de los moldes para liberar burbujas de aire que se generan al momento de la compactación, esto procedimiento se realizara para la segunda y tercera capa, solo que la varilla penetrara una pulgada (25mm) de la capa anterior, finalmente con la varilla de retira el exceso y con la ayuda de un barrilejo enrasamos la superficie hasta dejar un superficie lisa y procedemos a identificar cada probeta con los porcentajes de PVC.

Figura 85

Colocación de concreto en el molde de probetas cilíndricas



Figura 86

Compactación del concreto por capas



Nota: En cada capa de concreto se realiza una compactación de 25 penetraciones con la varilla, para distribuir el concreto en todo el molde.

Figura 87

Enrasamos la superficie e identificamos las probetas por cada porcentaje de polvo de PVC reciclado



Nota: Identificamos con un papel el porcentaje de PVC de cada probeta hasta su secado.

4. Pasado 24 horas, empezamos a desmoldar las probetas con una compresora de aire, marcamos las probetas identificando el diseño de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 y los que tienen porcentaje de adición de polvo de PVC reciclado, para luego ir a la piscina de curado por 7, 14 y 28 días que es lo que se requiere para realizar el ensayo de resistencia a la compresión.

Figura 88

Desmoldando las probetas de concreto



Figura 89

Identificación de las probetas de concreto y piscina de curado



2.14. Procedimiento del desarrollo de los objetivos específicos

Objetivo específico 1

Calcular como influye la adición del polvo de PVC reciclado en la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Procedimiento del objetivo

Para realizar el siguiente procedimiento para dicho objetivo, se requiere los siguientes materiales y equipos:

- Probetas de concretos de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 (muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de PVC reciclado, por cada resistencia)
 - Recipiente plano
 - Agua y sal
1. Procedemos como primer paso a etiquetar las diferentes muestras de patrones, y las muestras con el 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado en el concreto de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 . Esto fue un total 16 testigos, 8 probetas de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ (02 probetas patrones y 02 probetas de 1%, 2.5%, 5% de PVC de cada uno) y 8 probetas de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ (02 probetas patrones y 02 probetas de 1%, 2.5%, 5% de PVC de cada uno), las cuales estuvieron secos por 7 días al aire libre después de los 28 días de curado.
 2. Luego se preparó el recipiente y se colocó las muestras en el recipiente con una marca de control de la altura del nivel del agua de 5cm, y llenamos el recipiente con agua de manera cuidadosa hasta llegar a la marca establecida. Se dejará las muestras un lapso de 5 días dentro del recipiente de agua. Se debe mantener en todo momento el nivel del agua.

Figura 90

Colocación de probetas de concreto en el recipiente



Nota: El recipiente debe estar en zona plana para que no se tenga desniveles.

Figura 91

Llenado de agua al recipiente a la marca establecida



Nota: Se llena el recipiente de agua de manera cuidadosa.

3. Procedemos a determinar la altura del nivel del agua como consecuencia de la capilaridad, en las diferentes muestras de concreto de $f^c= 210$ y 280 kg/cm^2 . Se toma nota de las diferentes medidas de la marca inicial hasta el límite actual, se toma la medida del punto más alto que se produce en la capilaridad del concreto. Estas medidas serán tomadas de manera diaria para observar hasta qué punto llega la capilaridad en cada día.

Figura 92

Toma de medida que sube el agua por consecuencia de la capilaridad

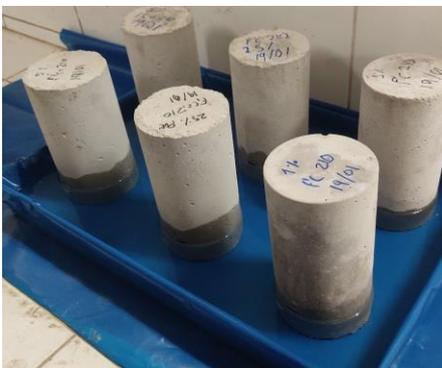


Nota: Tomamos medidas diarias para ver cuánto ha subido el agua por consecuencia de la capilaridad.

4. Procedemos a promediar las alturas de cada muestra obtenidas diariamente para determinar el porcentaje de diferencia que se tiene en cada una, si en caso aumenta o disminuye la capilaridad con la adición de polvo de PVC.

Figura 93

Probetas en proceso de absorción por consecuencia de la capilaridad



Nota: Se observa como el agua sube a través de los poros que tiene el concreto.

5. Para determinar la eflorescencia se retira las probetas del recipiente y se deja secar en aire libre por un día, después en el recipiente agregamos sal (cloruro de sodio) al agua, que nos ayudara a visualizar la cristalización que se formara en las probetas del concreto, esta cristalización es llamada eflorescencia.

Figura 94

Disolución de cloruro de sodio en el recipiente de agua



6. Se coloca nuevamente las probetas y se deja en un rango de 7 días para que los sales se adhieran y suban al concreto por el fenómeno de la capilaridad para presenciar la eflorescencia que se genera.

Figura 95

Presencia de la eflorescencia se presenta al séptimo día



Objetivo específico 2

Evaluar en qué medida afecta la adición del polvo de PVC reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Procedimiento del objetivo

El procedimiento del ensayo de que se realizaran a las probetas de concreto, están especificados en la norma NTP 339.034, para la resistencia a la compresión. Según lo mencionada por Gutarra, L. (2022), este ensayo nos ayuda a determinar la capacidad que soportara una carga por unidad de área y se expresara el resultado el esfuerzo en kg/cm^2 , en MPa y en algunos casos en libras por pulgadas al cuadrado. Por lo que podemos determinar que este ensayo es usado como referencia de un control de calidad del concreto, es decir para verificar si el concreto diseñado cumple con la resistencia establecida, en este caso para un concreto de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Para este ensayo se requiere los siguientes equipos:

- Probetas de concretos de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 con 7, 14 y 28 días de curado (muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de PVC reciclado, por cada resistencia).
 - Wincha
 - Máquina universal para ensayos de rotura de probetas
1. Retiramos las probetas de la poza de curado, se requiere para este ensayo 03 probetas curadas en 7, 14 y 28 días, por cada diseño de concreto de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 (muestra patrón y con la adición de polvo de PVC de 1%, 2.5% y 5% de cada diseño).

Figura 96

Probetas sacadas de la poza de curado para el ensayo de resistencia a la compresión



Nota: Se retira las probetas de la poza de curado, transcurrido 7, 14 y 28 días para al ensayo de resistencia a la compresión para cada diseño de concreto realizado de $f'c= 210$ y 280kg/cm^2 .

2. Las probetas de concretos se cubren con almohadillas o platillos de acero en la parte superior e inferior, con la finalidad que la carga se distribuya de manera uniforme, luego se coloca en centro de la máquina para su rotura.

Figura 97

Probeta colocada a la maquina universal para ensayos de rotura



Nota: Se coloca la probeta a la máquina de rotura, se sugiere que se tenga el apoyo de un personal capacitado en el manejo de esta máquina para evitar accidentes. Fuente propia.

3. Luego se procede a realizar el ensayo de la carga a compresión, hasta que se produzca la rotura de la probeta y se toma nota de lo registrado.

Figura 98

Rotura de probetas debido al ensayo de resistencia a la compresión



Objetivo específico 3

Cuantificar cual es la influencia de la adición polvo de PVC reciclado en la absorción de agua en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Procedimiento del objetivo

Para este objetivo, se requiere los siguientes materiales y equipos para realizar su procedimiento:

- Probetas de concretos de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 (muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de PVC reciclado, por cada resistencia)
- Franelas
- Balanza con canastilla
- Balanza normal
- Horno a temperatura de 110°C

1. Después de 28 días de curado de la probeta de concreto, se deja sumergida por 06 días más para luego realizar el procedimiento de absorción de agua.
2. Pasado el total de 34 días, retiramos las probetas del agua y con franelas secamos las probetas hasta que estén superficialmente seca y pesamos cada una de las probetas, tanto la probeta patrón y las que se adicionaron el 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de cada diseño de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

Figura 99

Secado de probetas superficialmente seco y pesado



3. Luego llevamos cada probeta a la balanza con canastilla para sumergir y tener el peso de la muestra saturada superficialmente seca, se toma nota de cada peso y llevamos las probetas para su secado en el horno a una temperatura de 110°C por 24 horas.

Figura 100

Probeta sumergida en la canastilla



Nota: Se sumerge la probeta para determinar el peso de la muestra saturada superficialmente seca.

Figura 101

Probetas al horno a temperatura de 110°C



Nota: Se ingresa las probetas para su secado al horno con una temperatura de 110°C por 24 horas.

4. Se retira del horno las probetas y se deja enfriar al aire libre, finalmente se pesa la probeta seca para poder determinar el porcentaje de absorción del agua.

Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c = 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Figura 102

Probetas al secado en aire libre y pesado



CAPÍTULO III: RESULTADOS

Al culminar con los ensayos, procedemos analizar e interpretar los resultados obtenidos de los diferentes ensayos realizados para determinar la capilaridad y el efecto de la eflorescencia, resistencia a la compresión y absorción de agua en los diseños de concreto de $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 con la adición de polvo de PVC reciclado.

3.1 Resultados obtenidos por cada objetivo

Resultado del objetivo específico 1

Calcular como influye la adición del polvo de PVC reciclado en la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 .

En el diseño de concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ se determinó que la adición de polvo de PVC reciclado en porcentajes de 1%, 2.5% y 5% al peso del cemento, no favorece a la reducción de la capilaridad con respecto a la muestra patrón, teniendo un resultado negativo a lo establecido.

Tabla 54

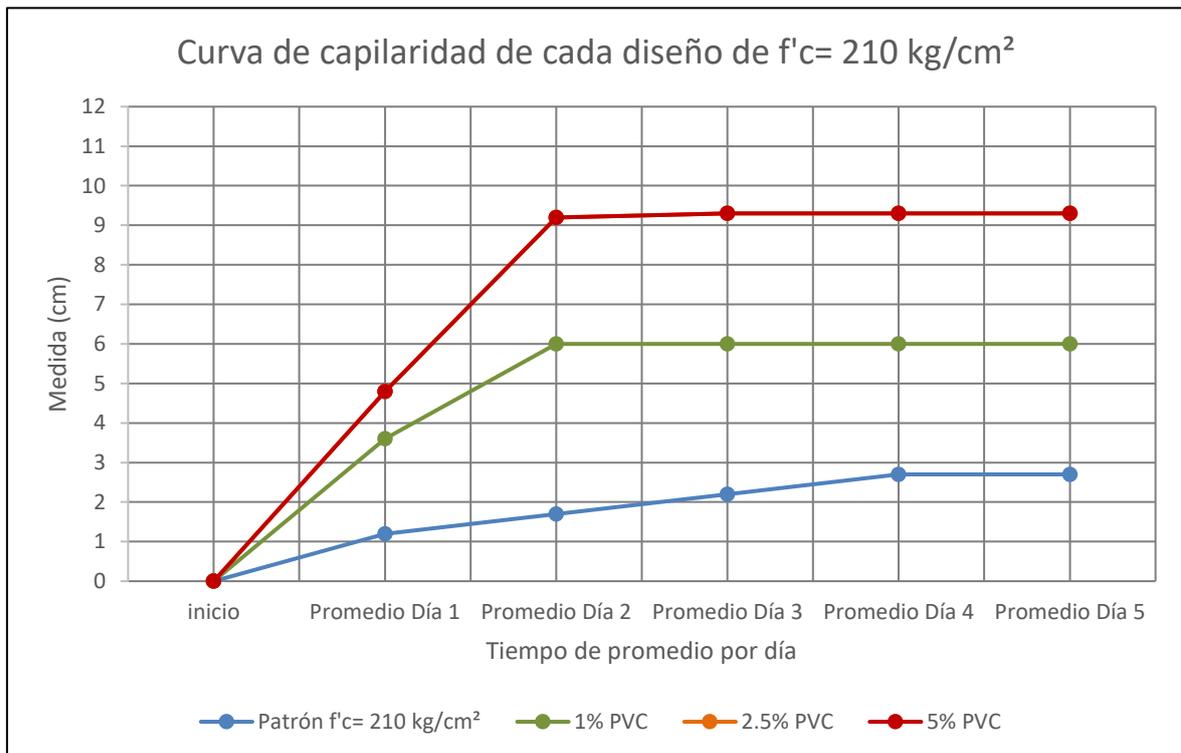
Resultados de las mediciones de la subida del agua a través de los poros que tiene el concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Probetas	Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5		
	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	1.2	1.5	1.2	1.9	2.0	1.7	2.3	2.5	2.2	2.9	3.0	2.7	2.9	3.0	2.7
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	0.8	1.2		1.4	1.6		1.8	2.0		2.3	2.5		2.3	2.5	
1% PVC	4.0	5.8	3.6	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
1% PVC	1.5	3.0		6.0	6.0		6.0	6.0		6.0	6.0		6.0	6.0	
2.5% PVC	4.0	6.8	4.8	11.4	11.5	9.2	11.6	11.6	9.3	11.6	11.6	9.3	11.6	11.6	9.3
2.5% PVC	3.8	4.7		7.0	7.0		7.0	7.0		7.0	7.0		7.0	7.0	
5% PVC	3.7	7.0	4.8	12.0	12.0	9.2	12.0	12.0	9.3	12.0	12.0	9.3	12.0	12.0	9.3
5% PVC	2.8	5.5		6.3	6.5		6.5	6.5		6.5	6.5		6.5	6.5	

En la Tabla 54, se muestra los datos obtenidos (cm) por día en cada probeta, donde se observa que la adición de polvo de PVC reciclado no favorece a disminuir la capilaridad del concreto, siendo esto un resultado negativo porque genera un aumento a la absorción del agua referente a la muestra patrón. En el concreto de adición con el 1% de polvo de PVC reciclado, llego a un nivel de 6 cm más del nivel de agua hasta el día 5, pero solo en el día 2 llego a ese nivel máximo ya que no subió más el agua hasta ese día. En caso del concreto de adición con el 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, llego a un nivel de 9.3 cm más del nivel de agua hasta el día 5, pero esta medida se ha mantenido desde el día 3 que llego a ese nivel máximo. Por lo que se determina que la adición de 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado aumenta la capilaridad en referencia a la muestra patrón.

Figura 103

Grafica de los resultados de las mediciones de la subida del agua que tiene el concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



En la Figura 103, se representa la comparación de la capilaridad que se produce en cada probeta de concreto, donde se observa que las muestras de 1%, 2.5% y 5% de adición de polvo de PVC reciclado la capilaridad aumenta, siendo esto un resultado negativo a nuestro objetivo.

Con respecto al diseño de concreto de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ se determinó que la adición de polvo de PVC reciclado en porcentajes de 1%, 2.5% y 5% al peso del cemento, si favorece a la reducción de la capilaridad con respecto a la muestra patrón, teniendo un resultado positivo a lo establecido en el objetivo.

Tabla 55

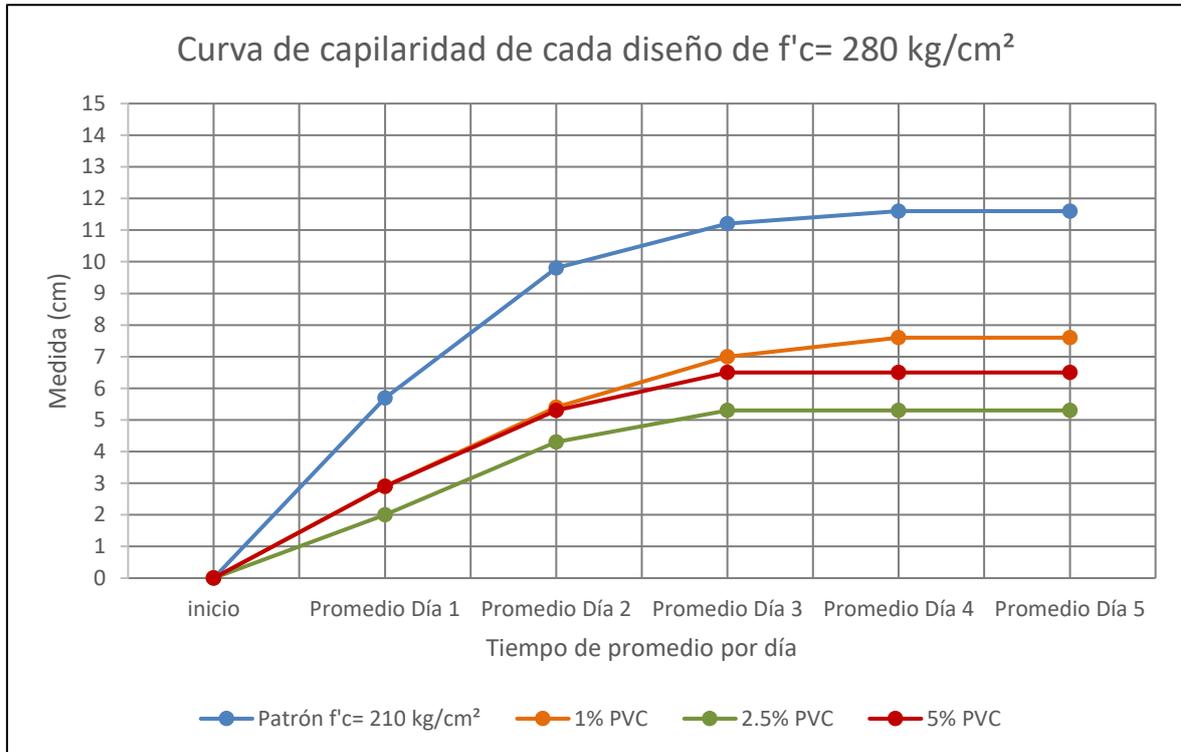
Resultados de las mediciones de la subida del agua a través de los poros que tiene el concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Probetas	Día 1			Día 2			Día 3			Día 4			Día 5		
	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)	Medida 1 (cm)	Medida 2 (cm)	Promedio (cm)
Patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	5.3	6.0	5.7	8.6	10.0	9.8	10.3	11.0	11.2	11.3	11.5	11.6	11.3	11.5	11.6
	5.5	6.0		9.5	11.0		11.5	12.0		11.5	12.0		11.5	12.0	
1% PVC	0.7	1.0	2.9	1.2	1.5	5.4	3.2	4.0	7.0	4.6	5.0	7.6	4.6	5.0	7.6
	4.2	5.5		8.9	10.0		10.2	10.5		10.2	10.5		10.2	10.5	
2.5% PVC	1.9	2.5	2.0	5.4	6.0	4.8	5.4	6.0	5.3	5.4	6.0	5.3	5.4	6.0	5.3
	1.7	2.0		3.6	4.0		4.7	5.0		4.7	5.0		4.7	5.0	
5% PVC	3.7	4.5	2.9	7.4	8.0	6.5	7.4	8.0	6.5	7.4	8.0	6.5	7.4	8.0	6.5
	1.5	2.0		4.5	6.0		4.5	6.0		4.5	6.0		4.5	6.0	

En la Tabla 55, se muestra los datos obtenidos (cm) por día en cada probeta, donde se observa que la adición de polvo de PVC reciclado si favorece a disminuir la capilaridad del concreto del diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, siendo esto un resultado positivo porque genera una disminución a la absorción del agua referente a la muestra patrón. En el concreto de adición con el 1% de polvo de PVC reciclado, llego a un nivel de 7.5 cm más del nivel de agua hasta el día 5, pero solo en el día 4 llego a ese nivel máximo ya que no subió más el agua hasta ese día. En caso del concreto de adición con el 2.5% llego a un nivel de 5.3 cm, pero solo en el día 4 llego a ese nivel máximo y en el 5% de polvo de PVC reciclado, llego a un nivel de 6.5cm en el nivel de agua, pero esta medida se ha mantenido desde el día 3 que llego a ese nivel máximo, todos fueron menores a la muestra patrón. Por lo que se determina que la adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado fue el que tuvo la menor capilaridad en referencia a la muestra patrón.

Figura 104

Grafica de los resultados de las mediciones de la subida del agua que tiene el concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



En la Figura 104, se representa la comparación de la capilaridad que se produce en cada probeta de concreto, donde se observa que las muestras de 1%, 2.5% y 5% de adición de polvo de PVC reciclado, en la capilaridad son menores a la muestra patrón siendo esto un resultado positivo a nuestro objetivo.

Resultado del objetivo específico 2

Evaluar en qué medida afecta la adición del polvo de PVC reciclado en la resistencia a la compresión en el concreto $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 .

En el diseño de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ se determinó que la adición de polvo de PVC reciclado en porcentajes de 1%, 2.5% y 5% al peso del cemento, favorece de manera positiva en la mejor de la resistencia a la compresión.

Tabla 56

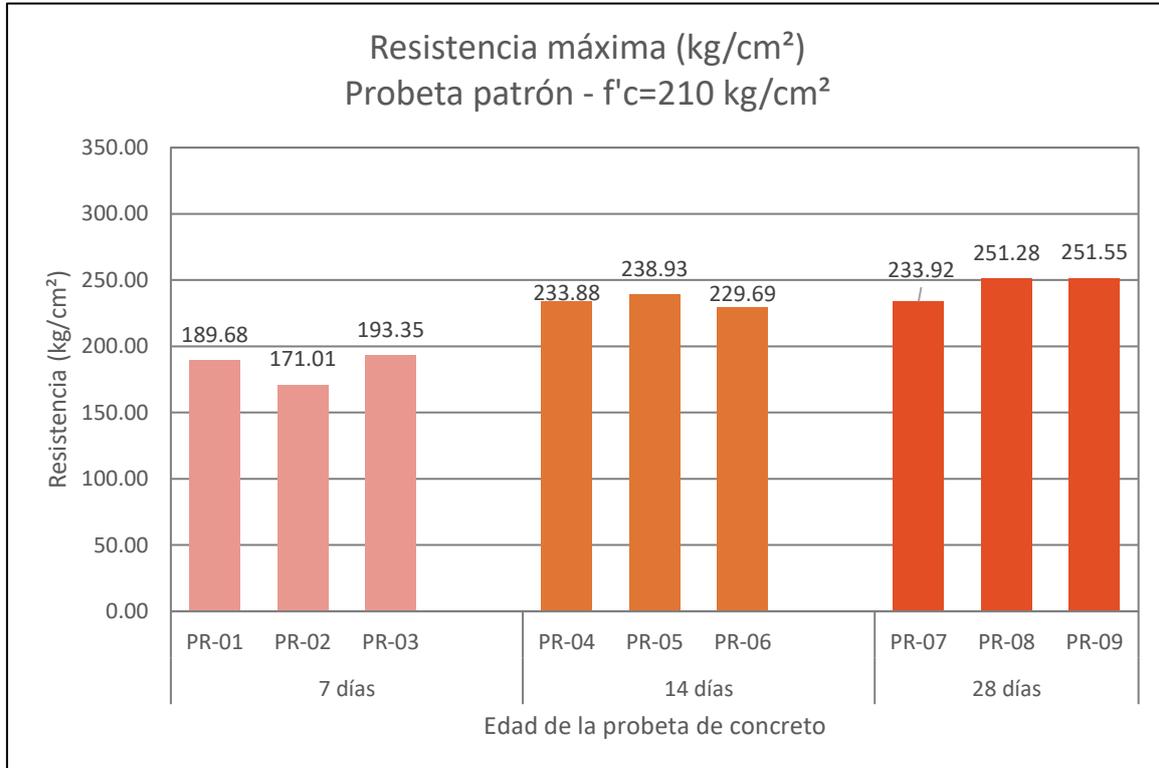
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ endurecido a los 7, 14 y 28 días.

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Diseño $f'c=$ (Kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	7	14897.82	78.54	189.68	210.00	
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	7	13431.49	78.54	171.01	210.00	184.68
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	7	15185.37	78.54	193.35	210.00	
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	14	18368.88	78.54	233.88	210.00	
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	14	18765.54	78.54	238.93	210.00	234.16
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	14	18039.51	78.54	229.69	210.00	
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	28	18371.93	78.54	233.92	210.00	
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	28	19735.27	78.54	251.28	210.00	245.58
Patrón $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$	28	19756.69	78.54	251.55	210.00	

En la Tabla 56, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) alcanzado a los 7, 14 y 28 días, teniendo una alta resistencia a los 14 días de endurecido y siendo la mayor resistencia a los 28 días con una resistencia máxima promedio de 245.58 kg/cm^2 .

Figura 105

Resistencia máxima de las probetas patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$



En la Figura 105, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas patrón de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas).

Tabla 57

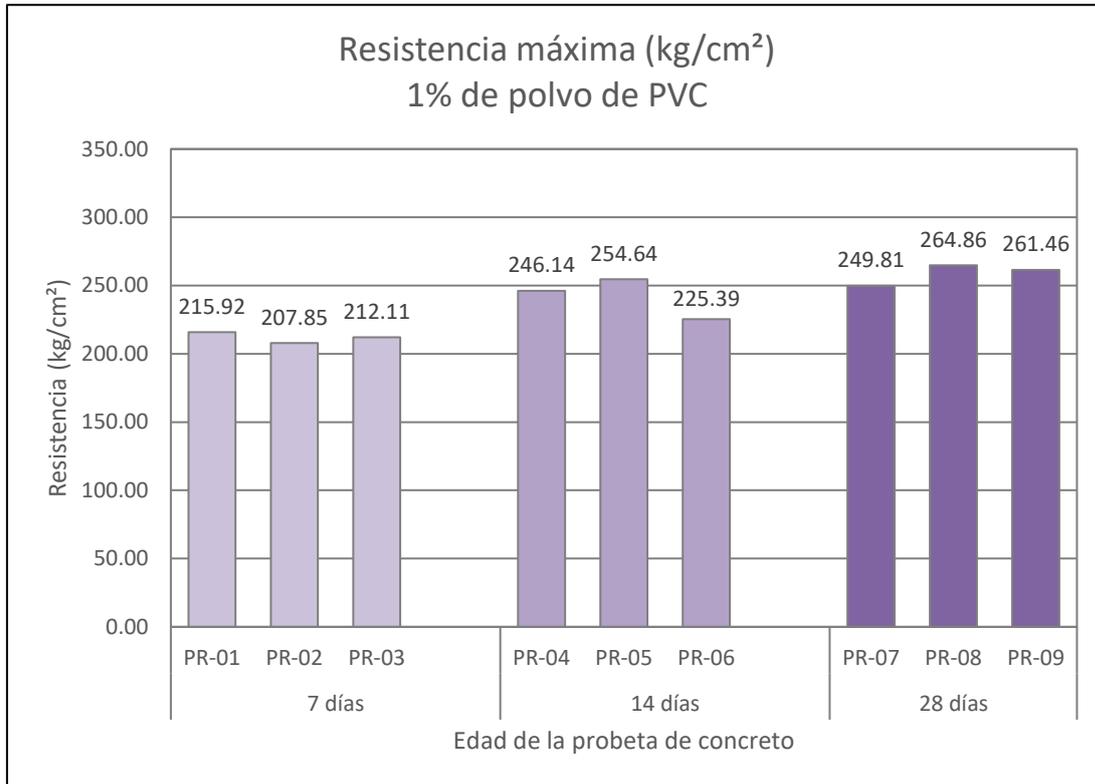
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1% de polvo de PVC reciclado

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Diseño $f'c=$ (Kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	7	16958.63	78.54	215.92	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	7	16324.38	78.54	207.85	210.00	211.96
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	7	16658.84	78.54	212.11	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	14	19331.47	78.54	246.14	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	14	19999.38	78.54	254.64	210.00	242.05
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	14	17701.99	78.54	225.39	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	28	19620.05	78.54	249.81	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	28	20801.88	78.54	264.86	210.00	258.71
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	28	20534.72	78.54	261.46	210.00	

En la Tabla 57, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm²) alcanzado a los 7, 14 y 28 días con la adición de 1% de polvo de PVC reciclado, determinando que este porcentaje ayuda en aumentar la resistencia al concreto teniendo una mejora desde los 7 días de endurecido y siendo la mayor resistencia a los 28 días con una resistencia máxima promedio de 258.71 kg/cm^2 referente a la muestra patrón.

Figura 106

Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con adición de 1 % de polvo de PVC reciclado



En la Figura 106, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas), siendo el mayor resultado de resistencia en las probetas de 28 días.

Tabla 58

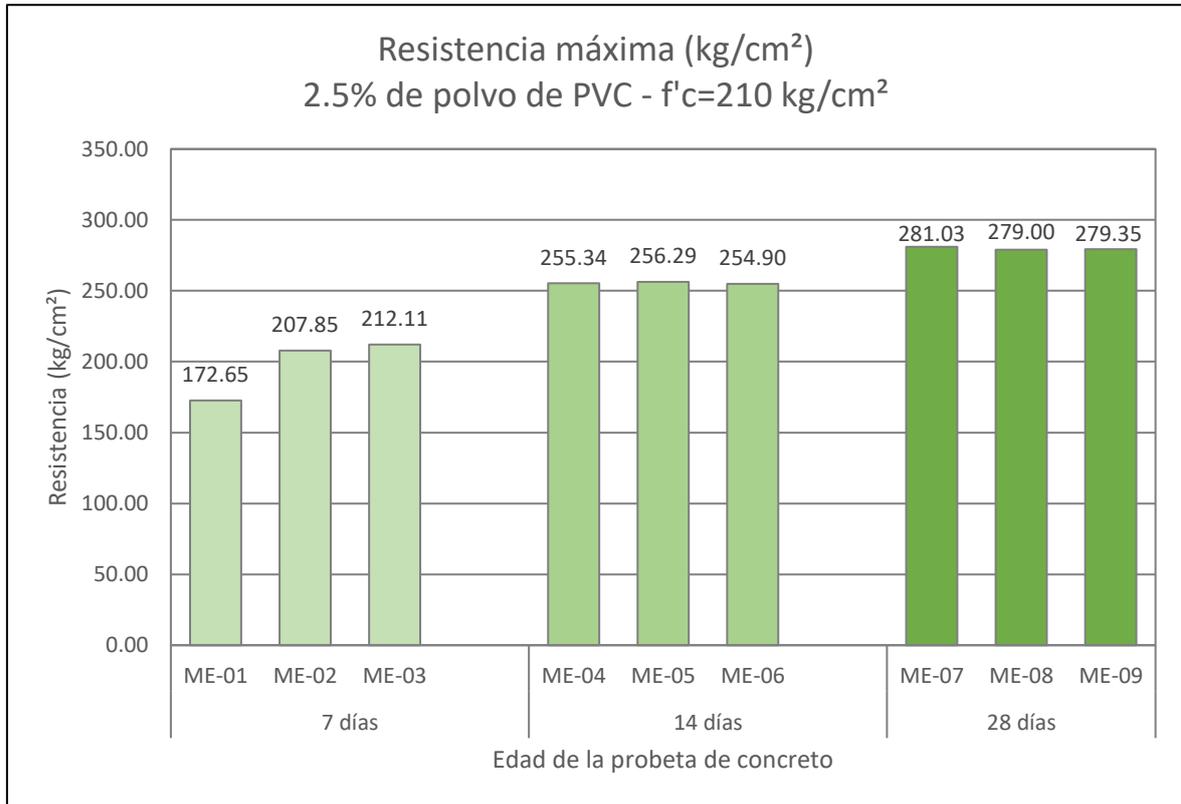
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 2.5 % de polvo de PVC reciclado

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm²)	Esfuerzo (Kg/cm²)	Diseño $f'c=$ (Kg/cm²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm²)
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	7	13559.97	78.54	172.65	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	7	16324.38	78.54	207.85	210.00	197.53
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	7	16658.84	78.54	212.11	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	14	20054.44	78.54	255.34	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	14	20128.88	78.54	256.29	210.00	255.51
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	14	20019.77	78.54	254.90	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	28	22072.43	78.54	281.03	210.00	
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	28	21912.33	78.54	279.00	210.00	279.79
Concreto de $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	28	21939.87	78.54	279.35	210.00	

En la Tabla 58, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) alcanzado a los 7, 14 y 28 días con la adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado, determinando que este porcentaje ayuda en aumentar la resistencia al concreto a los 14 días de endurecido y siendo la mayor resistencia a los 28 días con una resistencia máxima promedio de 279.79 kg/cm^2 referente a la muestra patrón.

Figura 107

Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 2.5 % de polvo de PVC reciclado



En la Figura 107, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas), siendo el mayor resultado de resistencia en las probetas de 28 días.

Tabla 59

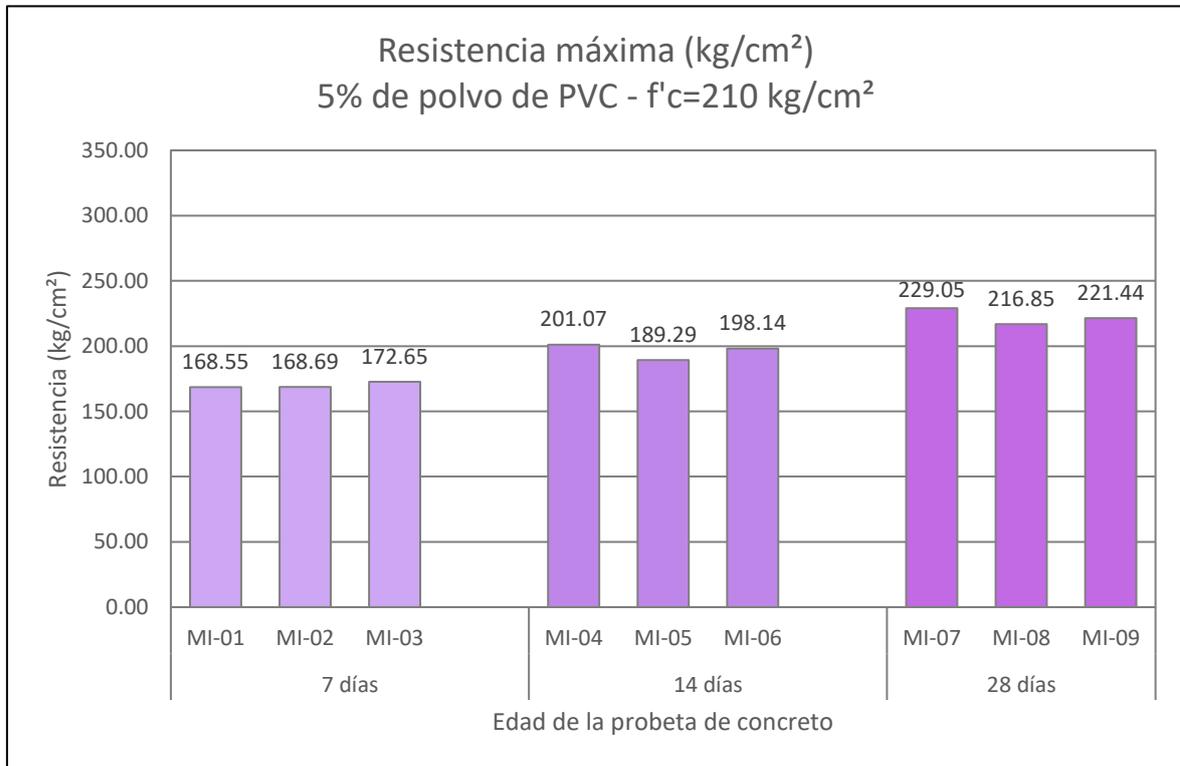
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 5% de polvo de PVC reciclado

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Diseño $f'c =$ (Kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	7	13237.75	78.54	168.55	210.00	
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	7	13248.96	78.54	168.69	210.00	169.96
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	7	13559.97	78.54	172.65	210.00	
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	14	15792.09	78.54	201.07	210.00	
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	14	14867.23	78.54	189.29	210.00	196.17
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	14	15561.64	78.54	198.14	210.00	
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	28	17989.55	78.54	229.05	210.00	
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	28	17031.03	78.54	216.85	210.00	222.45
Concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	28	17392.00	78.54	221.44	210.00	

En la Tabla 59, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm²) alcanzado a los 7, 14 y 28 días con la adición de 5% de polvo de PVC reciclado, determinando que este porcentaje de adición de polvo de PVC reciclado, no tuvo el mismo resultado que en las anteriores adiciones de polvo de PVC reciclado, solo se tuvo una mayor resistencia al concreto a los 28 días con una resistencia máxima promedio de 222.45 kg/cm^2 siendo menor a la muestra patrón, pero es mayor al diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 108

Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 5 % de polvo de PVC reciclado



En la Figura 108, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 5% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas), siendo el mayor resultado de resistencia en las probetas de 28 días.

Tabla 60

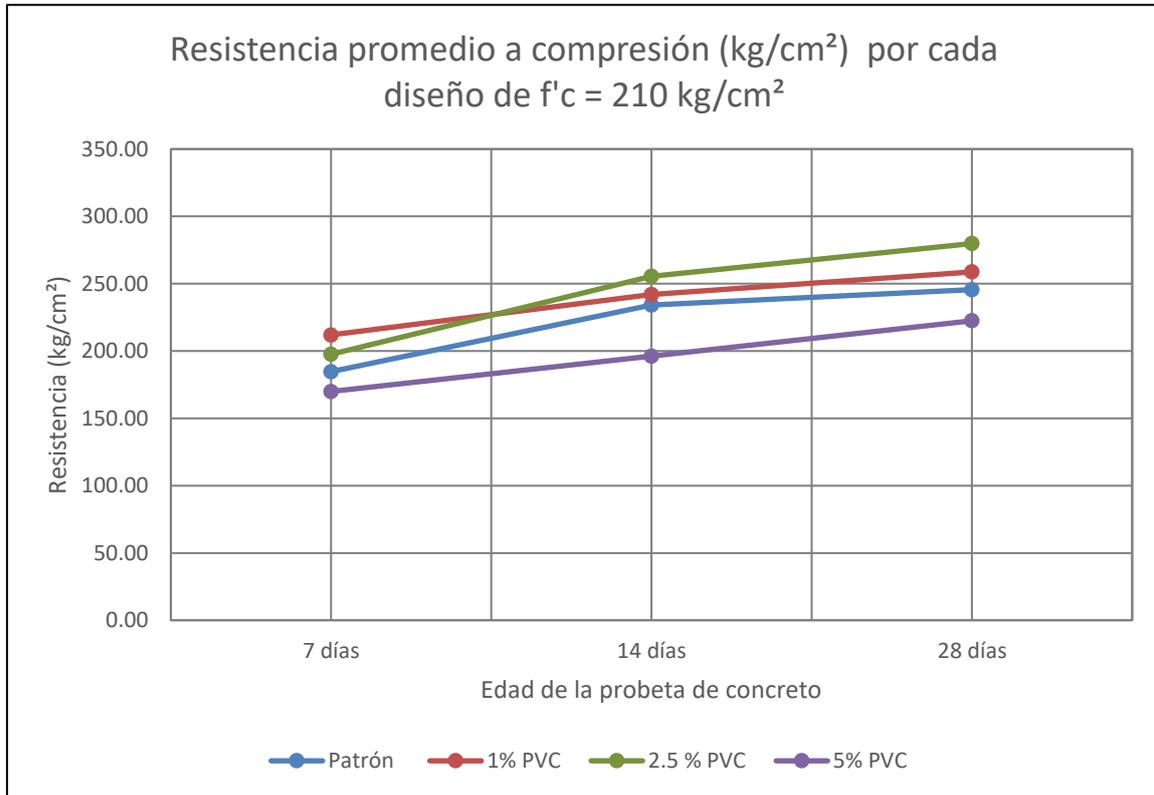
Resultados de la resistencia a la compresión promedio máximo del concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Resistencia promedio a la compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
Patrón	184.68	234.16	245.58
1% PVC	211.96	242.05	258.71
2.5 % PVC	197.53	255.51	279.79
5% PVC	169.96	196.17	222.45

En la Tabla 60, se muestra a detalla los promedios de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) alcanzado a los 7, 14 y 28 días en la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, donde se muestra que la mayor resistencia se da a los 28 días, donde la muestra patrón tiene una resistencia de 245.58 kg/cm^2 , el diseño con el 1% de adición de polvo de PVC reciclado tiene una resistencias de 258.71 kg/cm^2 , el diseño con el 2.5% de adición de polvo de PVC reciclado tiene una resistencia de 279.79 kg/cm^2 estas dos diseños tiene mayor resistencia referente a la muestra patrón, en el caso del diseño con el 5% de adición de polvo de PVC reciclado tiene una resistencia de 222.45 kg/cm^2 que es menor a la resistencia de la muestra patrón, pero es mayor a la resistencia establecida de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 109

Comparación de resistencias promedios a la compresión de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado del diseño del concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$



En la Figura 109, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima promedio (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7, 14 y 28 días, donde se visualiza que la resistencia en 28 días del diseño con el 1% y 2.5% con polvo de PVC reciclado, son mayores a la muestra patrón y el diseño con el 5% de polvo de PVC reciclado, es menor a la muestra patrón a los 28 días, pero es mayor al diseño requerido.

Tabla 61

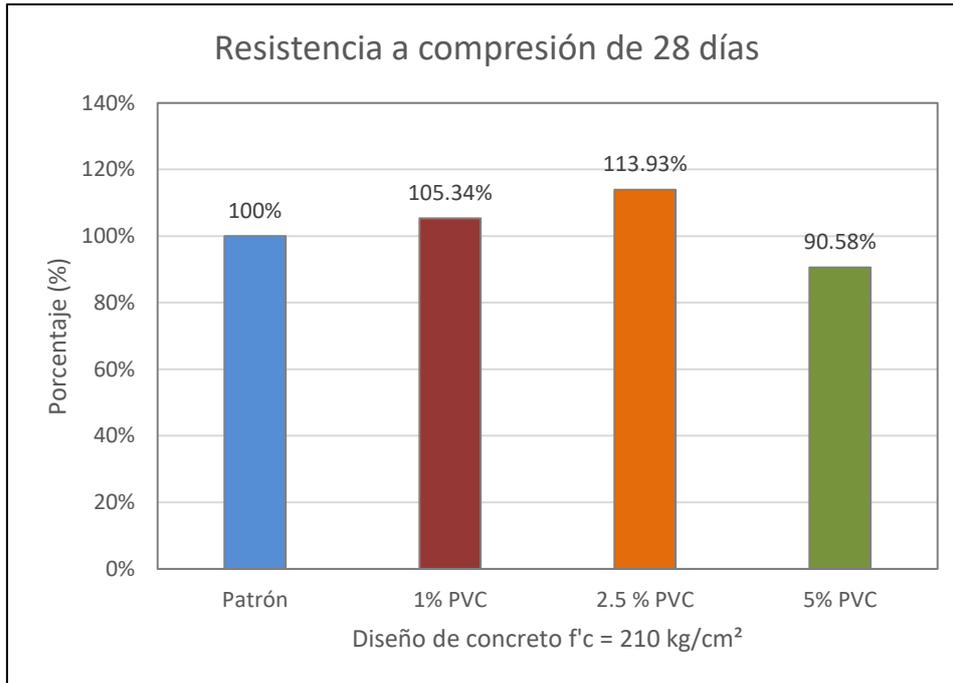
Variación en porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado del diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado

Descripción	Patrón	1% PVC	2.5 % PVC	5% PVC
Resistencia a compresión promedio 28 días (kg/cm^2)	245.58	258.71	279.79	222.45
Porcentaje de resistencia (%)	100%	105.34%	113.93%	90.58%
Variación de la resistencia a la compresión (%)	0	5.34%	13.93%	-9.42%

En la Tabla 61, se muestra que la probeta patrón alcanza una resistencia promedio a la compresión a los 28 días de 245.58 kg/cm^2 donde se le considera un 100% en resistencia, haciendo la comparación de los porcentajes con las probetas con adición de polvo de PVC reciclado, estas han tenido un aumento en la resistencia con respecto a la muestra patrón, en el caso del 1% y 2.5% de adición de polvo de PVC reciclado, siendo que el mayor porcentaje de resistencia a la compresión lo tiene el concreto de 2.5% de polvo de PVC reciclado que tiene el 13.93% con respecto al concreto patrón, en el caso en el porcentaje de resistencia a la compresión en el concreto de 5% de polvo de PVC reciclado no tuvo una mayor resistencia a la compresión con respecto a la muestra patrón pero está en el rango de la resistencia de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 110

Comparación de porcentaje de variación de la resistencia promedio a la compresión de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días de curado



En la Figura 110, se representa los resultados en porcentaje de la resistencia a la compresión promedio (kg/cm^2) a los 28 días de curado, donde se visualiza que el mayor porcentaje de resistencia con respecto a la muestra patrón lo presenta el concreto con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado que tiene el 113.93 %, es decir aumento al 13.93% más al porcentaje de la muestra patrón.

En el caso del diseño de concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se determinó que la adición de polvo de PVC reciclado en porcentajes de 1%, 2.5% y 5% al peso del cemento, no favorece de una manera positiva en la resistencia a la compresión.

Tabla 62

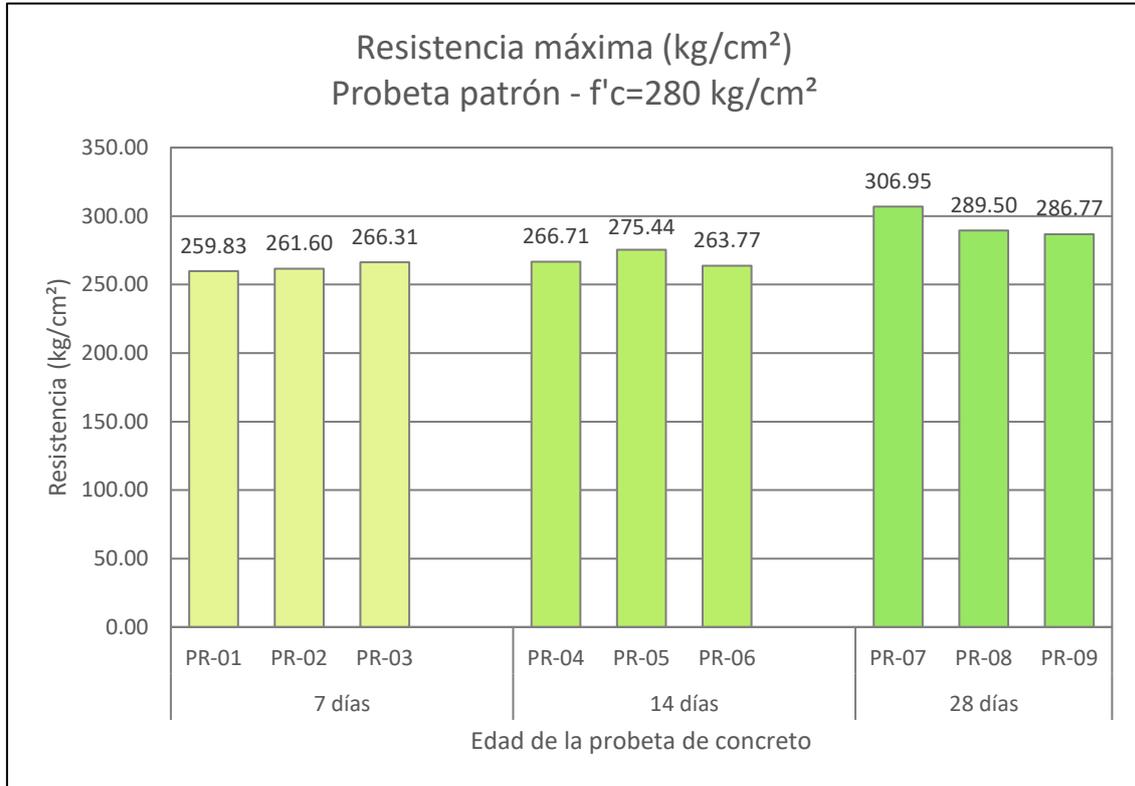
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto patrón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, endurecido a los 7, 14 y 28 días

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm^2)	Esfuerzo (Kg/cm^2)	Diseño $f'c=$ (Kg/cm^2)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm^2)
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	7	20407.26	78.54	259.83	280.00	
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	7	20545.94	78.54	261.60	280.00	262.58
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	7	20916.09	78.54	266.31	280.00	
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	14	20947.70	78.54	266.71	280.00	
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	14	21632.94	78.54	275.44	280.00	268.64
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	14	20716.23	78.54	263.77	280.00	
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	28	24107.75	78.54	306.95	280.00	
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	28	22737.27	78.54	289.50	280.00	294.41
Patrón $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	28	22523.13	78.54	286.77	280.00	

En la Tabla 62, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) alcanzado a los 7, 14 y 28 días, teniendo una alta resistencia a los 7 días de endurecido y siendo la mayor resistencia a los 28 días con una resistencia máxima promedio de 294.41 kg/cm^2 .

Figura 111

Resistencia máxima de las probetas patrón de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



En la Figura 111, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas patrón de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas).

Tabla 63

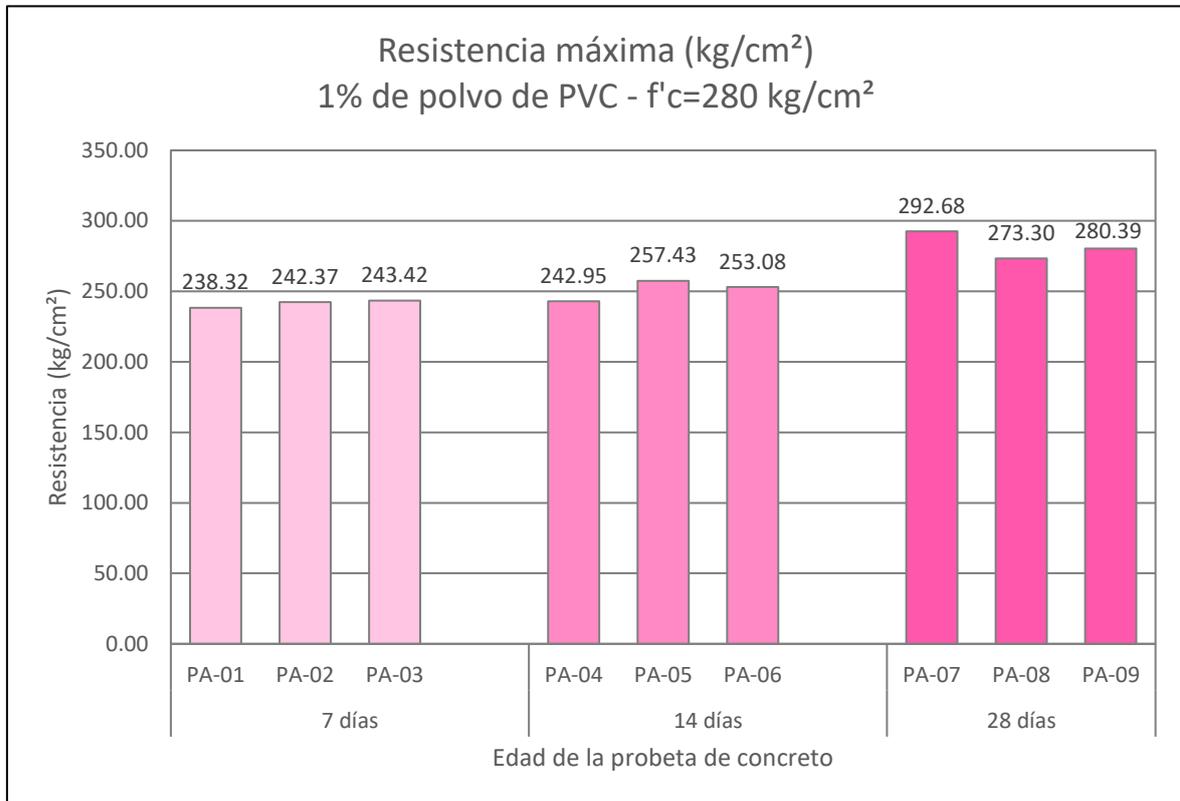
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1 % de polvo de PVC reciclado

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm^2)	Esfuerzo (Kg/cm^2)	Diseño $f'c =$ (Kg/cm^2)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm^2)
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	7	18717.61	78.54	238.32	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	7	19035.76	78.54	242.37	280.00	241.37
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	7	19118.36	78.54	243.42	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	14	19081.65	78.54	242.95	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	14	20218.61	78.54	257.43	280.00	251.16
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	14	19877.01	78.54	253.08	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	28	22987.10	78.54	292.68	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	28	21464.69	78.54	273.30	280.00	282.12
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 1% PVC	28	22021.44	78.54	280.39	280.00	

En la Tabla 63, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) alcanzado a los 7, 14 y 28 días con la adición de 1% de polvo de PVC reciclado, determinando que este porcentaje no tuvo un resultado favorable en la resistencia, solo se tuvo una mayor resistencia al concreto a los 28 días con una resistencia máxima promedio de 282.12 kg/cm^2 siendo menor a la muestra patrón, pero es mayor al diseño de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 112

Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1 % de polvo de PVC reciclado



En la Figura 112, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas), siendo el mayor resultado de resistencia en las probetas de 28 días.

Tabla 64

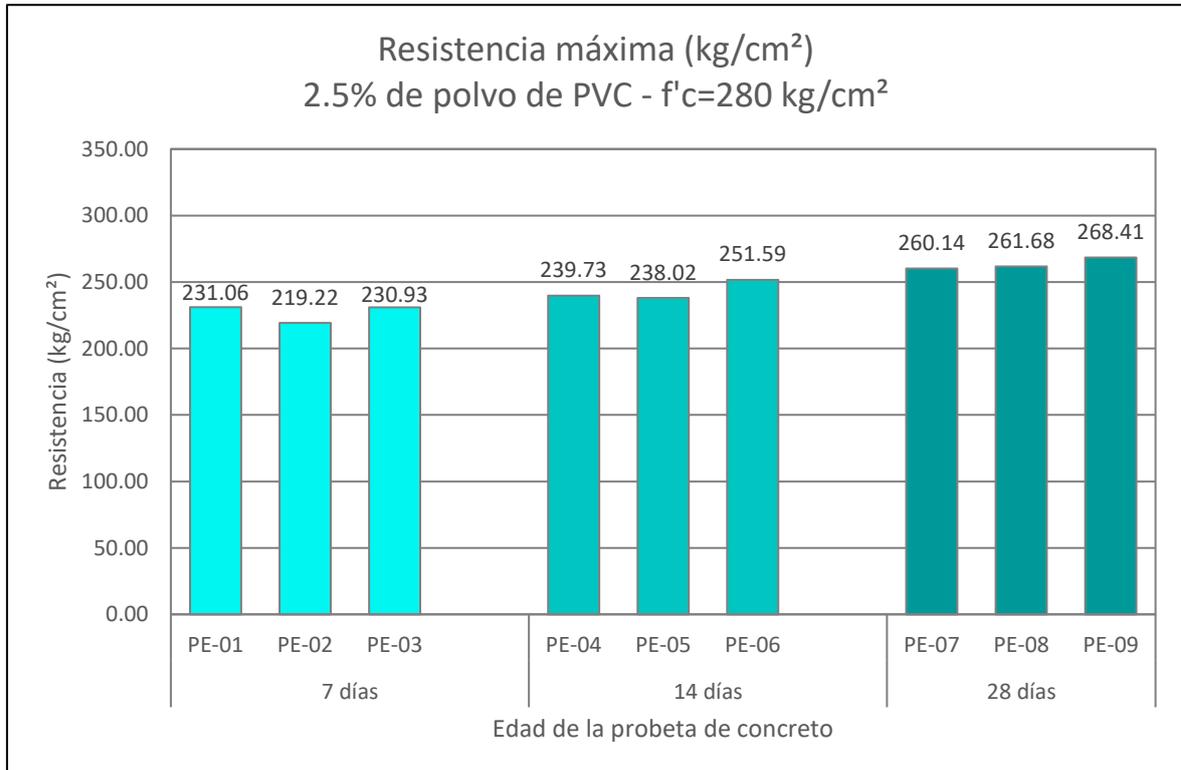
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 2.5 % de polvo de PVC reciclado

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Diseño $f'c =$ (Kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	7	18147.60	78.54	231.06	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	7	17217.63	78.54	219.22	280.00	227.07
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	7	18137.40	78.54	230.93	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	14	18828.76	78.54	239.73	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	14	18694.16	78.54	238.02	280.00	243.11
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	14	19759.75	78.54	251.59	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	28	20431.73	78.54	260.14	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	28	20552.05	78.54	261.68	280.00	263.41
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 2.5% PVC	28	21081.28	78.54	268.41	280.00	

En la Tabla 64, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm²) alcanzado a los 7, 14 y 28 días con la adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado, determinando que este porcentaje disminuyó la resistencia, su mayor resistencia que obtuvo a los 28 días fue de 263.41 kg/cm^2 siendo menor a la muestra patrón y al diseño de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 113

Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 2.5 % de polvo de PVC reciclado



En la Figura 113, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas), siendo el mayor resultado de resistencia en las probetas de 28 días.

Tabla 65

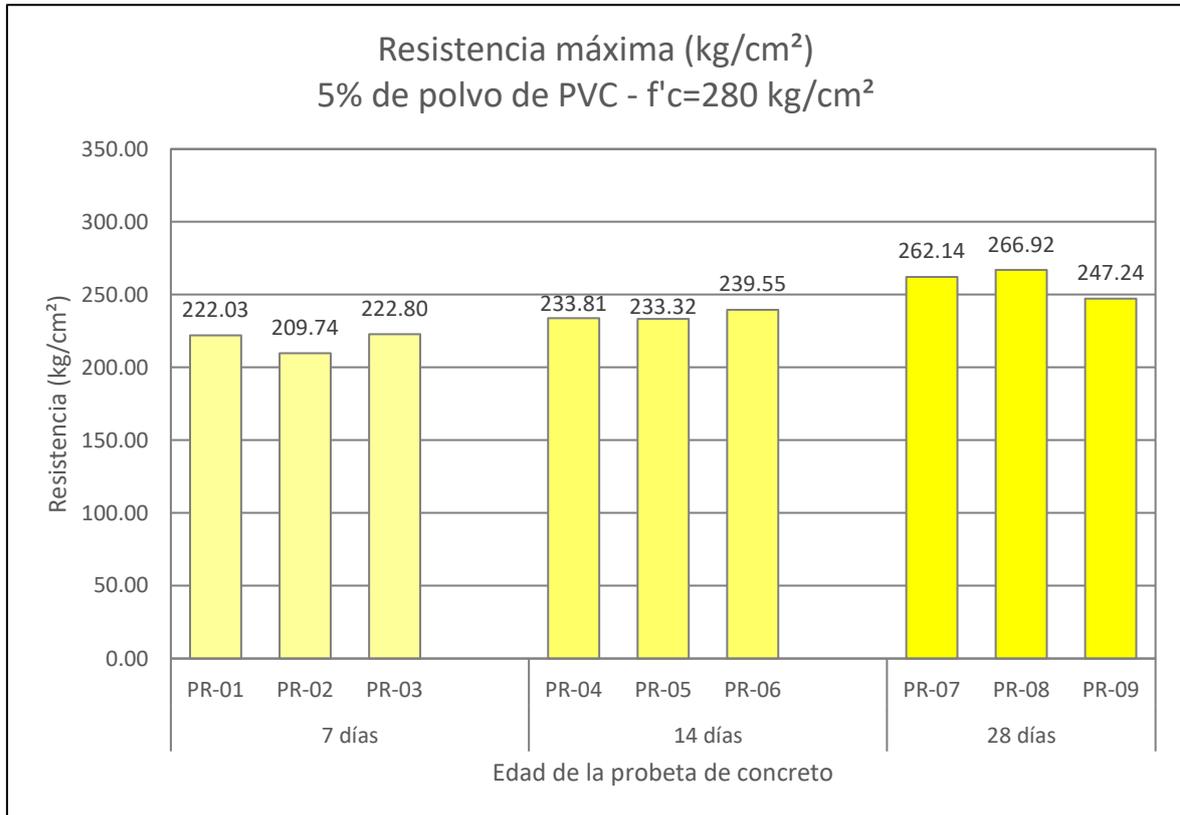
Resultados de la resistencia a la compresión del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 5 % de polvo de PVC reciclado

Identificación de probetas	Días de Curado	Fuerza máxima (Kg)	Área de Probeta (cm ²)	Esfuerzo (Kg/cm ²)	Diseño $f'c =$ (Kg/cm ²)	Esfuerzo Promedio (Kg/cm ²)
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	7	17437.89	78.54	222.03	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	7	16473.25	78.54	209.74	280.00	218.19
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	7	17499.07	78.54	222.80	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	14	18363.78	78.54	233.81	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	14	18325.03	78.54	233.32	280.00	235.56
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	14	18814.48	78.54	239.55	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	28	20588.76	78.54	262.14	280.00	
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	28	20964.01	78.54	266.92	280.00	258.77
Concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con el 5% PVC	28	19418.15	78.54	247.24	280.00	

En la Tabla 65, se muestra los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm²) alcanzado a los 7, 14 y 28 días con la adición de 5% de polvo de PVC reciclado, determinando que este porcentaje disminuyo la resistencia, su mayor resistencia que obtuvo a los 28 días fue de 258.77 kg/cm^2 siendo menor a la muestra patrón y al diseño de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 114

Resistencia máxima de las probetas de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de 5 % de polvo de PVC reciclado



En la Figura 114, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 5% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7 días (03 probetas), 14 días (03 probetas) y 28 días (03 probetas), siendo el mayor resultado de resistencia en las probetas de 28 días.

Tabla 66

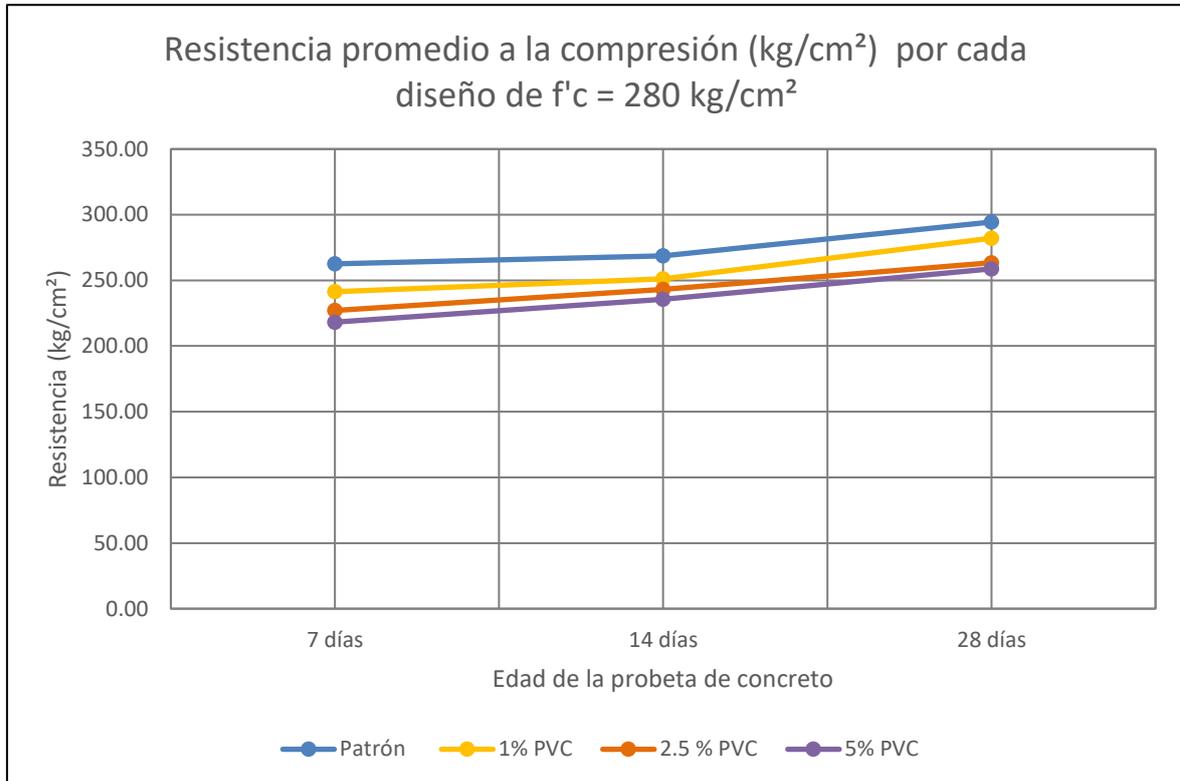
Resultados de la resistencia a la compresión promedio máximo del concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días

Diseño	Resistencia promedio a la compresión (Kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
Patrón	262.58	268.64	294.41
1% PVC	241.37	251.16	282.12
2.5 % PVC	227.07	243.11	263.41
5% PVC	218.19	235.56	258.77

En la Tabla 66, se muestra a detalla los promedios de la resistencia a la compresión máxima (kg/cm²) alcanzado a los 7, 14 y 28 días en la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, donde se muestra que la mayor resistencia se da a los 28 días, donde la muestra patrón tiene una resistencia de 294.41 kg/cm^2 , el diseño con el 1% de adición de polvo de PVC reciclado, tiene una resistencia de 282.12 kg/cm^2 , siendo este menor a la resistencia con respecto a la muestra patrón, pero es mayor a la resistencia establecida de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, en el caso de los diseños con el 2.5% y del 5% de adición de polvo de PVC reciclado, tiene una resistencia menor a la resistencia con respecto a la muestra patrón y menor a la resistencia establecida de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 115

Comparación de resistencias promedios a la compresión de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$



En la Figura 115, se representa los resultados de la resistencia a la compresión máxima promedio (kg/cm^2) de las probetas de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, alcanzado a los 7, 14 y 28 días, donde se visualiza que la resistencia en 28 días del diseño con el 1% de polvo de PVC reciclado, es menor a la muestra patrón a los 28 días, pero es mayor al diseño requerido de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$, en caso del 2.5% y 5% con polvo de PVC reciclado, son menores a la muestra patrón y también son menores al diseño requerido de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla 67

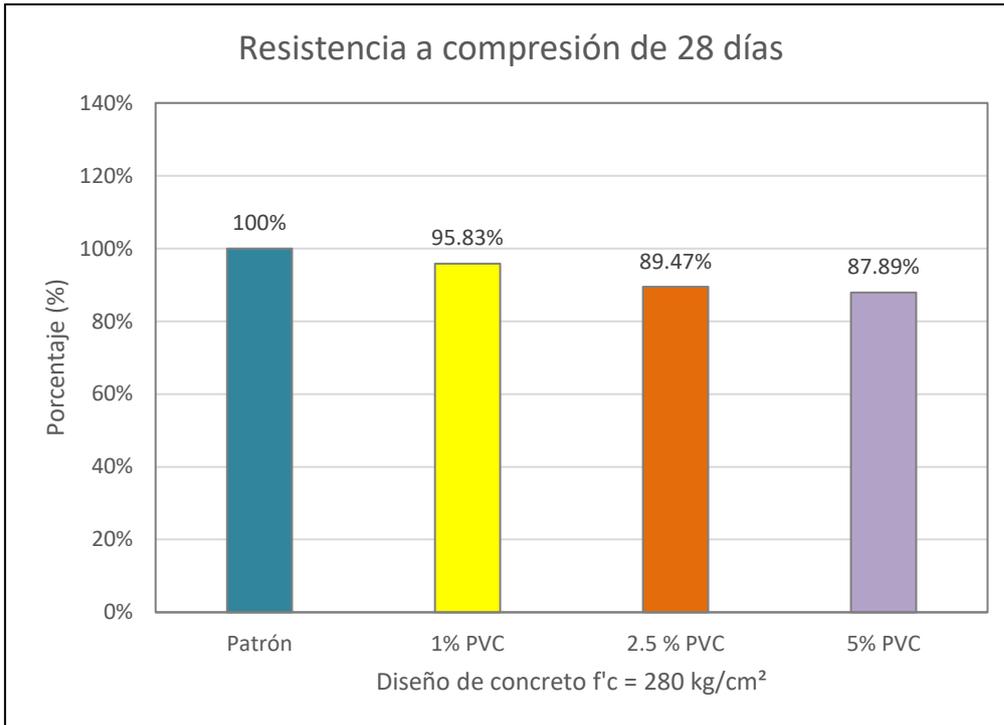
Variación en porcentaje de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado del diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado

Descripción	Patrón	1% PVC	2.5 % PVC	5% PVC
Resistencia a compresión promedio 28 días (kg/cm^2)	294.41	282.12	263.41	258.77
Porcentaje de resistencia (%)	100%	95.83%	89.47%	87.89%
Variación de la resistencia a la compresión (%)	0	-4.17%	-10.53%	-12.11%

En la Tabla 67, se muestra que la probeta patrón alcanza una resistencia promedio a la compresión a los 28 días de 294.41 kg/cm^2 donde se le considera un 100% en resistencia, haciendo la comparación de los porcentajes con las probetas con adición de polvo de PVC reciclado, estas han tenido una disminución en la resistencia con respecto a la muestra patrón, en el caso del concreto de 1% de polvo de PVC reciclado, no tuvo un porcentaje mayor en la resistencia a compresión con respecto a la muestra patrón pero está en el rango de la resistencia de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, pero en los casos 2.5% y 5% de adición de PVC reciclado, son de menor porcentaje de resistencia a la compresión con respecto a la muestra patrón y menor a la resistencia de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 116

Comparación de porcentaje de variación de la resistencia promedio a la compresión de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado



En la Figura 116, se representa los resultados en porcentaje de la resistencia a la compresión promedio (kg/cm^2) a los 28 días de curado, donde se visualiza que los concretos del 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado han tenido menor porcentaje de resistencia con respecto a la muestra patrón donde el menor porcentaje a la resistencia lo obtuvo el concreto con 5% de adición de polvo de PVC reciclado.

Resultado del objetivo específico 3

Cuantificar cual es la influencia de la adición polvo de PVC reciclado en la absorción de agua en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .

Para el diseño de concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se determinó que la adición de polvo de PVC reciclado en porcentajes de 1%, 2.5% y 5% al peso del cemento, influye en reducir y aumentar la absorción del agua en el concreto como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 68

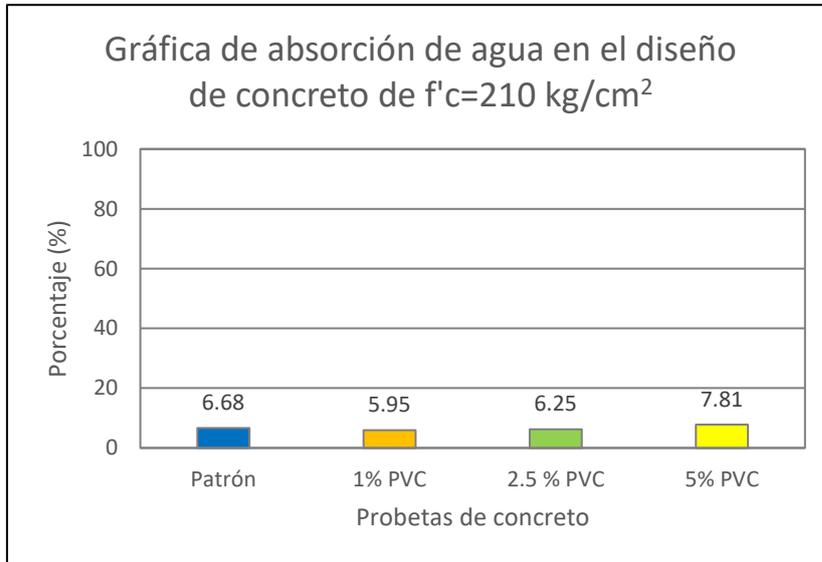
Porcentaje de absorción de agua en el diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, después de cumplir los 28 días de curado

Id	Descripción	Patrón	1% PVC	2.5 % PVC	5% PVC
1	Peso muestra SSS-Probeta (g)	3864.5	3824.9	3814.9	3641.8
2	Peso de canastilla sumergida (g)	460	460	460	460
3	Peso de canastilla + muestra SSS sumergida (g)	2680	2640	2620	2460
4	Peso de muestra SSS sumergida (g) (3-2)	2220	2180	2160	2000
5	Peso muestra seca - Probeta (g)	3622.5	3610	3590.4	3377.9
6	Peso Específico de masa(g/cm³) (5/(1+2-3))	2.20	2.19	2.17	2.06
7	Peso Específico de masa SSS (g/cm³) (1/(1+2-3))	2.35	2.33	2.31	2.22
8	Peso Específico aparente (g/cm³) (5/(5-4))	2.58	2.52	2.51	2.45
9	Porcentaje de absorción (%) ((1-5/5)*100)	6.68	5.95	6.25	7.81

En la Tabla 68, se muestra el porcentaje de absorción del agua entre la muestra de la probeta patrón con las probetas de concreto con la adición de 1%, 2.5% y 5% con polvo de PVC reciclado, después de dejarlo 6 días más de los 28 días curado, observando que el porcentaje de absorción de agua en las probetas de 1% y 2.5% con polvo de PVC reciclado, son de menor porcentaje al respecto a la muestra patrón, siendo el menor porcentaje de absorción de 5.95% del concreto con adición del 1% de polvo de PVC reciclado.

Figura 117

Comparación en la absorción del agua de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$



En la Figura 117, se representa los resultados en porcentaje de la absorción del agua a los 28 días de curado más 6 días, siendo un total de 34 días, donde se visualiza que el concreto de la muestra patrón obtuvo un porcentaje de 6.68%, en el caso del concreto con el 1% de polvo de PVC reciclado, tiene un porcentaje de absorción de agua de 5.95%, siendo menor porcentaje respecto a la muestra patrón, el concreto con el 2.5% de polvo de PVC reciclado, tiene un porcentaje de absorción de agua de 6.25%, donde también es porcentaje menor respecto a la muestra patrón y en el concreto con el 5% de polvo de PVC reciclado, tiene un porcentaje de absorción de agua de 7.81%, siendo este último mayor referente a la muestra patrón.

En caso del diseño de concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ se determinó que la adición de polvo de PVC reciclado en porcentajes de 1%, 2.5% y 5% al peso del cemento, influye en aumentar la absorción del agua en el concreto como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 69

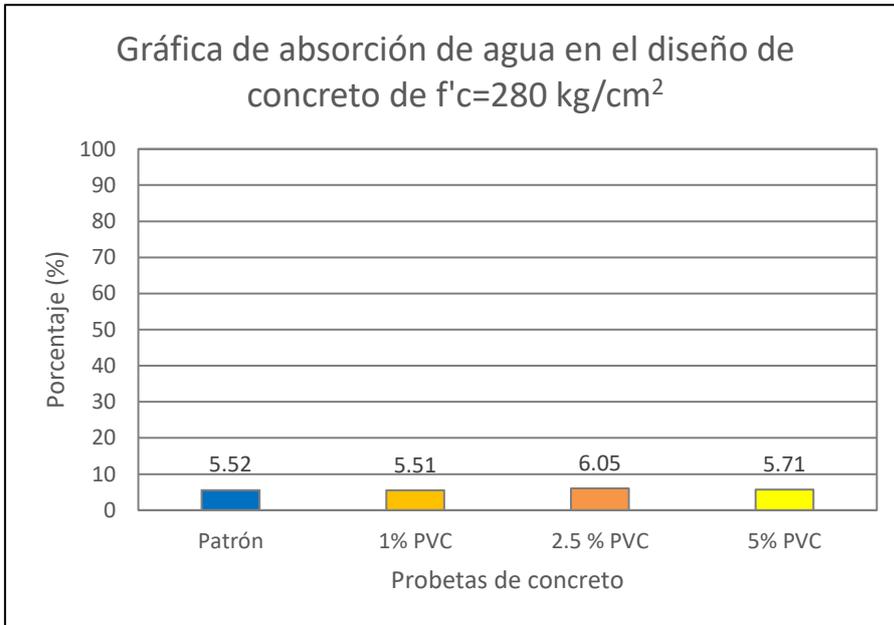
Porcentaje de absorción de agua en el diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en muestra patrón y con adición del 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, después de cumplir los 28 días de curado

Id	Descripción	Patrón	1% PVC	2.5 % PVC	5% PVC
1	Peso muestra SSS-Probeta (g)	3919	3923	3806	3774
2	Peso de canastilla sumergida (g)	460	460	460	460
3	Peso de canastilla + muestra SSS sumergida (g)	2730	2710	2620	2570
4	Peso de muestra SSS sumergida (g) (3-2)	2270	2250	2160	2110
5	Peso muestra seca - Probeta (g)	3714	3718	3589	3570
6	Peso Específico de masa(g/cm³) (5/(1+2-3))	2.25	2.22	2.18	2.15
7	Peso Específico de masa SSS (g/cm³) (1/(1+2-3))	2.38	2.34	2.31	2.27
8	Peso Específico aparente (g/cm³) (5/(5-4))	2.57	2.53	2.51	2.45
9	Porcentaje de absorción (%) ((1-5/5)*100)	5.52	5.51	6.05	5.71

En la Tabla 69, se muestra el porcentaje de absorción del agua entre la muestra de la probeta patrón con las probetas de concreto con la adición de 1%, 2.5% y 5% con polvo de PVC reciclado, después de dejarlo 6 días más de los 28 días curado, observando que el porcentaje de absorción de agua en las probetas de 1% con polvo de PVC reciclado, obtuvo un menor porcentaje aunque sea mínimo al respecto a la muestra patrón, siendo el menor porcentaje de absorción de 5.51%, en caso de los demás probetas de concreto con adición de 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, fueron mayores con respecto a la muestra patrón, siendo el porcentaje mayor de 6.05% de absorción de agua en la probeta de con adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado.

Figura 118

Comparación en la absorción del agua de la muestra patrón y con la adición de 1%, 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado de concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



En la Figura 118, se representa los resultados en porcentaje de la absorción del agua a los 28 días de curado más 6 días, siendo un total de 34 días, donde se visualiza que el concreto de la muestra patrón obtuvo un porcentaje de 5.52%, en el caso del concreto con el 1% de polvo de PVC reciclado, tiene un porcentaje de absorción de agua de 5.51%, siendo menor porcentaje mínimo al respecto a la muestra patrón, el concreto con el 2.5% de polvo de PVC reciclado, tiene un porcentaje de absorción de agua de 6.05%, este caso su porcentaje mayor respecto a la muestra patrón y en el concreto con el 5% de polvo de PVC reciclado, tiene un porcentaje de absorción de agua de 5.71%, siendo este último también mayor referente a la muestra patrón.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Limitaciones

Las limitaciones que se ha presentado en el transcurso de investigación fueron los siguientes:

- La obtención de polvo de PVC reciclado se adquiere a través de cortes de tuberías de PVC, conseguir este tipo de polvo y en proporciones mayores toma un cierto tiempo, ya que las empresas que realizan tubos de PVC no reúnen este tipo de polvo con facilidad, ya que para obtener un gramo de este material se debían cortar tubos en cantidades mayores, además de conseguirlo contiene muchas impurezas, por lo que se debemos tamizarlo. En la búsqueda de dicha empresa para que nos de la facilidad en recolectar dicho material, nos apoyó una empresa fabricante de tuberías, conexiones y accesorios de PVC para instalaciones sanitarias y eléctricas para el mercado de la construcción, que está ubicada en el distrito de Comas, provincia y departamento de Lima, donde se pudo recolectar 20 kg de polvo de PVC.
- Uso de laboratorio fue manera privada, además su uso no fue de manera continua, ya que se debe solicitar con días de anticipación para su uso adecuado, sin interrumpir sus otras actividades que tenían programadas para otras empresas.

4.2. Discusión

En la tesis de Bardales, W., & Medina, A. (2022), titulada “Influencia del PVC reciclado en la resistencia a compresión de concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ en veredas de Cajamarca Perú en el año 2021”, en sus ensayos que el plástico reciclado de PVC hace variar la resistencia a la compresión del diseño de veredas de concreto, donde el adicionar un 6% de PVC aumento en un 26.61% su resistencia máxima alcanzada en 28 días, al adicionar un

12% de PVC aumento en un 22% y por último adicionando un 18% de PVC se tuvo un aumento de 5% su resistencia máxima para una resistencia diseñada de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$. Haciendo una comparación con nuestro trabajo de investigación se tuvo el mismo resultado positivo en la resistencia a compresión en el diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, donde adicionando el 1% de polvo de PVC reciclado aumento su resistencia en un 23.19%, donde se adiciono el 2.5% de polvo de PVC reciclado aumento su resistencia en un 33.23% y en la última adición de 5% de polvo de PVC reciclado se obtuvo un aumento de 5.93%, no siendo muy alto como los demás porcentaje, pero si tubo una mayor resistencia máxima referente al diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y superando la resistencia de la muestra patrón, pero en el caso del concreto diseñado para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, tuvo resultados negativos, es decir no llego alcanzar ni superar el 100% de la resistencia del diseño, en el caso del 1% con polvo de PVC solo llego aumentar en un 0.76% en la resistencia, en caso del 2.5 % con polvo de PVC reciclado solo llego al 94.08% y el 5% con polvo de PVC reciclado solo llego al 92.42%, es decir estos últimos no llegaron ni superaron el 100% referente al diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, por lo que no es favorable la adición en porcentajes mayores al 1% de polvo de PVC reciclado para este diseño.

Según la tesis titulada “Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas” de Gutiérrez, E. (2020), los resultados de su investigación indica que estos influyen de manera positiva en la resistencia a la compresión, absorción capilar y reducir el volumen de vacíos del concreto, donde adicionando el 2.5% y 5% de impermeabilizante por cristalización redujo el ritmo de absorción en un 25% a 41%, tuvo un incremento en la resistencia y redujo el volumen de poros todos con respecto al concreto patrón de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, pero con adición de residuo de plástico (PVC) tuvo un porcentaje menor al otro aditivo pero supero a

la muestra en concreto patrón, donde en el concreto de adición de 2.5% y 5% de residuo de plástico redujo el ritmo de absorción en un 23% a 42%, tuvo un incremento en la resistencia y redujo el volumen de poros. En nuestro trabajo de investigación uno de nuestros objetivos es determinar cómo influye el polvo de PVC reciclado en la absorción del agua, y el resultado no tuvo el mismo resultado que el antecedente, en el caso del diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, el porcentaje de absorción de agua tuvo un porcentaje mínimo, en el concreto con adición del 1% de polvo de PVC reciclado, tiene una reducción de absorción de 0.73% referente a la muestra patrón y el concreto con el 2.5% de polvo de PVC reciclado tuvo una reducción de absorción de 0.43% referente a la muestra patrón, pero en el concreto de adición con el 5% de PVC reciclado, la absorción aumento en un 1.13% con respecto a la muestra patrón, tal como se muestra en la **Figura 117**.

En el caso del diseño de concreto de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, tuvo resultados inverso es decir el porcentaje de absorción fue mayor a la muestra patrón, en las probetas de concreto donde se adiciono el 1% de polvo de PVC reciclado solo redujo la absorción a un 0.01% referente a la muestra patrón siendo algo mínimo, en los casos de las probetas con adición al 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, aumentaron su absorción en un 0.53% y 0.19% con respecto a la muestra patrón, concluyendo que los porcentajes de polvo de PVC reciclado para este diseño de concreto la absorción de agua es mayor, tal como se presenta en la **Figura 118**.

Y referente a la tesis de Rodríguez, A. (2021) denominada “Aplicación de poliuretano líquido en la impermeabilización de cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático – Lima”, donde concluyo que el uso de poliuretano líquido es muy eficaz como impermeabilizante, y este producto usado en las cimentaciones en una edificación reduce la permeabilidad. En nuestro caso lo determinamos mediante la capilaridad, la cual no se obtuvo un resultado favorable en el diseño de concreto

de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, ya que el agua sube por los poros con mucha facilidad, concluyendo que la adición de polvo de PVC reciclado para este diseño aumenta y acelera la capilaridad en el concreto referente a la muestra patrón como se observa en la **Figura 103**, pero en el diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ se tuvo otros resultados, ya que en este caso la capilaridad fue menor referente a la muestra patrón, donde la adición de 2.5% de polvo de PVC reciclado tuvo la menor capilaridad en el concreto, afirmando que el PVC si reduce y desacelera la capilaridad en el concreto del diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ tal como se presenta en la **Figura 104**.

4.3. Conclusiones

Conclusión 1

Producto de los ensayos realizados mediante la adición de polvo de PVC reciclado en diferentes proporciones en la mezcla del concreto se determinó que este afecta el comportamiento de la capilaridad, la eflorescencia y en la absorción del agua como también en la resistencia del concreto de diseño de $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 .

En el caso de la capilaridad y eflorescencia del concreto se demostró que la adición de polvo de PVC reciclado puede tener un efecto positivo como negativo que está directamente relacionado con la proporción de polvo de PVC agregado. Durante el ensayo realizados en el concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ se observó que comportamiento de la capilaridad varía dependiendo del porcentaje de polvo de PVC que se adiciono es decir al 1%, 2.5% y 5%, en nuestras muestras se observa que la capilaridad esta más acentuada con respecto a la muestra patrón, se tomó un nivel de referencia de 5cm de agua que estuvo en contacto con las muestras por un tiempo de 5 días, de lo observado podemos indicar que en el caso de la probeta patrón la capilaridad llego hasta un promedio de 2.7 cm por encima del nivel de referencia, este ascenso se dio hasta el día 4 y se mantuvo constante hasta el día 5, en la

probeta con adición del 1% de polvo de PVC reciclado, la capilaridad llegó a la medida promedio de 6cm por encima del nivel de referencia, es decir aumento en unos 3.3 cm referente a la probeta patrón, este ascenso se dio hasta el día 2 y se mantuvo constante hasta el día 5, en las probetas con adición del 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, la capilaridad llegó a la medida promedio de 9.3 cm en ambos porcentajes, siendo mayores a la marca establecidas y teniendo un aumento de 6.6cm de la probeta patrón, este ascenso se dio hasta el día 3 y se mantuvo constante hasta el día 5. Concluyéndose que el polvo de PVC favorece la capilaridad con respecto a un concreto sin aditivo.

Respecto los ensayos realizados en el concreto de diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, estas tuvieron resultados inversos al diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, estableciendo que su capilaridad fue menor a la probeta de concreto patrón. En la probeta muestra patrón la capilaridad llegó hasta la medida promedio de 11.60 cm más de la marca establecida, este ascenso se dio hasta el día 4 y se mantuvo constante hasta el día 5, en el caso de la probeta con adición del 1% de polvo de PVC reciclado, la capilaridad llegó a la medida promedio de 7.60cm más de la marca establecida, pero fue menor en 4cm referente a la probeta patrón, la medida máxima llegó en el día 4 de ahí se ha mantenido hasta el día 5, en la probeta con adición del 2.5% de polvo de PVC reciclado, su capilaridad llegó a la medida promedio de 5.3cm más de la marca establecida, pero fue menor en 6.3cm de la probeta patrón, este ascenso se dio hasta el día 3 y se mantuvo constante hasta el día 5, y correspondiente a la probeta con adición del 5% de polvo de PVC reciclado, su capilaridad llegó a la medida promedio de 6.5cm más de la marca establecida, pero fue menor en 5.1cm de la probeta patrón, su medida máxima llegó en el día 2 y se mantuvo hasta el día 5. Concluyendo que el PVC si ayuda a reducir la capilaridad en el diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, donde la menor capilaridad lo tuvo la probeta que se le adiciono el 2.5% de polvo de PVC reciclado, seguida por la probeta con el 5% del

polvo de PVC reciclado y finalmente por la probeta con el 1% de polvo de PVC reciclado.

Y en el caso de la eflorescencia (presencia de sales) en ambos diseños se ha presentado después de 1 semana, pero en pocas proporciones.

Conclusión 2

Al respecto de la resistencia a la compresión, el polvo de PVC reciclado si afecto al diseño del concreto de $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 aumentando en el primer caso y reduciendo en el segundo la resistencia del concreto a los 28 día de su curado, en caso del diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, la probeta muestra patrón su resistencia máxima alcanzo los 245.58 kg/cm^2 , la probeta con el 1% de polvo de PVC reciclado su máxima resistencia llego hasta 258.71 kg/cm^2 , en la probeta con el 2.5% de polvo de PVC reciclado su máxima resistencia llego a 279.79 kg/cm^2 , estas dos fueron mayores a la resistencia de la probeta muestra patrón, en el caso de la probeta con el 5% de polvo de PVC reciclado su máxima resistencia fue de 222.45 kg/cm^2 , fue menor a la resistencia de la probeta patrón, pero superior a la resistencia diseñada. Por lo que se concluye que la adición de polvo de PVC reciclado para este diseño si favorece en la resistencia.

En caso de la resistencia del diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, tuvo un efecto contrario, es decir su resistencia disminuyo, en la probeta muestra patrón su resistencia máxima alcanzo los 294.41 kg/cm^2 , la probeta con el 1% de polvo de PVC reciclado su máxima resistencia llego hasta 282.12 kg/cm^2 fue menor a la resistencia de la probeta patrón, pero está por encima de la resistencia diseñada, referente de las probetas con adición de 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, la resistencia máxima alcanzada fue de 264.41 kg/cm^2 y 258.77 kg/cm^2 respectivamente, siendo estas últimas menores a la probeta muestra patrón y al diseño establecido, por lo que en las proporciones que fueron usados no son aptos para este diseño,

se sugiere que se usen proporciones menores al 1% de polvo de PVC reciclado para este diseño.

Conclusión 3

Se pudo concluir en el tema de la absorción de agua, que el polvo de PVC reciclado aumenta y disminuye el porcentaje de la absorción referente a la probeta muestra patrón de cada diseño. En el diseño de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, la probeta muestra patrón tuvo un porcentaje de absorción de 6.68%, en las probetas de 1% y 2.5% de polvo de PVC reciclado tuvieron un 5.95% y 6.25% respectivamente, obtuvieron un porcentaje menor a la probeta muestra patrón, y en el caso de la probeta con adición del 5% de polvo de PVC reciclado obtuvo un porcentaje de absorción de 7.81%, en este caso el porcentaje fue mayor a la muestra patrón, por lo que para este diseño para tener un porcentaje menor de absorción de agua deberá considerar los porcentajes de 1% y 2.5% de polvo de PVC reciclado para este diseño. En el caso del diseño de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$, el porcentaje de absorción fueron mayores referente a la muestra patrón que obtuvo un porcentaje de absorción de 5.52%, en la probeta con adición de 1% de polvo de PVC reciclado tiene un porcentaje de absorción es de 5.51%, esta disminuyó muy poco pero es menor que la muestra patrón, en los casos de las probetas con el 2.5% y 5% de polvo de PVC reciclado, obtuvieron un porcentaje de absorción de 6.05% y 5.71% respectivamente, siendo mayores al porcentaje de la probeta muestra patrón, por lo que el porcentaje de PVC establecido no es el adecuado para la absorción del agua para este diseño, tal vez al usar porcentajes menores del 1% de polvo de PVC reciclado, se pondría mejores resultados en el porcentaje en la absorción de agua en este diseño.

Concluyendo finalmente con todos los ensayos y resultados de los mismos con el polvo de PVC reciclado, puede afectar positivamente o negativamente las propiedades del

concreto, de acuerdo con las proporciones que se usan para cada diseño, por lo que un diseño de $f'c=210\text{kg/cm}^2$, la proporciones más adecuades seria usar el 1% y 2.5%, pero un diseño de $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ las proporciones a usar el más recomendable seria porcentajes menores al 1%, ya que los porcentajes mayores no ayudan a la resistencia a la compresión.

Referencias

Acoplásticos (2021). *Definición de PVC, propiedades y ventajas*. Recuperado de:

<https://www.acoplásticos.org/index.php/mnu-pre/opm-bus-pref/37-opc-fag-pre5>

Arandes, J., Bilbao, J., & López, D. (2004). *Reciclado de residuos plásticos*.

Recuperado de:

<http://www.arpet.org/docs/Reciclado-de-residuos-plasticos-Revista-Iberoamericana-de-Polimeros.pdf>

Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (2021). *Diseño y metodología de la investigación*. Recuperado de:

<https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>

Bardales, W., & Medina, A. (2022). *Influencia del PVC reciclado en la resistencia a compresión de concreto $f'c 175 \text{ kg/cm}^2$ en veredas de Cajamarca Perú en el año 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11537/31785>

Buitrón Cañadas, F. A. (2017). *Propuesta para la utilización de membranas de PVC en la impermeabilización de túneles bajo la norma UNE 104424* (Bachelor's thesis, PUCE). Recuperado de: <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14555>

Cementos inka (s/f) *Definición del cemento*. Recuperado de <https://www.cementosinka.com.pe/>

Chávez, E., & Liliana, N. (2022). *Eflorescencia en concreto hidráulico*. Recuperado de: http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/7823

Comité ACI 211 – Diseño de mezclas de concreto

Cordero, Z. R. V. (2009). *La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica*. *Revista educación*, 33(1), pág. 155-165. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010>

Corral, J. T. (2008). *El suelo-cemento como material de construcción*. *ciencia y sociedad*, 33(4), 520-571. Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=87012672003>

Díaz Carhuapoma, M. A. (2019). *Reparación de Muros de Albañilería Confinada Afectados por Eflorescencia de la Vivienda Mz. O2–Lt. 21 San Genaro, Chorrillos, 2019.*

Recuperado de: <http://www.repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/3417>

Fernández Madrid, J. (1991). *Humedades por capilaridad en la construcción.* Recuperado de: https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/5216/ETSA_14-2.pdf

Ferreira Cuellar, D. A., & Torres López, K. M. (2014). *Caracterización física de agregados pétreos para concretos casos: Vista Hermosa (Mosquera) y Mina Cemex (Apulo) m.* Recuperado: <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/e8d6bda2-03d1-4cd4-9219-bf9b03d42592/content>

Fuentes Pérez, L. D., Peñaranda Carrero, J. L., & Patiño Ramos, M. (2022). *Comparación del comportamiento de un cemento asfáltico modificado con desecho de PEBD y otro modificado con desechos de PVC. Formación Estratégica, 3(02), 01–15.* Recuperado de: <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/80>

Global Invent (2021). *Segregación de agregados en el concreto.* Recuperado de la página web de Global Invent: <https://www.youtube.com/@InventPeru/community>

Gómez, M. M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica.* Editorial Brujas. Recuperado de: <https://books.google.com.pe/books?id=9UDXPe4U7aMC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

Gutarra, L. T. (2022). *Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con adición al 0.2%, 0.5% y 0.8% de fibra de nido de chihuaco, según norma ACI, Junín -2020,* Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11537/30705>

Gutiérrez Figueroa, E. (2020). *Análisis de la permeabilidad del concreto con impermeabilizante por cristalización y residuo plástico en estructuras hidráulicas, Lima-Perú 2020.* Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85120>

Hume Ingeniería S.L (2015). *¿Cómo identificar por ti mismo la humedad por capilaridad?*

Recuperado de: <https://humeingenieria.es/blog/como-identificar-por-ti-mismo-la-humedad-por-capilaridad/>

Infante Sosa, S. A. (2018). *Determinación y evaluación de las patologías del concreto en las columnas, vigas, sobrecimientos y muros de albañilería del cerco perimétrico de la industria Veinte Veinte SAC, del distrito de Puerto Supe, provincia de Barranca, región Lima, Abril–2018.*

Recuperado de: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/6175>

Marlon Valarezo A. (2011) *Ensayo de control en el hormigón*. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/mfvalarezo/ensayos-8606120>

Medina, C.R. (2016) *Boletín - construyendo*. Recuperado de www.acerosarequipa.com

Medina & Ceron (2013) *Tecnohistoria S2 C8 Karla Medina y Miguel Ceron*

Recuperado de:

https://www.academia.edu/19696361/TECNOHISTORIA_S2_C8_Karla_Medina_y_Miguel_Ceron

Mejía, E. (2005). *Metodología de la investigación científica - Lima*: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado de:

<https://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>

Molecor Smart wáter (S/F). *Huella ambiental de producto de las tuberías Tomr de Molecor. Las tuberías de PVC-O más sostenibles*. Recuperado de:

<https://molecor.com/es/sostenibilidad/huella-ambiental-producto-tuberias-tomr-molecor-tuberias-pvc-o-mas-sostenibles>

Norma Técnica Peruana NTP 339.033 (2021). CONCRETO: Elaboración y curado de especímenes de concreto en campo.

Norma Técnica Peruana NTP 339.034 (2021). CONCRETO: Determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Método de ensayo.

Norma Técnica Peruana NTP 339.035 (2015). CONCRETO: Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland.

Norma Técnica Peruana NTP 339.080 (2017). CONCRETO: Método de ensayo para la determinación de aire en el concreto fresco. Método de presión.

Norma Técnica Peruana NTP 400.011 (2008). AGREGADOS: Definiciones y clasificaciones de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos).

Norma Técnica Peruana NTP 400.012 (revisada 2018). AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

Norma Técnica Peruana NTP 400.017 (2011). AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados.

Norma Técnica Peruana NTP 400.021 (revisada 2018). AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

Norma Técnica Peruana NTP 400.022 (2013). AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

Norma Técnica Peruana NTP 400.037 (2021). AGREGADOS: Agregados para concreto. Especificaciones.

Núñez, K. A. (2019). *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos artesanales fabricados con arcilla y concreto* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte.

Recuperado de: <https://hdl.handle.net/11537/14775>

Paredes, O. (2019). *Patologías presentes en las viviendas de albañilería confinada debido a la naturaleza de los materiales de construcción en la ciudad de San Marcos, Cajamarca 2018*. (Tesis de licenciatura). Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11537/23563>

Quispe Soncco, I., & Ticona Cutipa, E. I. (2017). *Influencia de la incorporación de fibras de polipropileno en concreto permeable $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$* .

Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.12840/947>

Reglamento Nacional de Edificaciones (2009), E.060 Concreto armado

Rodríguez Araujo, A. M. (2021). *Aplicación de poliuretano líquido en la impermeabilización de cimentaciones superficiales para edificaciones en zonas con presencia de nivel freático-Lima.*

Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59712>

Saldaña Chaupe, M. D. (2021). *Efecto de la fibra de policloruro de vinilo reciclado sobre la resistencia a compresión y eflorescencia del ladrillo de concreto.* Recuperado de: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88709>

Sánchez Matías, M. (2019). *Reciclaje de polietileno para la fabricación de fibras para hormigón estructural: propiedades mecánicas.* Recuperado de: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/17041/419805.pdf?sequence=1>

Steven H. K., Beatrix Kerkhoff, W., Panarese, y Jussara Tanesi. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto.* Boletín de Ingeniería EB201.

Torres C, A (2004) *Tecnología del concreto.* Recuperado de:

https://academia.edu/11718754/TECNOLOGIA_DEL_CONCRETO

Viera, P., Morillo, D., & Parion, J. (2022) *Influencia de fibras naturales y sintéticas en la permeabilidad de morteros de cemento-arena, y cemento, cal y arena. Influence of natural and synthetic fibers on the permeability of cement mortars-sand, and cement, lime and sand.* Recuperado de:

<http://portal.amelica.org/ameli/journal/624/6242851007/6242851007.pdf>

Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Anexos

ANEXO N° 1: Panel fotográfico

Fotografía 1

Cuarteo de agregado grueso



Fotografía 2

División del agregado grueso



Fotografía 3

Agregados pasando por la malla #200



Fotografía 4

Colocación de los agregados al horno



Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Fotografía 5

Agregados dentro del horno para su secado por 24 horas



Fotografía 6

Cerrado del horno a $+110^{\circ}\text{C}$ para el secado del agregado



Fotografía 7

Retiro de los agregados del horno después de 24 horas de secado



Fotografía 8

Ensayo de peso específico del agregado fino



Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Fotografía 9

Pesando agregados para la mezcla



Fotografía 10

Toma de Temperatura ambiental



Fotografía 11

Adición de polvo de PVC reciclado a la mezcladora



Fotografía 12

Toma de temperatura de la mezcla con polvo de PVC reciclado



Fotografía 13

Llenado de moldes con concreto de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y adición de polvo de PVC



Fotografía 15

Llenado de moldes con concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con el 1% de PVC



Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Fotografía 14

Llenado de moldes con concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ muestra patrón



Fotografía 16

Llenado de moldes con concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con el 2.5% de PVC



Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Fotografía 15

Llenado de moldes con concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con el 5% de PVC



Fotografía 16

Rotura de probetas de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con polvo de PVC a los 7 días de curado



Fotografía 17

Rotura de probetas de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días de curado



Fotografía 18

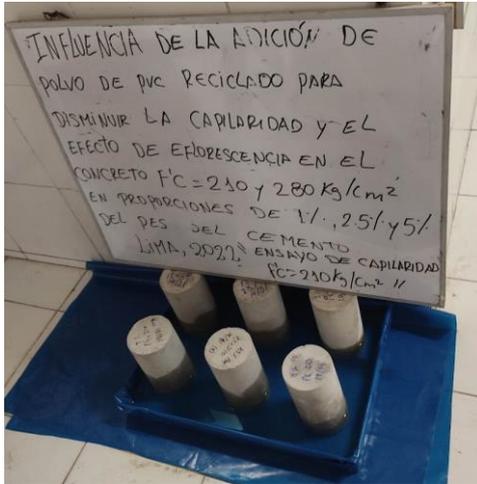
Rotura de probetas de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con polvo de PVC a los 7 días de curado



Fotografía 19

Ensayo de la capilaridad en probetas

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

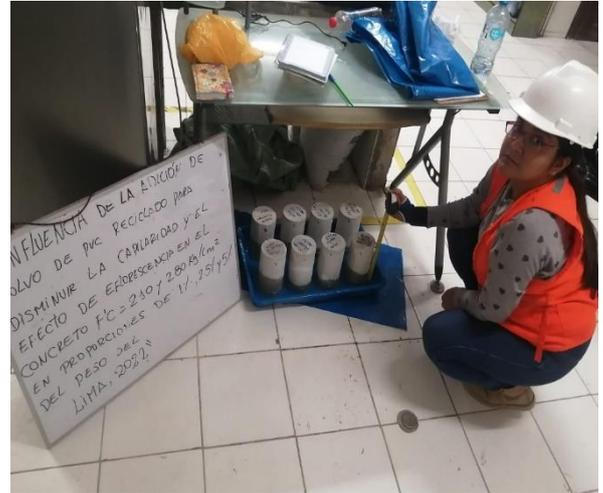


Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

Fotografía 20

Ensayo de la capilaridad en probetas

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



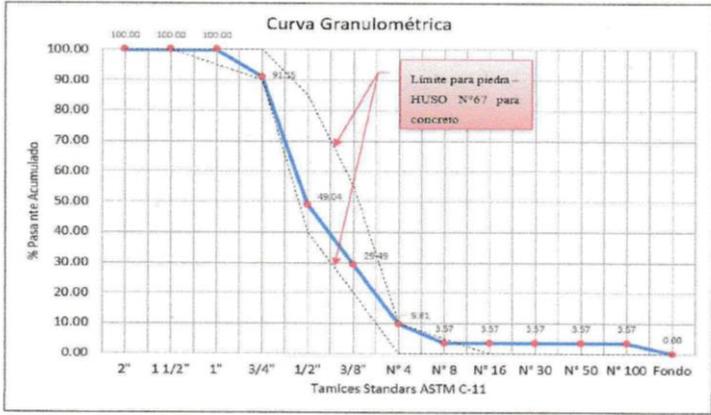
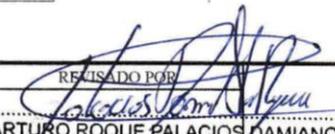
Anexo N° 2: Fichas de registro de los ensayos de laboratorio

		CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)				
CELDA EIRL						
SOLICITANTE : Andrea Cango Cunyarache, Sandy Saca Sanchez TESIS : "Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%,2.5%,5% del peso del cemento, Lima 2022" PROCEDENCIA : Cantera Coronel- Carabayllo-Lima FECHA : 19/12/2022						
GRANULOMETRIA AGREGADO FINO						
Tamiz	Abertura (mm)	Material Retenido		Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)	% en peso del material que pasa el tamiz
		(g)	(%)			
3/4"	19.05	0.0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.50	0.0	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.0	0.00	0.00	100.00	100
N° 4	4.75	37.6	4.40	4.40	95.60	95-100
N° 8	2.60	121.3	14.20	18.61	81.39	80-100
N° 16	1.18	171.0	20.02	38.63	61.37	50-85
N° 30	0.60	196.7	23.03	61.66	38.34	25-60
N° 50	0.30	147.8	17.31	78.97	21.03	05-30
N° 100	0.15	85.1	9.96	88.93	11.07	0-10
Fondo		94.5	11.07	100.00	0.00	
Total		854.0	100.00			

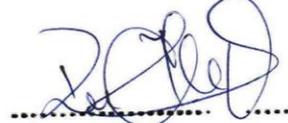
Modulo de Fineza	2.91
-------------------------	-------------

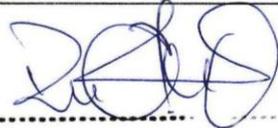
Curva Granulométrica

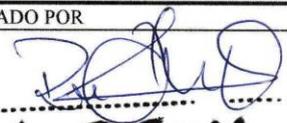
HECHO POR RAUL ARTE QUISPE JEFE DE LABORATORIO	REVISADO POR ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 135324 ING. RESPONSABLE
---	---

				CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.		
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)		CELDA EIRL		
SOLICITANTE	:	Andrea Cango Cunyarache, Sandy Saca Sanchez				
TESIS	:	"Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%,2.5%,5% del peso del cemento, Lima 2022"				
PROCEDENCIA	:	Cantera Coronel- Carabayllo-Lima				
FECHA	:	19/12/2022				
GRANULOMETRIA AGREGADO GRUESO						
Tamiz	Abertura (mm)	Material Retenido		Retenido Acumulado (%)	Pasa (%)	Especificaciones HUSO N°67
		(g)	(%)			
2"	50.80	0.0	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.10	0.0	0.00	0.00	100.00	
1"	25.40	0.0	0.00	0.00	100.00	100
3/4"	19.05	564.1	8.85	8.85	91.15	90-100
1/2"	12.50	2683.6	42.11	50.96	49.04	-
3/8"	9.50	1246.1	19.55	70.51	29.49	20-55
N° 4	4.75	1254.3	19.68	90.19	9.81	0-10
N° 8	2.36	397.7	6.24	96.43	3.57	0-5
N° 16	1.18	0.0	0.00	96.43	3.57	
N° 30	0.60	0.0	0.00	96.43	3.57	
N° 50	0.30	0.0	0.00	96.43	3.57	
N° 100	0.15	0.0	0.00	96.43	3.57	
Fondo		227.5	3.57	100.00	0.00	
Total		6373.3	100.00			
Modulo de Fineza		7.03				
						
REALIZADO POR  RAUL ALARTE QUISPE JEFE DE LABORATORIO			REALIZADO POR  ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 135324 ING. RESPONSABLE			

Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022

		CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
		LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)
CELDA EIRL		
SOLICITANTE : Andrea Cango Cunyarache, Sandy Saca Sanchez		
TESIS : "Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%,2.5%,5% del peso del cemento, Lima 2022"		
PROCEDENCIA : Cantera Coronel- Carabayllo-Lima		
FECHA D ENSAYO: 19/12/2022		
PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO FINO		
MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	6.815	6.822
2 PESO RECIPIENTE (KG)	2.109	2.109
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	4.706	4.713
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.002831	0.002831
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1662.31	1664.78
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	1663.55	
PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO FINO		
MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	7.387	7.394
2 PESO RECIPIENTE (KG)	2.109	2.109
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	5.278	5.285
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.002831	0.002831
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1864.36	1866.83
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO KG/M3	1865.60	
REALIZADO POR	REVISADO POR	
 	 ARTURO ROQUE PALACIOS BAMIANGO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 135324	
JEFE DE LABORATORIO	ING. RESPONSABLE	

		<p>CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.</p> <p>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)</p> <p style="color: blue;">CELDA EIRL</p>
<p>SOLICITANTE : Andrea Cangó Cunyarache, Sandy Saca Sanchez</p>		
<p>TESIS : "Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%,2.5%,5% del peso del cemento, Lima 2022"</p>		
<p>PROCEDENCIA : Cantera Coronel- Carabayllo-Lima</p>		
<p>ECHA D ENSAYO: 19/12/2022</p>		
<p>PESO UNITARIO SUELTO AGREGADO GRUESO</p>		
MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	26.240	26.261
2 PESO RECIPIENTE (KG)	6.278	6.278
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	19.962	19.983
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.0136	0.0136
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1467.79	1469.34
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	1468.57	
<p>PESO UNITARIO COMPACTADO AGREGADO GRUESO</p>		
MUESTRA N°	M-1	M-2
1 PESO MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE (KG)	28.323	28.344
2 PESO RECIPIENTE (KG)	6.278	6.278
3 PESO MUESTRA SUELTO (KG) (1)-(2)	22.045	22.066
4 VOLUMEN DEL RECIPIENTE (M3)	0.0136	0.0136
5 PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3) ((3)/(4))	1620.96	1622.50
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO KG/M3	1621.73	
<p>REALIZADO POR</p> <div style="text-align: center;">   RAUL ALARTE QUISPE <small>JEFE DE LABORATORIO</small> </div>	<p>REVISADO POR</p> <div style="text-align: center;">  ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIAN <small>INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 135324</small> </div> <p style="text-align: center;">ING. RESPONSABLE</p>	

		<p>CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.</p> <p>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)</p> <p>CELDA EIRL</p>																																																																											
<p>SOLICITANTE : Andrea Cango Cunyarache, Sandy Saca Sanchez</p> <p>TESIS : "Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c = 210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5%, 5% del peso del cemento, Lima 2022"</p> <p>PROCEDENCIA : Cantera Coronel- Carabayllo-Lima</p> <p>FECHA : 21/12/2022</p>																																																																													
<p>PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS</p>																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Id</th> <th style="width: 60%;">Descripción</th> <th style="width: 10%;">Muestra A</th> <th style="width: 10%;">Muestra B</th> <th style="width: 15%;">Promedio</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Peso tara (g)</td><td>202.3</td><td>289.2</td><td>-</td></tr> <tr><td>2</td><td>Peso tara + muestra (SSS)-g</td><td>702.3</td><td>789.2</td><td>-</td></tr> <tr><td>3</td><td>Peso muestra SSS-(g) (2.-1)</td><td>500</td><td>500</td><td>-</td></tr> <tr><td>4</td><td>Peso de fiola (g)</td><td>148</td><td>145.8</td><td>-</td></tr> <tr><td>5</td><td>Peso fiola + agua (g)</td><td>647.1</td><td>644.2</td><td>-</td></tr> <tr><td>6</td><td>Peso muestra SSS+ fiola + agua (g)</td><td>964</td><td>961.3</td><td>-</td></tr> <tr><td>7</td><td>Peso muestra saturada dentro del agua (g) (6-5)</td><td>316.9</td><td>317.1</td><td>-</td></tr> <tr><td>8</td><td>Peso muestra seca + tara (g)</td><td>696.3</td><td>783.3</td><td>-</td></tr> <tr><td>9</td><td>Peso tara (g)</td><td>202.3</td><td>289.2</td><td>-</td></tr> <tr><td>10</td><td>Peso muestra seca (g) (8-9)</td><td>494</td><td>494.1</td><td>-</td></tr> <tr><td>11</td><td>Peso Especifico de la Masa (g/cm^3) (10/(3+5-6))</td><td>2.70</td><td>2.70</td><td>2.70</td></tr> <tr><td>12</td><td>Peso Especifico de la Masa SSS (g/cm^3) (3/(3+5-6))</td><td>2.73</td><td>2.73</td><td>2.73</td></tr> <tr><td>13</td><td>Peso Especifico Aparente (g/cm^3) (10/(10-7))</td><td>2.79</td><td>2.79</td><td>2.79</td></tr> <tr><td>14</td><td>Porcentaje de absorción (%) ((3-10/10)*100)</td><td>1.21</td><td>1.19</td><td>1.20</td></tr> </tbody> </table>	Id	Descripción	Muestra A	Muestra B	Promedio	1	Peso tara (g)	202.3	289.2	-	2	Peso tara + muestra (SSS)-g	702.3	789.2	-	3	Peso muestra SSS-(g) (2.-1)	500	500	-	4	Peso de fiola (g)	148	145.8	-	5	Peso fiola + agua (g)	647.1	644.2	-	6	Peso muestra SSS+ fiola + agua (g)	964	961.3	-	7	Peso muestra saturada dentro del agua (g) (6-5)	316.9	317.1	-	8	Peso muestra seca + tara (g)	696.3	783.3	-	9	Peso tara (g)	202.3	289.2	-	10	Peso muestra seca (g) (8-9)	494	494.1	-	11	Peso Especifico de la Masa (g/cm^3) (10/(3+5-6))	2.70	2.70	2.70	12	Peso Especifico de la Masa SSS (g/cm^3) (3/(3+5-6))	2.73	2.73	2.73	13	Peso Especifico Aparente (g/cm^3) (10/(10-7))	2.79	2.79	2.79	14	Porcentaje de absorción (%) ((3-10/10)*100)	1.21	1.19	1.20		
Id	Descripción	Muestra A	Muestra B	Promedio																																																																									
1	Peso tara (g)	202.3	289.2	-																																																																									
2	Peso tara + muestra (SSS)-g	702.3	789.2	-																																																																									
3	Peso muestra SSS-(g) (2.-1)	500	500	-																																																																									
4	Peso de fiola (g)	148	145.8	-																																																																									
5	Peso fiola + agua (g)	647.1	644.2	-																																																																									
6	Peso muestra SSS+ fiola + agua (g)	964	961.3	-																																																																									
7	Peso muestra saturada dentro del agua (g) (6-5)	316.9	317.1	-																																																																									
8	Peso muestra seca + tara (g)	696.3	783.3	-																																																																									
9	Peso tara (g)	202.3	289.2	-																																																																									
10	Peso muestra seca (g) (8-9)	494	494.1	-																																																																									
11	Peso Especifico de la Masa (g/cm^3) (10/(3+5-6))	2.70	2.70	2.70																																																																									
12	Peso Especifico de la Masa SSS (g/cm^3) (3/(3+5-6))	2.73	2.73	2.73																																																																									
13	Peso Especifico Aparente (g/cm^3) (10/(10-7))	2.79	2.79	2.79																																																																									
14	Porcentaje de absorción (%) ((3-10/10)*100)	1.21	1.19	1.20																																																																									
<p>REALIZADO POR</p> <div style="text-align: center;">   RAUL ALARTE QUISPE JEFE DE LABORATORIO </div>	<p>REVISADO POR</p> <div style="text-align: center;">  ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 135324 ING. RESPONSABLE </div>																																																																												

		<p>CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.</p> <p>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)</p> <p style="color: blue; font-weight: bold;">CELDA EIRL</p>		
<p>SOLICITANTE : Andrea Cango Cunyarache, Sandy Saca Sanchez</p> <p>TESIS : "Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%,2.5%,5% del peso del cemento, Lima 2022"</p> <p>PROCEDENCIA : Cantera Coronel- Carabayllo-Lima</p> <p>FECHA: 21/12/2022</p>				
PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO				
Id	Descripción	Muestra A	Muestra B	Promedio
1	Peso tara (g)	628	340	-
2	Peso tara + muestra (SSS)-(g)	5628	5340	-
3	Peso muestra SSS-(g)	5000	5000	-
4	Peso de canastilla sumergida (g)	465	465	-
5	Peso de canastilla + muestra SSS sumergida (g)	3600	3602	-
6	Peso de muestra SSS sumergida (g) (5-4)	3135	3137	-
7	Peso de muestra seca + tara (g)	5573	5284	-
8	Peso tara (g)	628	340	-
9	Peso muestra seca (g)	4945	4944	-
10	Peso Especifico de masa(g/cm^3) (9/(3+4-5))	2.65	2.65	2.65
11	Peso Especifico de masa SSS (g/cm^3) (3/(3+4-5))	2.68	2.68	2.68
12	Peso Especifico aparente (g/cm^3)(9/(9-6))	2.73	2.74	2.73
13	Porcentaje de absorción (%) ((3-9/9)*100)	1.11	1.13	1.12

<p>REALIZADO POR </p> <p style="text-align: center;">C.G.&M. PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.</p> <p>JEFE DE LABORATORIO PAUL ALARTE QUISE JEFE DE LABORATORIO</p>	<p>REVISADO POR </p> <p style="text-align: center;">ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 135324</p> <p>ING. RESPONSABLE</p>
--	---

Influencia de la adición de polvo de PVC reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f_c = 210$ y 280 Kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5% y 5% del peso del cemento, Lima, 2022





CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)

CELDA EIRL

SOLICITANTE : Andrea Cango Cunyarache, Sandy Saca Sanchez

TESIS : "Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f_c = 210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%, 2.5%, 5% del peso del cemento, Lima 2022"

UBICACIÓN : Lima

FECHA : 3/01/2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO ACTI -2011

TIPO DE CONCRETO $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días

DATOS	w%	Abs %	P.F (kg/m ³)	PUS	PUC	MF	TMN
ARENA	1.04	1.2	2700	1664	1866	2.91	
PIEDRA	0.26	1.12	2650	1490	1594	7.03	3/4"
AGUA			1000				
CEMENTO ANDINO TIPO I			3120				

1.00 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PRIMEDIO REQUERIDA f_{cr}

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ → $f_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$

f_c	f_{cr}
Menos de 210	$f_c + 70$
210 - 350	$f_c + 84$
> 350	$f_c + 98$

2.00 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Tipo de consisti **Fluida** $\geq 5"$ (125mm)

3.00 CONTENIDO DE AGUA

volumen unitario de agua según tabla **216** l/m³

4.00 CONTENIDO DE AIRE

Contenido de aire según tabla **2** %

5.00 RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c según tabla

Interpolación	
300	0.55
294	a/c
250	0.62
Ra/c 0.56	

6.00 FACTOR CEMENTO

Cemento **386.82** kg/m³

1 bolsa de cemento 42.5 kg **9.10** bolsas

7.00 PESO AGREGADO GRUESO

Interpolación	
2.8	0.62
2.91	h/b ^c
3	0.6
942.054 kg/m ³	

8.00 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de cemento	0.12	m ³
Volumen de agua	0.22	m ³
Volumen AG	0.36	m ³
Volumen aire	0.02	m ³
Total	0.72	m ³
Volumen de arena	0.28	m ³
PESO DE AGREGADO FINO	768.22	kg/m ³

9.00 DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento	386.82	kg
Agua	216	l
Arena	768.22	kg
Piedra	942.054	kg

10.00 CORRECCIÓN POR HUMEDAD w%

Agregado fino	776.21	kg
Agregado grueso	944.50	kg

11.00 CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN

Agregado fino	1.23
Agregado grueso	8.10
Total	9.33

12.00 AGUA EFECTIVA **206.67**

13.00 DISEÑO RELACIÓN AGUA CEMENTO CORREGIDA

CEMENTO	386.82
BOLSAS	9.10

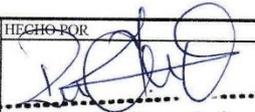
14.00 PROPORCIÓN EN PESO

Cemento	386.82	kg/m ³
Ag. Fino	776.21	kg/m ³
Ag. Grueso	944.50	kg/m ³
Agua	216.00	l/m ³

15.00 PROPORCIONES DE DISEÑO PARA 0.05 M3

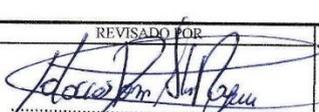
Cemento	19.34	kg
Ag. Fino	38.81	kg
Ag. Grueso	47.23	kg
Agua	10.80	l

HECHO POR



C.G.A.M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

REVISADO POR



ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 135324



PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.



CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)

CELDA EIRL

SOLICITANTE : Andrea Cangó Cunyarache, Sandy Saca Sanchez

TESIS : "Influencia de la adición de polvo de pvc reciclado para disminuir la capilaridad y el efecto de eflorescencia en el concreto $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 en proporciones de 1%,2.5%,5% del peso del cemento, Lima 2022"

UBICACIÓN : Lima

FECHA : 27/01/2023

DISEÑO DE MEZCLA METODO ACI -2011

TIPO DE CONCRETO $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días

DATOS	w%	Abs %	P.E (kg/m ³)	PUS	PUC	MF	TMN
ARENA	1.04	1.2	2700	1664	1866	2.91	
PIEDRA	0.26	1.12	2650	1490	1594	7.03	3/4"
AGUA			1000				
CEMENTO ANDINO TIPO I			3120				

1.00 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA PRIMEDIO REQUERIDA $f'cr$

$f'c$ kg/cm^2 ➔ $f'cr$ kg/cm^2

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c+70$
210 - 350	$f'c+84$
> 350	$f'c+98$

2.00 SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

Tipo de consist. **Fluida** $\geq 5"$ (125mm)

3.00 CONTENIDO DE AGUA

volumen unitario de agua según tabla l/m^3

5.00 RELACIÓN AGUA CEMENTO

R a/c según tabla

Interpolación	
400	0.43
364	a/c
350	0.48
Ra/c 0.47	

6.00 FACTOR CEMENTO

Cemento kg/m^3

1 bolsa de cemento 42.5 kg bolsas

4.00 CONTENIDO DE AIRE

Contenido de aire según tabla %

7.00 PESO AGREGADO GRUESO

Interpolación	
2.8	0.62
2.91	b/b°
3	0.6
942.054 kg/m^3	

8.00 CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Volumen de cemento	<input type="text" value="0.15"/> m^3
Volumen de agua	<input type="text" value="0.22"/> m^3
Volumen AG	<input type="text" value="0.36"/> m^3
Volumen aire	<input type="text" value="0.02"/> m^3
Total	<input type="text" value="0.74"/> m^3
Volumen de arena	<input type="text" value="0.26"/> m^3
PESO DE AGREGADO FINO	<input type="text" value="701.85"/> kg/m^3

9.00 DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento	<input type="text" value="463.52"/> kg
Agua	<input type="text" value="216"/> l
Arena	<input type="text" value="701.85"/> kg
Piedra	<input type="text" value="942.054"/> kg

11.00 CORRECCIÓN POR ABSORCIÓN

Agregado fino	<input type="text" value="1.12"/>
Agregado grueso	<input type="text" value="8.10"/>
Total	<input type="text" value="9.22"/>

10.00 CORRECCIÓN POR HUMEDAD w%

Agregado fino	<input type="text" value="709.15"/> kg
Agregado grueso	<input type="text" value="944.50"/> kg
Total	<input type="text" value="206.78"/>

12.00 AGUA EFECTIVA

13.00 DISEÑO RELACIÓN AGUA CEMENTO CORREGIDA

CEMENTO

BOLSAS

14.00 PROPORCIÓN EN PESO

Cemento	<input type="text" value="463.52"/> kg/m^3
Ag. Fino	<input type="text" value="709.15"/> kg/m^3
Ag. Grueso	<input type="text" value="944.50"/> kg/m^3
Agua	<input type="text" value="216.78"/> l/m^3

15.00 PROPORCIONES DE DISEÑO PARA 0.05 M3

Cemento	<input type="text" value="23.18"/> kg
Ag. Fino	<input type="text" value="35.46"/> kg
Ag. Grueso	<input type="text" value="47.23"/> kg
Agua	<input type="text" value="10.80"/> kg

HECHO POR



C.A.M.

PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

RAÚL ALARTE QUISPE

JEFE DE LABORATORIO

REVISADO POR



ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO

INGENIERO CIVIL

Reg. CIP N° 135324

ING. RESPONSABLE



INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
SOLICITANTE : SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'_c = 210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%, 2.5%, 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 07/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en **9** Probetas cilíndricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Maquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
 Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE fractura
1	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	10/01/2023	7	78.54	146.10	14,897.82	189.68	5
2	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	10/01/2023	7	78.54	131.72	13,431.49	171.01	5
3	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	10/01/2023	7	78.54	148.92	15,185.37	193.35	5
4	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	17/01/2023	14	78.54	180.14	18,368.88	233.88	5
5	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	17/01/2023	14	78.54	184.03	18,765.54	238.93	5
6	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	17/01/2023	14	78.54	176.91	18,039.51	229.69	5
7	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	31/01/2023	28	78.54	180.17	18,371.93	233.92	5
8	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	31/01/2023	28	78.54	193.54	19,735.27	251.28	5
9	PATRON $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	3/01/2023	31/01/2023	28	78.54	193.75	19,756.69	251.55	5

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
 Tecnico : Raul Alarte


C.G.&M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO


ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 135324
 Ing. Responsable
 Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.

2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
: SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%,2.5%,5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 07/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en **9** Probetas cilíndricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Maquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)	TIPO DE fractura
1	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	10/01/2023	7	78.54	166.31	16,958.63	215.92	5
2	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	10/01/2023	7	78.54	160.09	16,324.38	207.85	5
3	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	10/01/2023	7	78.54	163.37	16,658.84	212.11	5
4	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	17/01/2023	14	78.54	189.58	19,331.47	246.14	5
5	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	17/01/2023	14	78.54	196.13	19,999.38	254.64	5
6	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	17/01/2023	14	78.54	173.60	17,701.99	225.39	5
7	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	31/01/2023	28	78.54	192.41	19,620.05	249.81	5
8	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	31/01/2023	28	78.54	204.00	20,801.88	264.86	5
9	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	3/01/2023	31/01/2023	28	78.54	201.38	20,534.72	261.46	5

5. OBSERVACIONES :

La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por :
Tecnico :

Raul Alarte
Raul Alarte


C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISP
JEFE DE LABORATORIO


ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 135324
Ing. Responsable
Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del jefe de laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
: SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%, 2.5%, 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 07/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en **9** Probetas cilíndricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Maquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)	TIPO DE fractura
1	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	17/01/2023	7	78.54	132.98	13,559.97	172.65	5
2	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	17/01/2023	7	78.54	160.09	16,324.38	207.85	5
3	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	17/01/2023	7	78.54	163.37	16,658.84	212.11	5
4	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	24/01/2023	14	78.54	196.67	20,054.44	255.34	5
5	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	24/01/2023	14	78.54	197.40	20,128.88	256.29	5
6	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	24/01/2023	14	78.54	196.33	20,019.77	254.90	5
7	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	7/02/2023	28	78.54	216.46	22,072.43	281.03	5
8	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	7/02/2023	28	78.54	214.89	21,912.33	279.00	5
9	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	10/01/2023	7/02/2023	28	78.54	215.16	21,939.87	279.35	5

5. OBSERVACIONES :

La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificacion han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por :
Tecnico :

Raul Alarte
Raul Alarte

C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO

ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 135324
Ing. Responsable
Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
: SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%, 2.5%, 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 07/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en Probetas cilíndricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)	TIPO DE fractura
1	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	16/01/2023	7	78.54	129.82	13,237.75	168.55	5
2	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	16/01/2023	7	78.54	129.93	13,248.96	168.69	5
3	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	16/01/2023	7	78.54	132.98	13,559.97	172.65	5
4	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	23/01/2023	14	78.54	154.87	15,792.09	201.07	5
5	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	23/01/2023	14	78.54	145.80	14,867.23	189.29	5
6	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	23/01/2023	14	78.54	152.61	15,561.64	198.14	5
7	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	6/02/2023	28	78.54	176.42	17,989.55	229.05	5
8	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	6/02/2023	28	78.54	167.02	17,031.03	216.85	5
9	$f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	9/01/2023	6/02/2023	28	78.54	170.56	17,392.00	221.44	5

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por:
Técnico :

Raul Alarte
Raul Alarte


C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
JEFE DE LABORATORIO


ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 135324
Ing. Responsable
Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
TESIS : SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
 : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'c=210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%, 2.5%, 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 28/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 9 Probetas cilíndricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
 Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm ²)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm ²)	TIPO DE fractura
1	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	3/02/2023	7	78.54	200.13	20,407.26	259.83	5
2	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	3/02/2023	7	78.54	201.49	20,545.94	261.60	5
3	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	3/02/2023	7	78.54	205.12	20,916.09	266.31	5
4	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	10/02/2023	14	78.54	205.43	20,947.70	266.71	5
5	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	10/02/2023	14	78.54	212.15	21,632.94	275.44	5
6	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	10/02/2023	14	78.54	203.16	20,716.23	263.77	5
7	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	24/02/2023	28	78.54	236.42	24,107.75	306.95	5
8	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	24/02/2023	28	78.54	222.98	22,737.27	289.50	5
9	PATRON $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$	27/01/2023	24/02/2023	28	78.54	220.88	22,523.13	286.77	5

5. OBSERVACIONES : La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por :
 Técnico :

Raul Alarte
 Raul Alarte


C.G.&M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO


ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP Nº 135324
 Ing. Responsable
 Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.

Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



CG & M PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES (LEM)

CELDA EIRL

INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
: SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
TESIS : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%,2.5%,5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 28/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en **9** Probetas cilíndricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Maquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)	TIPO DE fractura
1	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	183.56	18,717.61	238.32	5
2	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	186.68	19,035.76	242.37	5
3	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	187.49	19,118.36	243.42	5
4	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	187.13	19,081.65	242.95	5
5	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	198.28	20,218.61	257.43	5
6	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	194.93	19,877.01	253.08	5
7	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	225.43	22,987.10	292.68	5
8	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	210.50	21,464.69	273.30	5
9	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 1% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	215.96	22,021.44	280.39	5

5. OBSERVACIONES : La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
Tecnico : Raul Alarte


C.G.&M.
PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.


ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 135324
Ing. Responsable
Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del Laboratorio y Construcciones S.A.C.
2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
TESIS : SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
 : "INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%, 2.5%, 5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 28/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en **9** Probetas cilíndricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Maquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
 Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)	TIPO DE fractura
1	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	177.97	18,147.60	231.06	5
2	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	168.85	17,217.63	219.22	5
3	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	177.87	18,137.40	230.93	5
4	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	184.65	18,828.76	239.73	5
5	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	183.33	18,694.16	238.02	5
6	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	193.78	19,759.75	251.59	5
7	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	200.37	20,431.73	260.14	5
8	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	201.55	20,552.05	261.68	5
9	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 2.5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	206.74	21,081.28	268.41	5

5. OBSERVACIONES : La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificación han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
 Tecnico : Raul Alarte

C.G.&M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPI
JEFE DE LABORATORIO

ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 135324
 Ing. Responsable
 Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del solicitante.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
 Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)



INFORME

DEL SOLICITANTE : LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES
TESIS : SANDY SACA SANCHEZ, ANDREA CANGO CUNYARACHE
 : "INFLUENCIA DE LA ADICION DE POLVO DE PVC RECICLADO PARA DISMINUIR LA CAPILARIDAD Y EFECTO DE EFLORESCENCIA EN EL CONCRETO $f'c= 210$ y 280 kg/cm^2 EN PROPORCIONES DE 1%,2.5%,5% DEL PESO DEL CEMENTO, LIMA 2022"
UBICACIÓN : LIMA
ASUNTO : ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION
FECHA DE EMISION : 28/02/2023

- 1. DE LA MUESTRA** : Consiste en 9 Probetas cilindricas de concreto
- 2. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo uniaxial JINAN ZHONGZHENG
 Certificado de calibración CMC-011-2022
- 3. METODO DE ENSAYO** : Norma de referencia NTP 339.034:2015
- 4. RESULTADOS** :

N°	IDENTIFICACION DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kn)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)	TIPO DE fractura
1	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	171.01	17,437.89	222.03	5
2	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	161.55	16,473.25	209.74	5
3	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	6/02/2023	7	78.54	171.61	17,499.07	222.80	5
4	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	180.09	18,363.78	233.81	5
5	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	179.71	18,325.03	233.32	5
6	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	13/02/2023	14	78.54	184.51	18,814.48	239.55	5
7	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	201.91	20,588.76	262.14	5
8	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	205.59	20,964.01	266.92	5
9	$f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$ C/ 5% DE POLVO DE PVC	30/01/2023	27/02/2023	28	78.54	190.43	19,418.15	247.24	5

5. OBSERVACIONES : La informacion referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtencion e identificacion han sido proporcionados por el solicitante.

Hecho por : Raul Alarte
 Tecnico : Raul Alarte

C.G.&M.
 PROYECTOS Y CONSTRUCCIONES S.A.C.
RAUL ALARTE QUISPE
 JEFE DE LABORATORIO

ARTURO ROQUE PALACIOS DAMIANO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 135324
 Ing. Responsable
 Laboratorio

1) Esta prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorizacion del jefe de laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.
 Calibrado por CELDA EIRL (Ing. Jorge Ramirez Japaja)