



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

**DESEMPEÑO DEL CONCRETO PERMEABLE
COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS
INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA
CIUDAD DE CHICLAYO – LAMBAYEQUE**

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

Autor:

Bach. Gonzáles Gonzáles Walter Alexander

<http://orcid.org/0000-0002-7849-5774>

Asesor:

Dr. Muñoz Pérez Sócrates Pedro

<http://orcid.org/0000-0003-3182-8735>

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2020

Tesis:

**“DESEMPEÑO DEL CONCRETO PERMEABLE COMO
PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE
AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO –
LAMBAYEQUE”**

Aprobación del Jurado

Dr. Muñoz Pérez, Sócrates Pedro

Asesor de Investigación

Dr. Coronado Zuloeta, Omar

Presidente del Jurado de Tesis

Mg. Idrogo Pérez, César Antonio

Secretario de Jurado de Tesis

Mg. Marín Bardales, Noé Humberto

Vocal de Jurado de Tesis

Dedicatoria

A mi familia por ayudarme en esta importante época de mi vida universitaria para poder concluir la carrera de Ingeniería Civil, y en forma especial a mi madre que ha sido mi motor y motivo para poder finalizar mi carrera profesional.

Gonzáles Gonzáles Walter Alexander

Agradecimiento

A los ingenieros civiles que se desempeñan como docentes en la universidad Señor de Sipán por infundir sus enseñanzas y experiencias en el campo laboral de esta profesión.

Gonzáles Gonzáles Walter Alexander

Resumen

El concreto permeable actualmente se está implementando en ciudades para disuadir los niveles de escorrentía de aguas pluviales, y así evitar inundaciones y daños económicos que son provocados fenómenos o condiciones climáticas severas presentado en el departamento de Lambayeque-Perú. El estudio presentó una metodología tipo aplicativa y diseño experimental. Tuvo como objetivo determinar el diseño de concreto permeable óptimo para mitigar las inundaciones en el distrito de Chiclayo-Perú. Se evaluaron 6 diseños de mezclas utilizando dos tamaños máximos nominales de agregado grueso $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ", con diversas relaciones a/c (0.25, 0.35 y 0.45), con un total de 6 diseños, se elaboraron 54 probetas destinadas al ensayo de compresión axial y 54 viguetas para someterlas al ensayo a la flexión a 7, 14, y 28 días, por último 18 probetas cilíndricas para hallar la tasa de permeabilidad a los 28 días. Los resultados mostraron que el diseño óptimo es con la relación a/c 0.25, y un coeficiente de permeabilidad de 3,82 mm/s debido al contenido de vacíos de 20%, característica importante para garantizar la infiltración de grandes volúmenes de aguas pluviales mediante sus poros para luego transmitirlos a estratos subyacentes, la resistencia a la compresión tuvo un incremento con una r a/c 0.25 respecto a los demás diseños de 41,60% con TMN de $\frac{1}{2}$ ". Concluyendo que el mejor desempeño es la relación a/c 0.25, considerado para ambos tamaños máximos nominales de agregados gruesos, teniendo así un mejor comportamiento frente a futuros análisis debido a inundaciones por aguas pluviales.

Palabras Clave: Concreto, permeable, pavimento, diseño de mezclas, inundaciones

Abstract

Pervious concrete is currently being implemented in cities to deter stormwater runoff levels, and thus avoid floods and economic damages that are caused in times of the El Niño phenomenon or in severe weather conditions presented in the department of Lambayeque-Peru. It presents a methodology with a quantitative approach and experimental design. The objective of this research is to determine the optimal permeable concrete design to mitigate floods in the city of Chiclayo-Peru. 6 designs of mixtures were evaluated using two nominal maximum size of coarse aggregate with different w / c ratios, with a total of 6 designs, 54 specimens were elaborated for the compression resistance test and 54 joists to be subjected to the test of flexural strength at 7, 14, and 28 days, finally 18 cylindrical specimens to find the permeability rate at 28 days. The results showed that the optimal design is with the w / c ratio 0.25, and a permeability coefficient of 3.82 mm / s due to the void content of 20%, an important characteristic to guarantee the infiltration of large volumes of water. rainwater through its pores and then transmit them to underlying strata, the compressive strength had an increase with a ra / c 0.25 compared to the other designs of 41.60% with TMN of ½". Concluding that the best performance is the w / c ratio 0.25, considered for both nominal maximum sizes of coarse aggregates, thus highlighting a better performance compared to the analyzes proposed against flooding by rainwater.

Keywords: Concrete, permeable, pavement, mix design, traffic

Índice de contenido

I. INTRODUCCIÓN	16
1.1 Realidad Problemática	16
<i>1.1.1 Nivel Internacional.</i>	16
<i>1.1.2 A Nivel Nacional.</i>	17
<i>1.1.3 A Nivel Local.</i>	18
1.2 Antecedentes de estudio	18
<i>1.2.1 A Nivel Internacional.</i>	18
<i>1.2.2 A Nivel Nacional.</i>	21
<i>1.2.3 A Nivel Local.</i>	23
1.3 Teorías relacionadas al tema	24
<i>1.3.1 Concreto permeable.</i>	24
<i>1.3.2 Materiales usados en el concreto poroso.</i>	25
<i>1.3.3 Aplicaciones del concreto permeable.</i>	27
<i>1.3.4 Parámetros para el diseño de un pavimento de concreto permeable.</i>	30
1.4 Formulación del problema	41
1.5 Justificación e importancia del estudio	41
<i>1.5.1 Justificación Técnica.</i>	41
<i>1.5.2 Justificación Socio-Económica.</i>	42
<i>1.5.3 Justificación Ambiental.</i>	42
1.6 Hipótesis	42
1.7 Objetivos	42
<i>1.7.1 Objetivo General.</i>	42
<i>1.7.2 Objetivos específicos.</i>	42
II. MATERIAL Y MÉTODO	43
2.1 Tipo y diseño de investigación	43
<i>2.1.1 Tipo de investigación.</i>	43
<i>2.1.2 Diseño de investigación.</i>	43
2.2 Población y muestra	44
<i>2.2.1 Población.</i>	44
<i>2.2.2 Muestra.</i>	44
2.3 Variables, Operacionalización	45
<i>2.3.1 Variable Independiente.</i>	45
<i>2.3.2 Variable Dependiente.</i>	45
<i>2.3.3 Operacionalización.</i>	45

2.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	47
2.4.1	Técnicas de recolección de datos	47
2.4.2	Instrumentos de recolección de datos	47
2.5	Procedimiento de análisis de datos.....	47
2.5.1	Diagrama de flujo de procesos.....	47
2.5.2	Descripción de procesos	49
2.6	Criterios éticos.....	74
2.7	Criterios de rigor científico	75
2.7.1	<i>Validación de instrumentos.</i>	75
2.7.2	<i>Confiabilidad de instrumentos.</i>	75
III.	RESULTADOS	76
3.1	Resultados en tablas y gráficos.....	76
3.1.1	Determinación de las zonas más inundables de la ciudad de Chiclayo mediante el Instituto Nacional de Defensa Civil.	76
3.1.2	Determinación de las características físicas de los agregados utilizados en los diseños de mezcla	78
3.1.3	Diseños de mezcla de concreto permeable	86
3.1.4	Evaluación de las propiedades físicas del concreto permeable	119
3.1.5	Evaluación, de, las, propiedades, mecánicas, del concreto permeable	122
3.1.6	Evaluación de las propiedades hidráulicas del concreto permeable	126
3.1.7	Selección de la proporción óptima del diseño de mezclas de concreto permeable con mejor desempeño.....	127
3.2	Discusión de los resultados	129
3.2.1	Discusión del objetivo específico 1.....	129
3.2.2	Discusión del objetivo específico 2.....	129
3.2.3	Discusión del objetivo específico 2.....	129
3.2.4	Discusión del objetivo específico 3.....	130
3.2.4.	Discusión del objetivo específico 4.....	131
3.2.5.	Discusión del objetivo específico 5.....	136
3.2.6.	Discusión del objetivo específico 6.....	138
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
	REFERENCIAS.....	145
	ANEXOS	151

ANEXO 1: Informes de ensayo de Laboratorio, Análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos.....	152
ANEXO 2: Informes de ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de humedad de los agregados gruesos y finos.	156
ANEXO 3: Informes de ensayo de Laboratorio, Peso Específico y Absorción de los agregados gruesos y finos.....	160
ANEXO 4: Informes de ensayo de Laboratorio, Porcentaje de finos que pasan el tamiz N°200.	164
ANEXO 5: Informes de ensayo de Laboratorio, Resistencia a la degradación de los agregados gruesos.	168
ANEXO 6: Informe de ensayo de Laboratorio, Contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en el agregado fino.....	171
ANEXO 7: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. - AG. ½”, R a / c 0.25.	174
ANEXO 8: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. - AG. ½”, R a / c 0.35.	177
ANEXO 9: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. - AG. ½”, R a / c 0.45.	181
ANEXO 10: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. - AG. ¾”, R a / c 0.25.	184
ANEXO 11: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. - AG. ¾”, R a / c 0.35.	187
ANEXO 12: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. - AG. ¾”, R a / c 0.45.	191
ANEXO 13: Informe de ensayo de Laboratorio, Asentamiento del concreto permeable en estado fresco.	195
ANEXO 14: Informe de ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de vacíos del concreto permeable en estado fresco.....	197
ANEXO 15: Informe de ensayo de Laboratorio, Temperatura del concreto permeable en estado fresco.	200
ANEXO 16: Informes de ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Compresión Axial del Concreto Permeable.	202
ANEXO 17: Informes de ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Flexión del Concreto Permeable. .	211
ANEXO 18: Informe de ensayo de Laboratorio, Ensayo de Permeabilidad.	220
ANEXO 19: Panel Fotográfico.	223

Índice de figuras

Figura 1: Vista de pavimento de concreto permeable.....	25
Figura 2: Paso del agua a través de estructura de concreto permeable.	28
Figura 3: Ejemplo de aplicaciones de concreto permeable: a) Pavimentos con tráfico ligero. b) Estacionamientos. c) Caminos peatonales.....	30
Figura 4: Estructura del pavimento permeable	30
Figura 5: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para tamaño de agregado grueso Huso No. 8 y No. 67	31
Figura 6: Contenido de vacíos vs contenido de pasta para tamaño de agregado 3/8"	33
Figura 7: Relación de porosidad % de agregados	34
Figura 8: Resistencia de la Compresión / contenido de Aire en especímenes	35
Figura 9: La característica clave del concreto permeable es su estructura de poro abierto	36
Figura 10: Permeámetro de carga variable para determinar la permeabilidad del concreto	36
Figura 11: Resistencia a compresión a 28 días y el contenido de aire con agregado de 3/8" y 3/4") - ASTM C-33.....	37
Figura 12: Resistencia a flexión y el contenido de aire (3/8 y 3/4).....	38
Figura 13: Resistencia a flexión y la resistencia a compresión.....	38
Figura 14: Diagrama de flujo de procesos.	48
Figura 15: Tanda de diseño C. PERM. -AG. 1/2", r A/C 0.35.....	62
Figura 16: Medición de la temperatura del concreto permeable.	66
Figura 17: Compactación de las probetas cilíndricas y prismáticas de concreto permeable.	67
Figura 18: Curado de probetas cilíndricas y prismáticas de concreto permeable.	67
Figura 19: Rotura de probetas cilíndricas. Ensayo de resistencia a la compresión.....	69
Figura 20: Rotura de vigas. Ensayo de resistencia a la flexión.....	71
Figura 21: Esquema de Permeámetro de carga variable	72
Figura 22: Ensayo de permeabilidad del concreto.	73
Figura 23: Localización de la zona de estudio.....	76
Figura 24: Localización de zonas inundables en la ciudad de Chiclayo.....	77
Figura 25: Curva granulométrica del agregado grueso - Piedra chancada 3/4"	78
Figura 26: Curva granulométrica del agregado grueso - Piedra chancada 1/2"	79
Figura 27: Curva granulométrica del agregado fino – arena gruesa	83
Figura 28: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.25.	87

Figura 29: Contenido de pasta vs contenido de vacíos para el diseño C. PERM -AG. ½”, R a/c 0.25.	89
Figura 30: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. ½”, R a/c 0.35.	93
Figura 31: Contenido de pasta vs contenido de vacíos para el diseño C. PERM -AG. ½”, R a/c 0.35.	94
Figura 32: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. ½”, R a/c 0.45.	98
Figura 33: Contenido de pasta vs contenido de vacíos para el diseño C. PERM -AG. ½”, R a/c 0.45.	99
Figura 34: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.25.	104
Figura 35: Contenido de pasta vs contenido de vacíos para el diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.25.	105
Figura 38: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.35.	109
Figura 37: Contenido de pasta vs contenido de vacíos para el diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.35.	110
Figura 38: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.45.	114
Figura 39: Contenido de pasta vs contenido de vacíos para el diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.45.	115

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Proporciones usuales en el concreto permeable</i>	25
Tabla 2 <i>Rangos recomendados de proporcionamiento de materiales en el concreto permeable</i> ...	27
Tabla 3 <i>Valores efectivos de b/b_0</i>	32
Tabla 4 <i>Cantidad de testigos de concreto permeable a elaborar para el diseño CPERM-AG $\frac{3}{4}$"</i> . 44	
Tabla 5 <i>Cantidad de testigos de concreto permeable a elaborar para el diseño CPERM AG $\frac{1}{2}$"</i> . 45	
Tabla 6 <i>Matriz de operacionalización de variable independiente.</i>	45
Tabla 7 <i>Matriz de operacionalización de variable dependiente.</i>	46
Tabla 8 <i>Peso de agregados y numero de esferas para agregados gruesos hasta 1 1/2"</i>	58
Tabla 9 <i>Numero de esferas y peso para materiales gruesos ($>3/4$"</i>).....	58
Tabla 10 <i>Cantidad mínima de muestra para agregado grueso</i>	60
Tabla 11 <i>Tamices a emplear para la separación de partículas</i>	60
Tabla 12 <i>Peso unitario suelto y compactado de cada tipo de agregado grueso</i>	80
Tabla 13 <i>Peso específico y absorción de cada tipo de agregado grueso</i>	80
Tabla 14 <i>Contenido de humedad de cada tipo de agregado grueso</i>	81
Tabla 15 <i>Porcentaje de finos de los agregados gruesos</i>	81
Tabla 16 <i>Resultados del ensayo de abrasión de los agregados gruesos</i>	82
Tabla 17 <i>Peso unitario suelto y compactado del agregado fino</i>	83
Tabla 18 <i>Peso específico y absorción del agregado fino</i>	84
Tabla 19 <i>Contenido de humedad del agregado fino</i>	84
Tabla 20 <i>Porcentaje de finos del agregado fino</i>	85
Tabla 21 <i>Porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables del agregado fino</i>	85
Tabla 22 <i>Resumen de valores resultados para el diseño de mezcla de C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i>	86
Tabla 23 <i>Diseño de mezcla C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.25 corregido por humedad.	91
Tabla 24 <i>Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.25.....	91
Tabla 25 <i>Diseño final del diseño C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.25 por m^3 de mezcla.....	92
Tabla 26 <i>Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.25.....	92
Tabla 27 <i>Diseño de mezcla C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.35 corregido por humedad.	96
Tabla 28 <i>Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.35.....	96
Tabla 29 <i>Diseño final del diseño C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.35 por m^3 de mezcla.....	97
Tabla 30 <i>Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.35.....	97
Tabla 31 <i>Diseño de mezcla C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.45 corregido por humedad.	101
Tabla 32 <i>Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.45.....	101
Tabla 33 <i>Diseño final del diseño C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.45 por m^3 de mezcla.....	102
Tabla 34 <i>Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. $\frac{1}{2}$"</i> , R a/c 0.45.....	102
Tabla 35 <i>Resumen de valores resultados para el diseño de mezcla de C. PERM -AG. $\frac{3}{4}$"</i>	102

Tabla 36 <i>Diseño de mezcla C. PERM -AG. ¾” R a/c 0.25 corregido por humedad.</i>	107
Tabla 37 <i>Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.25.....</i>	108
Tabla 38 <i>Diseño final del diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.25 por m³ de mezcla.....</i>	108
Tabla 39 <i>Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.25.....</i>	108
Tabla 40 <i>Diseño de mezcla C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.35 corregido por humedad.</i>	112
Tabla 41 <i>Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.35.....</i>	113
Tabla 42 <i>Diseño final del diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.35 por m³ de mezcla.....</i>	113
Tabla 43 <i>Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.35.....</i>	113
Tabla 44 <i>Diseño de mezcla C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.45 corregido por humedad.</i>	117
Tabla 45 <i>Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.45.....</i>	118
Tabla 46 <i>Diseño final del diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.45 por m³ de mezcla.....</i>	118
Tabla 47 <i>Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. ¾”, R a/c 0.45.....</i>	118
Tabla 48 <i>Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto permeable de diversas investigaciones.</i>	133
Tabla 49 <i>Resultados del ensayo de la resistencia a la flexión del concreto permeable de diversas investigaciones.</i>	135
Tabla 50 <i>Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto permeable de diversas investigaciones.</i>	137
Tabla 51 <i>Comparación de los diseños seleccionados de concreto permeable en diversas investigaciones.</i>	139

Índice de gráficos

Gráfico 1. Comparación de los asentamientos obtenidos de los concretos permeables C. PERM. -AG 1/2" y C. PERM. -AG 3/4" con diferentes relaciones a / c.	119
Gráfico 2. Comparación del Peso unitario de los concretos permeables C. PERM. -AG 1/2" y C. PERM. -AG 3/4" con diferentes relaciones a / c.	120
Gráfico 3. Comparación del contenido de vacíos de los concretos permeables C. PERM. -AG 1/2" y C. PERM. -AG 3/4" con diferentes relaciones a / c.	121
Gráfico 4. Comparación de las temperaturas obtenidas de los concretos permeables C. PERM. -AG 1/2" y C. PERM. -AG 3/4" con diferentes relaciones a / c.	121
Gráfico 5. Resistencia a la compresión del C. PERM. -AG 1/2" con distintas relaciones a/c, a la edad de 7, 14 y 28 días.	122
Gráfico 6. Resistencia a la compresión del C. PERM. -AG 3/4" con distintas relaciones a/c, a la edad de 7, 14 y 28 días.	123
Gráfico 7. Resistencia a la compresión del C. PERM. -AG 1/2" con distintas relaciones a/c, a la edad de 7, 14 y 28 días.	124
Gráfico 8. Resistencia a la compresión del C. PERM. -AG 3/4" con distintas relaciones a/c, a la edad de 7, 14 y 28 días.	125
Gráfico 9. Comparación de los coeficientes de permeabilidad de los concretos permeables C. PERM. -AG 1/2" y C. PERM. -AG 3/4" con diferentes relaciones a / c.	126
Gráfico 10. Resistencia a la compresión vs coeficiente de permeabilidad de los diseños elaborados.	127
Gráfico 11. Resistencia a la flexión vs coeficiente de permeabilidad de los diseños elaborados.	128

Índice de ecuaciones

<i>Ecuación 1. Fórmula de volumen compactado seco de material recio en un volumen unitario de concreto.....</i>	<i>32</i>
<i>Ecuación 2. Fórmula de volumen de pasta</i>	<i>33</i>
<i>Ecuación 3. Fórmula de Peso del líquido por m³ de mezcla.....</i>	<i>33</i>
<i>Ecuación 4. Fórmula de % retenidos en granulometría</i>	<i>50</i>
<i>Ecuación 5. Fórmula de densidad de masas</i>	<i>51</i>
<i>Ecuación 6. Fórmula de contenido de humedad (%)</i>	<i>52</i>
<i>Ecuación 7. Fórmula del peso específico del agregado fino.....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 8. Fórmula de la masa saturada superficialmente seca del agregado fino.....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 9. Fórmula de peso específico aparente del agregado fino.....</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 10. Fórmula de porcentaje de absorción del agregado fino</i>	<i>54</i>
<i>Ecuación 11. Fórmula de peso específico del agregado grueso</i>	<i>55</i>
<i>Ecuación 12. Formula de peso específico de la masa saturada superficialmente seca del agregado grueso.....</i>	<i>55</i>
<i>Ecuación 13. Fórmula de peso específico aparente agregado grueso.....</i>	<i>55</i>
<i>Ecuación 14. Fórmula de porcentaje de absorción del agregado grueso.....</i>	<i>55</i>
<i>Ecuación 15. Fórmula del porcentaje de material pasante por el tamiz N°200</i>	<i>56</i>
<i>Ecuación 16. Fórmula de porcentaje de material perdido por abrasión.....</i>	<i>59</i>
<i>Ecuación 17. Fórmula de partículas desmenuzables y terrones de arcilla.....</i>	<i>61</i>
<i>Ecuación 18. Fórmula de densidad teórica del concreto libre de aire</i>	<i>64</i>
<i>Ecuación 19. Fórmula de densidad o peso unitario.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación 20. Fórmula de contenido de vacíos.....</i>	<i>65</i>
<i>Ecuación 21. Fórmula de cálculo de f'c de resistencia.....</i>	<i>68</i>
<i>Ecuación 22. Fórmula de módulo de rotura (MPa).....</i>	<i>70</i>
<i>Ecuación 23. Fórmula de coeficiente de permeabilidad.....</i>	<i>73</i>

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática

1.1.1 Nivel Internacional.

En la actualidad la permanente construcción de pavimentos impermeables en carreteras, caminos urbanos que corta la humedad y el normal paso del agua, es una de las primordiales razones de la contaminación ambiental en el planeta. Mientras tanto los accidentes de tráfico reportados originan más de un millón de pérdidas humanas y una gran pérdida de dinero a nivel mundial. Esto se debe a la falta de permeabilidad al agua en el pavimento tradicional, que debilita drásticamente al pavimento (Li et al., 2017).

El crecimiento de las urbanizaciones y de la población incrementan las áreas impermeables, lo que conlleva impactos ambientales y sociales desfavorables. El hormigón permeable tiene la gran ventaja para compensar estos impactos adversos al tiempo que presta la integridad estructural necesaria, apoyando así la urbanización continua (Zhong & Wille, 2015).

En todas las partes del mundo las ciudades están siendo cubiertas con edificios y caminos de concreto tradicional cada vez más. Sobre todo, el ambiente que está a su alrededor se aleja de un ambiente natural como consecuencia de la falta de permeabilidad al agua del pavimento hecho de concreto habitual, por lo que el agua no se filtra bajo tierra. El pavimento permeable origina grandes ventajas como el caso de que el agua de lluvia filtre con facilidad y que sea aprovechada nuevamente y pueda renovarse (Yang & Jiang, 2003).

Este material permeable se está usando desde años atrás en los Estados Unidos, en donde se comenzó a utilizar como un componente que toma una operación de aguas de lluvia amigable con el medio ambiente por sus características de permeabilidad. La situación problemática que se presentaba en este país era la acumulación del agua causadas por las fuertes lluvias y la constante construcción de áreas impermeabilizadas (Gaedicke et al., 2015).

El crecimiento urbano constante conlleva al aumento de áreas impermeables. Esto origina que se presente en el planeta muchos aspectos negativos referente al medio ambiente y la contaminación de la principal fuente de vida en el planeta como es el agua (Torres et al., 2015).

En los Estados Unidos su uso es muy frecuente debido a los diferentes beneficios que presenta: la restauración de los suministros de agua subterránea, control de escorrentía de aguas pluviales, disminución del ruido acústico y la disminución de la contaminación del agua y del suelo (Huang et al., 2009).

En Singapur, las constantes lluvias traen problemas muy graves a su sistema de drenaje. Se originan tormentas de alta intensidad que duran menos de una hora a tormentas prolongadas con intensidades de lluvia moderada. A parte de esto sus sistemas de drenaje también deben afrontar los cambios climáticos, escasez de agua, tormentas de arena. Un problema notable en Singapur debido a los periodos de lluvias son las inundaciones. Una de las soluciones para evitar inundaciones en Singapur es el uso de pavimentos de hormigón permeable por lo que se está tratando con más frecuencia su uso (Lim et al., 2013).

1.1.2 A Nivel Nacional.

En el territorio nacional, ha tenido grandes pérdidas materiales y mortales debido a los cambios climáticos que generan intensas lluvias en el norte del país; esto debido que al no contar con una infraestructura necesaria que permita afrontar tales fenómenos naturales como el fenómeno de El Niño, que retornando años atrás; los años de 1997 y 1998 fueron los más alterados por un Mega Niño, donde se produjeron unas lluvias de alta intensidad nunca antes registradas, generando daños materiales y cuantiosos tanto en carreteras, puentes, así como el derrumbe de varias viviendas en toda la parte norte del país; así mismo el colapso total de los buzones, ocasionando plagas, y ocasionando muchos encharcamientos en diversas zonas de las zonas (Oblitas, 2021).

En Áncash y en varias de sus provincias los daños tuvieron daños de alta magnitud debido a las lluvias que se prolongaron durante siete horas. Dejando como consecuencia un gran número de viviendas afectadas, así como distintos tramos dañados en la Panamericana Norte quedando incomunicados diferentes distritos. Se notifico que 1,900 kilómetros de carreteras quedaron en mal estado por las fuertes lluvias, huaycos e inundaciones que se originaron a consecuencia del Fenómeno El Niño (COEN, 2017).

El sistema de drenaje pluvial debe mantener el flujo vehicular y peatonal y proteger la infraestructura urbana. El agua que fluye sobre los pavimentos o escorrentía superficial a veces con caudales peligrosos, que pueden ocasionar pérdidas humanas y generando deterioro en la infraestructura y la economía (Delgado & Gonzales, 2019).

1.1.3 A Nivel Local.

Las fuertes lluvias que se presentan por el “El Niño Costero” en toda la región de Lambayeque ocasionan daños en los pavimentos y también afecta a un gran número de viviendas debido al colapso y deficiencia del sistema de drenaje que presenta Lambayeque. Otro problema que se presenta es el flujo vehicular y peatonal en diferentes partes de la ciudad, esto se debe a la acumulación de aguas en los pavimentos, producto de las lluvias y colapso del sistema de drenaje (Gonzales, 2015).

Las prolongadas lluvias que se originan debido al Fenómeno de El Niño que afectan a toda la región Lambayeque originándose inundaciones debido al excesivo volumen de precipitaciones y a la escorrentía superficial, teniendo como una clara evidencia las zonas urbanas de José Leonardo Ortiz y la Victoria que fueron las más impactadas por este fenómeno, originando que algunas edificaciones o estructuras sufran daños severos e incluso el colapso de estas mismas. Las características de los suelos que presenta Chiclayo que al ser saturados de agua varía el comportamiento mecánico “arcillas expansivas”, causando deterioro en los pavimentos y a las edificaciones (Vega, 2013).

1.2 Antecedentes de estudio

1.2.1 A Nivel Internacional.

Lim et al. (2013) en su investigación nombrada *“Effect of Mix Proportion on Strength and Permeability of Pervious Concrete for Use in Pavement”* tuvo como objetivo lograr un pavimento permeable de alta resistencia, alta porosidad y permeabilidad. Se variaron las proporciones por las cuantías de cemento y material recio, así como también la relación a / c. Se eligió una mezcla que brindaba la combinación óptima de porosidad y resistencia, y se le añadió superplastificantes poliméricos para evaluar la resistencia y la porosidad. Los resultados concluyeron que una relación a /c de 0.2 reflejó en una mezcla seca y quebradiza una fortaleza a la compresión menor a 15MPa, pero a una alta dosis de permeabilidad de 20 mm/s. Una mezcla con una relación a/c de 0.3 resultó con valores de 13.9MPa y 3MPa respecto la fortaleza la compresión y flexión consecutivamente, y presentó una alta porosidad mayor al 20%. Concluyeron que una cuantía alta de cemento de 495 Kg/cm³ en la mezcla resultó en altas fortalezas a la compresión de 51.8MPa, la flexión de más de 4MPa, sin embargo, la permeabilidad se redujo a aproximadamente 1 mm/s.

Ćosić et al. (2015) en su investigación nombrada *“Influence of aggregate type and size on properties of pervious concrete”* estudió el impacto que tiene la selección del

agregado en tamaño y tipo en las características del concreto permeable. Se elaboraron cuatro mezclas de concreto permeable diferentes y una de concreto estándar, con diversos tipos de agregados (dolomita o escoria de acero) y diferentes proporciones (30:60 o 60:30) de fracciones de agregado de 4-8 mm a 8-16 mm. Dando como resultado que una mayor cantidad de fragmentos de agregados pequeños (4-8 mm) dieron mezclas de mayor fortaleza a la flexión y densidad. No obstante, el parámetro primordial como es la porosidad para el análisis de la eficiencia de la porosidad del concreto, que se vio alterada más por la clase de material pétreo que por el tamaño de este. La mayor porosidad se obtiene en el concreto permeable con material pétreo de dolomita en contraste al que contiene agregado de escorias de acero. Concluyeron que la mayor resistencia a compresión se obtuvo para el diseño con dolomita de en proporción 30:60 para partículas de tamaño 4-8 mm y 8-16 mm, siendo esta de 26.5 MPa, sin embargo, la porosidad no fue la adecuada.

Yu et al. (2019) en su investigación titulada *“Influence of aggregate size on compressive strength of pervious concrete”* se enfocaron en la relación que se halla entre la dimensión de material pétreo con la fortaleza a la compresión de concreto permeable. Elaborando un total de 8 diseños de mezcla con una porosidad objetiva del 20% y con tamaños de agregados que van desde la gradación de 2.36-4.75 mm hasta la gradación 10-15 mm. Con los resultados obtenidos, se demuestra que, con la consideración del tamaño del material pétreo, la fortaleza a la compresión acrecienta hasta la gradación de 4.75-9.5 mm con un valor máximo resistencia mecánica de 30.19 MP. Concluyeron que, a partir del tamaño de agregado superior a 8 mm, la resistencia a la compresión no presenta mejoría significativa.

Torres et al. (2020) en su estudio titulada *“Developing High Strength Pervious Concrete Mixtures with Local Materials”* tuvieron como objetivo una preparación de un material permeable (concreto) con propiedades muy buenas que presente permeabilidad al agua y resistencia, que también se hace con materiales disponibles en la zona. El estudio abarcó cinco aspectos del concreto permeable relacionados al efecto del tipo y gradación del material recio, y también la relación A/C, compactación de las probetas de prueba, la adición de aditivo superplastificante y el sustitutorio parcial del material cementante por sílice para aumentar la fortaleza a la compresión. Como resultados el diseño de mezcla con r / c de 0.28, compactado mediante 3 capas con 10 golpes por el martillo Proctor estándar, con grava de 6.35 mm de tamaño y una inclusión de humo de sílice de 30% como sustitución del

cemento, concluyeron que el concreto permeable de elevada fortaleza, con una fortaleza a la compresión de 21.63 MPa y una tasa de percolación de 2.6 mm/s.

Singh & Singh (2020) en su investigación titulada *“Influence of grading recycled concrete aggregates on the properties of pervious concrete”* estudiaron la influencia de la clasificación de áridos de concreto reciclado en las características del conglomerante permeable. Se elaboró en total de 5 diseños de concreto poroso con agregados reciclados en su totalidad. La gradación de los agregados reciclados fue de 4.75-10 mm y de 10-12.5 mm. Como aglomerante utilizaron una combinación de cemento portland y cenizas volátiles. Los resultados hallados concluyen que la mixtura con 75% y 25% de agregado reciclado de menor y mayor tamaño respectivamente obtiene la mayor fortaleza a la compresión a los 28 días fue de 13.96 MPa mejorando hasta un 71.5% respecto a la mezcla con 100% del material pétreo rehusado de mayor tamaño. Concluyeron que los coeficientes de permeabilidad para las mezclas varían de 5 a 10 mm / s, coincidiendo con la mezcla de 75% con agregado de menor tamaño como la más óptima.

Akkaya & Çağatay (2021) en su estudio nombrada *“Experimental investigation of the use of pervious concrete on high volume roads”* tuvieron como propósito desarrollar mezclas óptimas de concreto permeable que se puedan utilizar como material de pavimentación en carreteras de gran volumen. Los autores investigaron el impacto de la relación agregado / aglomerante (A / B) sobre la fortaleza del concreto poroso con diversos tamaños de material pétreo. Propiedades como fortaleza a la compresión, a la tensión, flexión, a la abrasión y la porosidad de concreto permeable, con incorporación de humo de sílice con diferentes tamaños de agregado (2–4 mm, 4–8 mm y 8–16 mm) y diferentes relaciones (A / B) (2, 2.5 y 3) fueron analizadas. Tuvieron como resultado como desenlace que el concreto poroso con material pétreo de gradación de 2-4 mm y relación agregado / aglomerante igual a 2, es el diseño que se ajusta a los valores de resistencia recomendados para pavimentos de concreto en carreteras de gran volumen vehicular; teniendo como resultados una fortaleza a la compresión cilíndrica a los 28 días de 56.18 MPa, una fortaleza a la flexión de 5.12 MPa como valores más representativos del estudio.

Dai et al. (2019) en su investigación nombrada *“Experimental Study on Mechanical Properties of Permeable Concrete”*, tuvieron como propósito general comparar y analizar las propiedades físico-mecánicas del concreto permeable con diversidad de proporciones de agua/agregante y grado de agregado grueso y se evaluó la resistencia a la tracción del

concreto permeable, relaciones agua/cemento fueron 0.35, 0.40 y 0.45 y tamaños de agregado de 5-10 mm, 5-15 mm, 5-20 mm., como resultados se mostró que bajo la condición de tensión y compresión uniaxial, el tamaño del agregado grueso tiene una gran influencia en las propiedades mecánicas pues la resistencia a la compresión aumenta con el aumento del tamaño de los áridos gruesos, por tanto, a medidas que la relación a/c aumenta, los huecos aumentan y la resistencia a la compresión disminuye, y la relación agua/cemento tiene poco efecto sobre las propiedades mecánicas del concreto permeable. Concluyeron, que cuanto mayor sea la granulometría del árido grueso, mayor será la resistencia a la compresión.

Huang et al. (2020), en su investigación científica titulada *“Determination of pervious concrete mix by strength”*, con el objetivo general de encontrar el coeficiente de permeabilidad y la porosidad de la fortaleza máxima, con un rango de A/C de 0.36 – 0.44 para dos cantidades de cemento C= 300 y 350 kg con agregado de #4 - 3/4”, tuvo como resultados que con C=300 kg la resistencia a la compresión a los 28 días con la r a/c 0.36, 0.38, 0.40, 0.42 y 0.44 fue 165, 194, 156, 132 y 129 kgf/cm² y un módulo de ruptura de 10.8, 31.4, 28.1, 28.5 y 28.6 kgf/cm², no obstante, con C=350 kg se tiene mejores resultados con la relación a/c 0.40, en el coeficiente de permeabilidad se tuvo 0.106, 0.083, 0.179, 0.118 y 0.176 cm/sec., y para C= 350 kg se tuvo 0.185, 0.164, 0.110, 0.070 y 0.108 cm/sec., concluyendo que con mejor resultado es la relación a/c de 0.38 utilizando C= 300 kg.

1.2.2 A Nivel Nacional.

Perez (2017) en su informe de estudio titulado *“Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017”* se planteó con el propósito analizar la influencia de la gradación del material recio en las características mecánicas e hidráulicas de un concreto poroso. Usando agregados gruesos de 3 gradaciones: N°4, 3/8” y 1/2”, los 3 diseños de mixturas tuvieron la relación a/c de 0.35, contuvo material pétreo fino de 8% y un contenido de vacíos de 15%. Concluyendo que las mejores fortalezas a la compresión y a la flexión se adquirieron con la malla de tamaño N° 4 con valores de 209.68 kg/cm² y 33.81 kg/cm²; mientras que la mayor permeabilidad se obtuvo con la escala 3/8” con 0.222 cm/s.

Chaiña y Villanueva (2017) en su investigación nombrada *“Diseño de concreto permeable, para pavimentos rígidos empleando grava huso 67 y arena gruesa de la cantera La Poderosa, para la ciudad de Arequipa”* se plantearon como propósito general diseñar y preparar un concreto poroso que tenga la capacidad de ser empelado como

pavimento rígido, comparando la inclusión o no de arena gruesa en la preparación. Se realizó un total de 18 diseños de mixturas con dosis con finos de 0%, 10% y 20%, relaciones a/c de 0.30, 0.35 y 0.45 y porcentaje de vacíos de 10% y 15%; además se hizo uso de dos tipos de aditivo, un superplastificante reductor de agua con retardo y otro sin retardo. Llegaron a concluir que el diseño PP18-E, el cual está caracterizado por tener 10% de agregado fino, una relación a/c de 0.40 y una cantidad de vacíos de 10%; es el que presenta mejores cualidades mecánicas e hidráulicas, obteniendo fortaleza a compresión, a la flexión y a la tensión indirecta de 334kg/cm², 48.8kg/cm² y 49kg/cm² correspondientemente. Mientras que su fortaleza al desgaste fue de 22.61% y su coeficiente de permeabilidad igual a 3.82mm/s.

Bautista (2018) en su trabajo de tesis titulado *“Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10”* tuvo como propósito diseñar un pavimento rígido poroso, con la necesidad de evacuar las aguas de precipitaciones mediante su estructura. Se elaboró 5 tipos de mezclas diferentes variando los porcentajes de vacíos en (10%, 15% y 20%) y porcentajes de material pétreo delgado en (0%, 10% y 20%), tuvo como resultados que el diseño 5 (10% contenido de vacíos y 10% de agregado fino) cumple con las medidas que especifica la Norma CE. 010 – Pavimentos Urbanos, teniendo como valor de fortaleza a la compresión de 177.98 kg/cm² y un módulo de rotura de 45.07 Kg/cm²; así como su coeficiente de infiltración de agua de 0.20 cm/s. el cual se encuentra dentro de los rangos de 0.20 y 0.54 cm/s que menciona la normativa ACI 522 R-10. Concluyó que el diseño 5 es aplicable en la construcción de pavimentos rígidos.

Guizado y Curi (2017) en su investigación nombrada *“Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú”* tuvo como motivo buscar una solución que contribuya al manejo de las precipitaciones de lluvia originadas por los fenómenos climáticos severos como “El Niño” de dicha zona del país. Por lo que se pretende la aplicación y evaluación de un material que brinde permeabilidad al agua en pavimentos, correspondientes a la zona. Se evaluaron hasta 15 diseños de mezcla distintos de concreto permeable. Concluyeron que el diseño con material granular recio de Huso No. 8 y porcentaje de vacíos de 19.5%, relación a/ c de 0.27 y uso de un aditivo reductor de agua en un 2% al peso del cemento, es el diseño con mejores características, teniendo una resistencia al flexo tracción de 3.6 MPa y a la compresión de 22.2 MPa, mientras que el constante de permeabilidad alcanzado es de 0.7 cm/seg.

Rodríguez (2018) en su tesis de pregrado nombrada *“Determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%, 15% y 20% de relación de vacíos”* tuvo como objetivo general de realizar una evaluación de las características del concreto como la permeabilidad y fortaleza a la compresión del concreto permeables con diversidad de relaciones de vacíos de 10, 15 y 20%, mostró un diseño experimental-transversal, para diseño $f'c$: 210 kg/cm² por lo que la relación de vacío fue un 10% la que tuvo mejores a los resultados, en la fortaleza a la compresión respecto al patrón de 86.4% a 28 días, y una baja fortaleza con relación de vacíos de 20% con 66.64% a 28 días, y con respecto a permeabilidad se tuvo baja relación de vacíos menor es el coeficiente de permeabilidad con valores de 0.684, 0.913 y 1.169 cm/s, concluyeron que la relación de vacíos respecto al coef. de permeabilidad acrecienta a mayor porcentaje de vacíos mejor es el coef. de permeabilidad.

1.2.3 A Nivel Local.

Tarifeño (2019) en su informe de grado titulado *“Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque 2018”* tuvo como finalidad evaluar las características de concreto permeable en pavimentos especiales en la región de Lambayeque, considerando los diseños de concreto poroso empelando material granular de ½” del yacimiento Tres Tomas y arena gruesa del yacimiento Pátapo- La Victoria, así mismo, usando juicios de diseño tales como: una relación A/C de 0.35, un porcentaje de finos del 20% y un porcentaje de vacíos del 10%; logrando obtener resultados, una fortaleza a la compresión promedio a los 28 días de curado de 193.33 kg/cm², una fortaleza a la flexión de 67.76 kg/cm² y un coeficiente de permeabilidad igual a 10.88 mm/s, valores adecuados para la función del concreto permeable como pavimento. Además, se concluyó que su producción es incluso menor a la de un concreto convencional.

Jacinto (2021), en su informe de investigación titulado *“Diseño de mezcla de concreto permeable utilizando diferentes porcentajes de agregado fino y aditivos en la ciudad de Chiclayo”*, tuvo como propósito principal determinar la influencia de usar diversos dosis de material fino (a.f) y el aditivo SikaCem Plastificante en las características mecánicas e hidráulicas del concreto permeable, en agregado fino en dosis de 0, 5, 10, 15 y 20% y empleó SikaCem Plastificante en volúmenes de 250 mL y 500 mL por bolsa de cemento, con resultados de mejor características de 20% de a.f. y material grueso de ¾” y una relación de a/c de 0.30 se tiene una capacidad de drenaje de 22.4 Lt/m²/s, fortaleza la

compresión de 189.2 kg/cm² y empleando 500 mL de aditivo por bolsa de cemento mejora la capacidad de drenaje de 19.9 Lt/m²/s, la fortaleza a la compresión de 213.7 kg/cm², concluyó que el 20% de a.g y a.g de ¾” es el más idóneo empleando 500 mL de aditivo SicaCem Plastificante.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Concreto permeable.

El concreto permeable presenta una alta estructura de poros interconectados y por sus características y propiedades está ganando una gran acogida en muchas partes del mundo (Neithalath et al., 2010).

La ventaja principal y de relevancia que presenta es la capacidad que tiene para transportar un gran porcentaje de precipitaciones a través de su estructura, lo que permite la reducción de escorrentía de aguas de lluvia que se presentan (Omkar et al., 2010).

Este tiene una variedad de usos como pavimentos para distintas zonas urbanas, etc. Deben guardar una relación entre su resistencia u su permeabilidad para su adecuado funcionamiento durante su vida (Fernandez & Navas, 2012). Este material se fabrica con cemento portland con material recio y poca presencia de material fino y agua (Huang et al., 2009).

Presenta una estructura alta de poros interconectados entre sí. El contenido de vacíos que presenta generalmente se encuentra entre el 15% y el 35% aproximadamente, la estructura porosa y la interconectividad de los poros hace posible un sistema de drenaje. La facilidad de permeabilidad de un pavimento al agua está enlazada con el tamaño de agregado grueso, la variación de este se encuentra entre los valores de 81 a 730 l/mi/m² (Yahia & Kabagire, 2014).

El cemento Portland brinda consistencia al concreto permeable es un componente pulverizado que al agregar agua mezclado con grava o arena y diferentes materiales tiene como característica principal el fraguado y el endurecimiento del mismo (López, 2010).



Figura 1: Vista de pavimento de concreto permeable.
Fuente: (ARGOS, 2020)

1.3.2 Materiales usados en el concreto poroso.

El concreto poroso a desigualdad del concreto común o tradicional es un material que presenta un porcentaje mínimo de pasta y dependiendo del contacto de los agregados su resistencia, compuesto por: cemento o cementante, agua, aire y material pétreo recio y bajo o cero de material granular fino. Según el comité del ACI 522R-10, las proporciones usadas en el concreto permeable se resumen en la **Tabla 1**:

Tabla 1

Proporciones usuales en el concreto permeable

Cemento	Agua	Aire	Agregado
15-20%	5- 10%	18-35%	60-75%

Fuente: Comité ACI 522R-10

El concreto permeable debido a la presencia de grandes orificios entre el material recio (grueso) permite que el agua cuele fácilmente.

- **Cementante**

El material cementante utilizado generalmente es el cemento portland como aglutinante para el concreto poroso, además se puede utilizar diversos tipos considerando la ceniza volátil, cemento de escoria granulada y humo de sílice para pavimentos (ASTM C150/C150M-12, 2012; ASTM C595-08, 2008).

La cantidad de material cementante debe ser controlado ya que al incorporar mucho material cementante el concreto ganaría resistencia, pero perdería de manera considerable permeabilidad al agua por lo mismo es recomendable que en el diseño las cantidades de cemento varíen en el rango 270 y 415 kg/m³ (ACI 522r-10, 2010).

- **Agregados**

Los materiales pétreos son partículas que conforman parte del concreto que brindan ciertas características y propiedades al concreto, tales como estabilidad volumétrica y mejorar su durabilidad (Sequera et al., 2015).

Existen dos tipos de agregados: material pétreo fino y grueso, cabe resaltar que el material recio delgado es limitado en el diseño del concreto poroso, ya que afecta la interconexión de vacíos y reduce el porcentaje de filtración de agua. El material más usado en la preparación del concreto poroso es el material granular recio. La gradación del material granular que se va a utilizar debe consumar con las condiciones de la normativa ASTM C-33, que estipula que solo se podrá utilizar agregados de tamaño de 3/4" a 3/8" (19 y 9.5 mm) y la silueta del material pétreo suele ser angular o redondeado. La calidad de los agregados es de mucha importancia al igual que en concreto común. Se deben restringir las partículas alargadas y escamosas, deben estar aseadas y sin impurezas (ACI 522R-10).

- **Agua potable**

El agua, ejerce una etapa trascendente, mojar al cemento Portland, a través de reacciones químicas y, por consiguiente, las impurezas del líquido pueden causar con el proceso de fraguado del cemento, alterar negativamente la fortaleza del concreto o provocar muchas grietas en su superficie. Por estos argumentos, debería considerarse la calidad de agua para preparado y los fines del curado (Sequera et al., 2015).

La relación a/c de los concretos porosos son inciertamente bajas entre 0.26 a 0.40 ya que a mayor cuantía de líquido conducirá al drenaje de la pasta y luego a la congestión de los poros (ACI 522r-10, 2010).

- **Aditivos**

Los aditivos son utilizados para perfeccionar las cualidades y propiedades del concreto poroso que pueden ser incorporados antes o durante el mezclado (ACI 522r-10, 2010).

- Los aditivos reduccionistas de líquido que son utilizando teniendo en cuenta la relación a/c y que deben obedecer con la normativa ASTM C594.
- Retardantes que son utilizados para equilibrar y chequear la hidratación del material cementante, son utilizados generalmente cuando se trata de mixturas rígidas como el concreto permeable y ante todo en tratarse en climas cálidos.
- Los aditivos aceleradores cuando la aplicación del concreto poroso se realiza en zonas heladas.
- Los aditivos inyectoros de aire mayormente no son empleados en la elaboración de concreto permeable y su aplicación se da en ambientes capaces al hielo y deshielo y deben obedecer con lo estipulado en la normativa ASTM C260.

Para obtener una excelente proporcionamiento de concreto permeable, el ACI 522R-10 brinda los siguientes datos:

Tabla 2

Rangos recomendados de proporcionamiento de materiales en el concreto permeable

Material	Rango
Cementante, kg/m ³	270 a 415
Agregado grueso-cemento, en peso	4 a 4.5:1
Agregado, kg/m ³	1190 a 1480
Relación agregado fino-agregado grueso, en peso	0 a 1:1
Relación agua-cemento, en peso	0.26 a 0.45

Fuente: (López, 2010)

1.3.3 Aplicaciones del concreto permeable.

Tiene diversas aplicaciones por su gran ventaja de permeabilidad al agua (ACI 522r-10, 2010)

- Estacionamiento vehicular ligero.
- Ciclo pistas.
- Losas, pavimentos y placas en donde se requieran perfeccionar las cualidades de succión acústica.
- Pisos de invernaderos.
- Muros de corte donde se requiera cualidades de peso liviano o de excelente reclusión térmica.

- Láminas rígidas con drenaje abajo de áreas de centros comerciales.
- Capas de base para carreteras, caminos particulares, aeropuertos y calles urbanas.
- Estacionamiento o zonas de lavado de autos.
- Láminas de superficie de parques, losas deportivas o de tenis.
- Infraestructura de playas y estructuras de muros marinos.
- Losas de zoológicos o establos.
- Lechos de sedimentos en plantas para el tratamiento de aguas.
- Terraplenes de puentes.
- Evacuación de aguas



*Figura 2: Paso del agua a través de estructura de concreto permeable.
Fuente: (ARGOS, 2020)*

- **Ventajas y desventajas**

Las ventajas y desventajas de un concreto permeables son las siguientes:

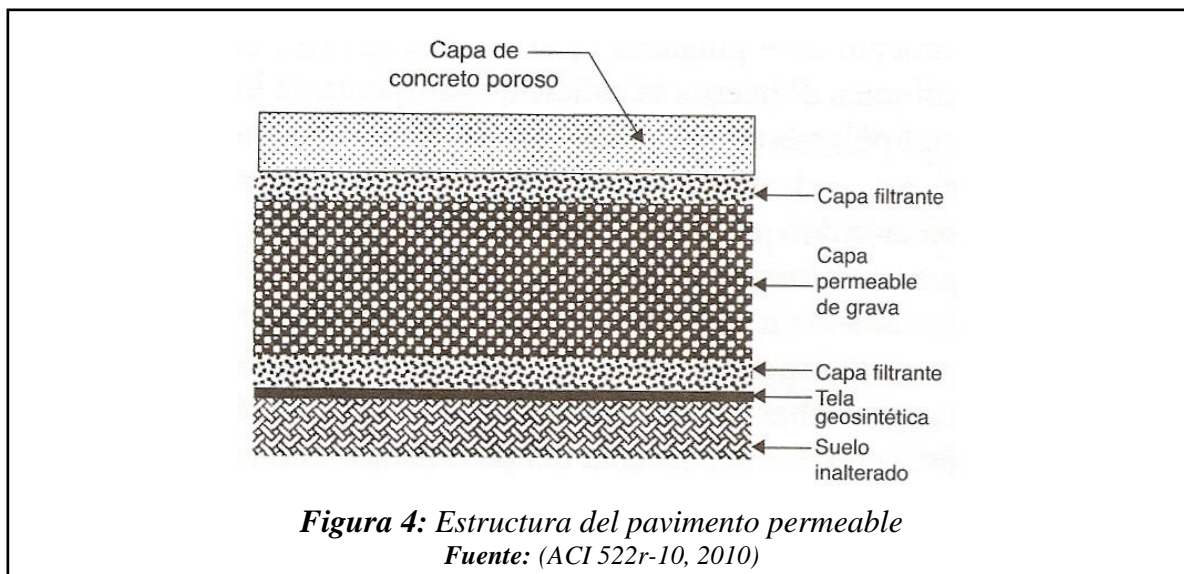
- **Ventajas:**
 - Suministra una tensión superior en este caso al carro y elude la hidroplaneación, “fenómeno físico que ocurre cuando los neumáticos no tienen contacto con el área del asfalto y emergen encima de película de H₂O. El transportista descuida de seguidamente la inspección de la dirección y el frenado del carro. Esto ocurre frecuentemente bajo situación de precipitación o por inundamiento A más velocidad, incrementa la posibilidad que ocurra la hidroplaneación” considerando condiciones adversas de conducción, como, nieve y lluvia.
 - Accede el deshielo con incremento de velocidad.

- La durabilidad es en el rango 20 a 40 años considerando cuando se haya elaborado una excelente instalación.
 - Fortaleza elevada debido al mínimo de cantidad de H₂O.
 - Baja contracción de sequía, sin la obligación de cortar el concreto.
 - No ocasiona fisuras y en caso de tener no tiene ninguna consecuencia significativa en la generalidad estructural del pavimento.
 - Alcanza fortalezas elevadas a 20 MPa y considerando diseños especiales, diseños estructurales, y procesos de colocado.
 - Empleo de diversas clases de cementantes como humo de sílice, ceniza volante y escoria de horno da como fruto de una creciente durabilidad, reducción de fisuras y permeabilidad.
- **Desventajas**
 - El diseño está orientado para el reemplazo de áreas no porosas eficientes, no para la utilización de lluvias desmesuradas.
 - No implica ser impuesto en áreas sometidas a aguas residuales, debido por ser altamente contaminantes a las aguas subterráneas.
 - El empleo es limitado a pistas con tránsito liviano, por lo que impone reducida fortaleza al desgaste.
 - No se aconseja su empleo cuando el estrato tenga una pendiente superior a 20%.
 - En ambiente helados se exhiben múltiples dificultades, tales como la impedición de esparcir sal o arena, pues obstruiría los orificios y arrastrarían los cloruros a las aguas subterráneas.
 - Congelamiento de la salida de infiltración.
 - Un precio alto que diversos pavimentos mientras en su periodo de montaje.
 - La incorporación equívoca de materiales para el sostenimiento puede perjudicar el concreto poroso.
 - Disminución de permeabilidad al transcurrir el período, debido a que se van obstruyendo los orificios vacíos con material pétreo fino, por lo que se necesita de una conservación a base de líquido a presión.
 - Nula ocupación de varillas de refuerzo pues exhibirá corrosión, provocado por la filtración de H₂O.



1.3.4 Parámetros para el diseño de un pavimento de concreto permeable.

El diseño de un pavimento se basa en un conjunto de estudios y procedimientos que deben cumplir con los criterios, cualidades y propiedades según las normativas. El diseño de mezclas para un concreto poroso estará de acuerdo a los dispuesto por el ACI 522r-10.



- **Selección de agregados**

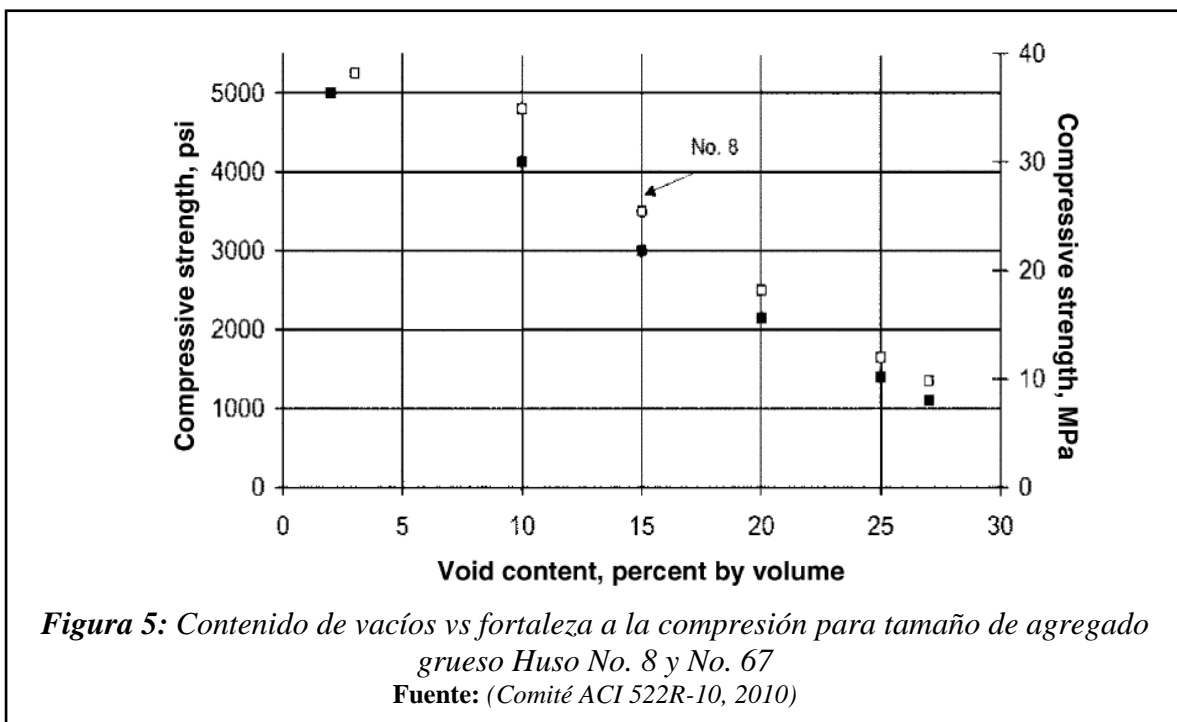
Los materiales pétreos gruesos utilizados en concreto permeable, su tamaño nominal de partícula se recomienda entre 3/8” a 3/4”. Priorizando que el tamaño de los agregados sea uniforme y de formas angulares para mejorar la permeabilidad de este.

- **Relación agua/cemento**

El enlace agua-cemento es un criterio relevante para la confección del concreto y analizar el porcentaje de huecos o poros en el material. Esta misma influye de manera importante en su retracción, durabilidad y su resistencia. El ACI recomienda relaciones de agua / cemento de 0.26 a 0.45.

- **Porcentaje de vacíos**

La cantidad de vacíos del concreto es el que rige en la firmeza y absorción del concreto permeable. La cantidad de vacíos (%) depende directamente del contenido de arena, la pasta cemento utilizada y fuerza de compactación. Los porcentajes recomendados para un concreto permeable son de 0 a 30%. En la **Figura 5** se puede examinar la relación que existe entre la cantidad de vacíos y la resistencia mecánica en los concreto permeable, siendo de utilidad para tener una idea de la fortaleza a la compresión de diseño que se pueda adquirir con un determinado % de vacíos optado.



- **Relación agregado-cemento**

Esta entre 4:1 - 4.5:1, pero varía dependiendo del tipo de agregado y deben cumplir con los requerimientos de capacidad de carga y permeabilidad.

- **Porcentaje de material grueso**

El volumen seco compactado de material granular recio está dado por la siguiente formula (ASTM C 29). Teniendo en cuenta el porcentaje de finos a utilizar en la mezcla, y la dimensión del material pétreo grueso, se puede establecer la relación b/b_0 , utilizando la **Tabla 3**.

$$b/b_0 = \frac{\text{Peso de Agregado grueso}}{\text{PUCS Agregado grueso}}$$

Ecuación 1. *Fórmula de volumen compactado seco de material recio en un volumen unitario de concreto*

Dónde:

b/b_0 : volumen compactado seco de material pétreo grueso en un volumen unitario de concreto.

b : Volumen de material pétreo grueso por unidad de volumen de concreto.

b_0 : Volumen de material pétreo grueso por unidad de volumen de agregado grueso.

Tabla 3

Valores efectivos de b/b_0

% de agregado fino	b/b_0		
	Huso No. 8 (3/8")	Huso No. 7 (1/2")	Huso No. 67 (3/4")
20	0.850	0.850	0.860
10	0.930	0.930	0.930
5	0.960	0.955	0.960
0	0.990	0.990	0.990

Fuente: (Jimenez, 2019)

- **Volumen de pasta (cemento y contenido de agua)**

La manera para la dosificación de mezclas en el concreto permeable se enlaza con el volumen del material cementante vital para contener unida las partículas de material pétreo, además se sustenta la estructura de vacíos precisa. La dosificación de material pétreo somete del peso unitario seco compactado y de las cifras de b/b_0 de la **Tabla 3**. Obtenido el volumen

de pasta con apoyo de la **Figura 6**, se escoge la rel. agua/cemento, analizando los pesos del líquido y del cementante por m³ conforme con las siguientes relaciones:

$$\text{Volumen de pasta} = \text{volumen de cemento} + \text{volumen de agua}$$

O bien:

$$V_p = (c / P. \text{ esp. } c) + (a / P. \text{ esp. } a)$$

Ecuación 2. *Fórmula de volumen de pasta*

Donde:

V_p: Volumen de pasta

c: peso del cemento por m³ de mezcla.

a: Peso del líquido por m³ de mezcla.

P. Esp. c: Peso específico del cementante.

P. Esp. a: Peso específico del líquido.

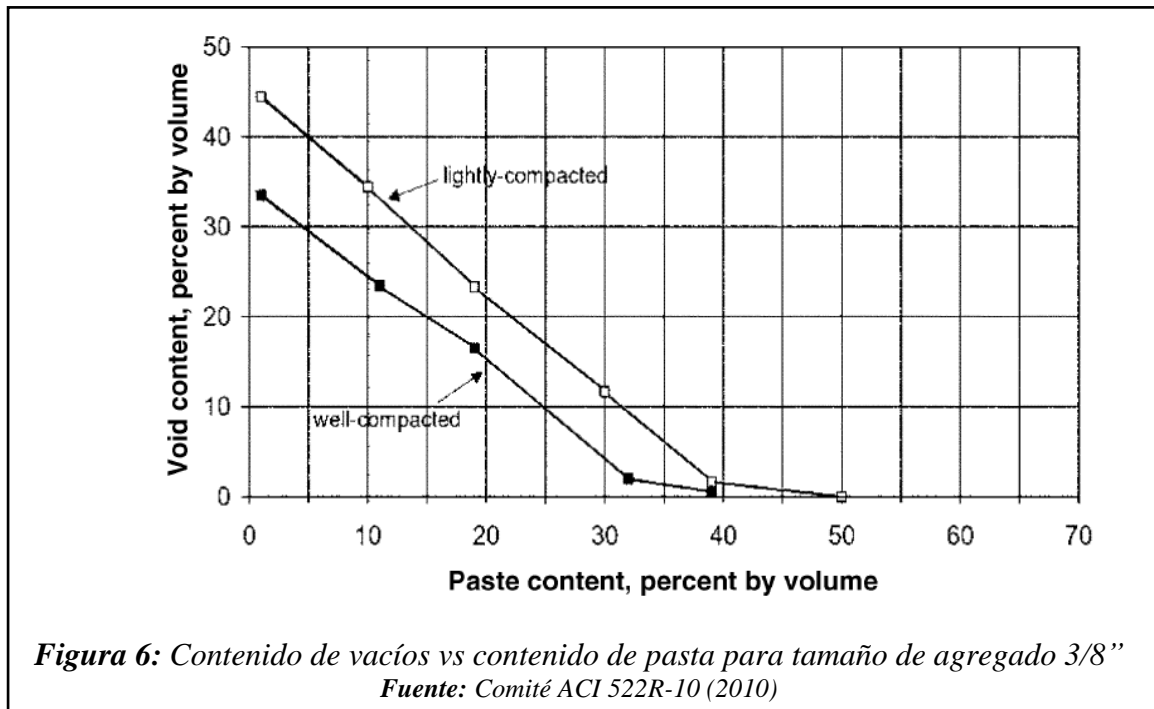
Siendo:

$$a = (R a/c) \times c$$

Ecuación 3. *Fórmula de Peso del líquido por m³ de mezcla*

Entonces el V_p se da de la siguiente manera:

$$\text{Volumen de pasta} = \left(\frac{c}{P. \text{ esp. } c \cdot 1000} \right) + \left(\frac{(R a/c)c}{P. \text{ esp. } a} \right)$$



- **Características del Concreto Permeable**

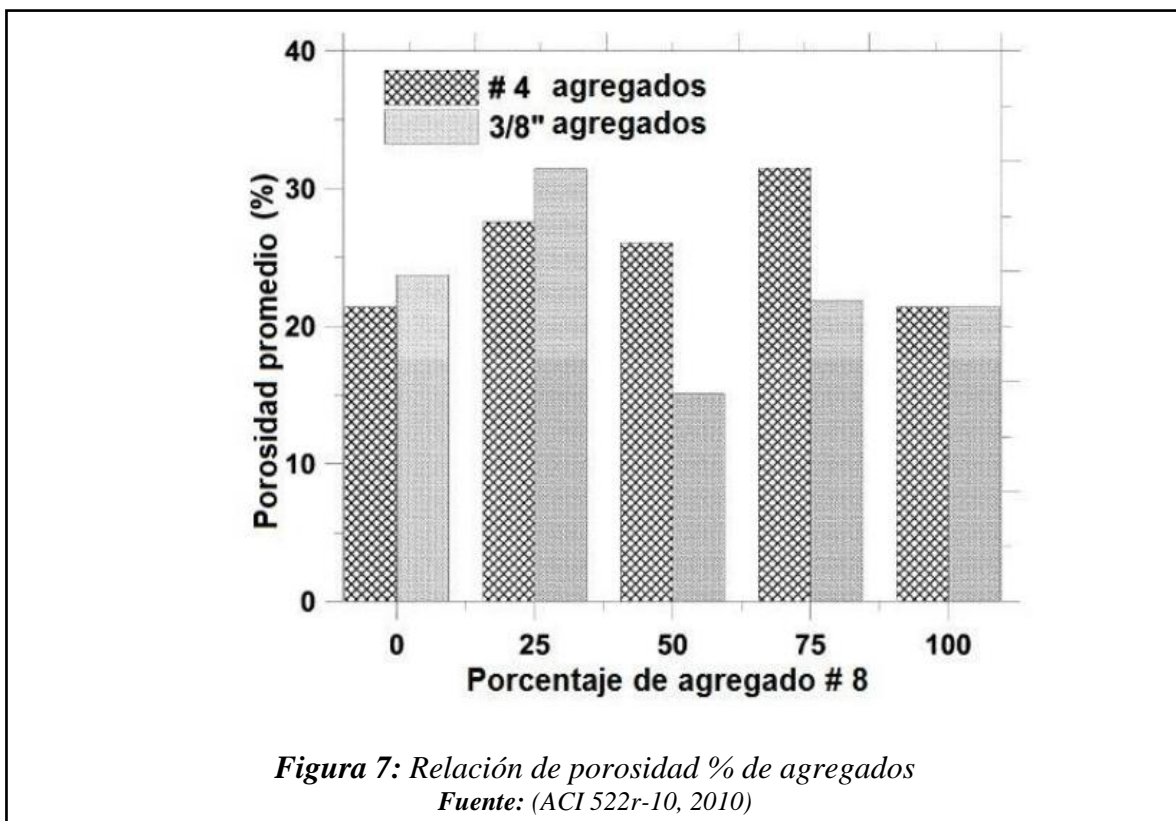
Las características del concreto poroso sujeto consideradamente de su porosidad o cantidad de vacíos, en tanto, además la cantidad del material cementicio, enlace agua/cemento, nivel de compactación, calidad y gradación de los agregados (ACI 522r-10, 2010).

Las principales propiedades de interés para diseñar pavimentos de concreto permeable por sus características estructurales y funcionales incluyen: fortaleza a la compresión, fortaleza a la flexión, vida útil a la fatiga, abrasión y fortaleza a la congelación y descongelación (Chandrappa & Prapoorna, 2016).

- **Contenido de Vacíos y Peso Unitario**

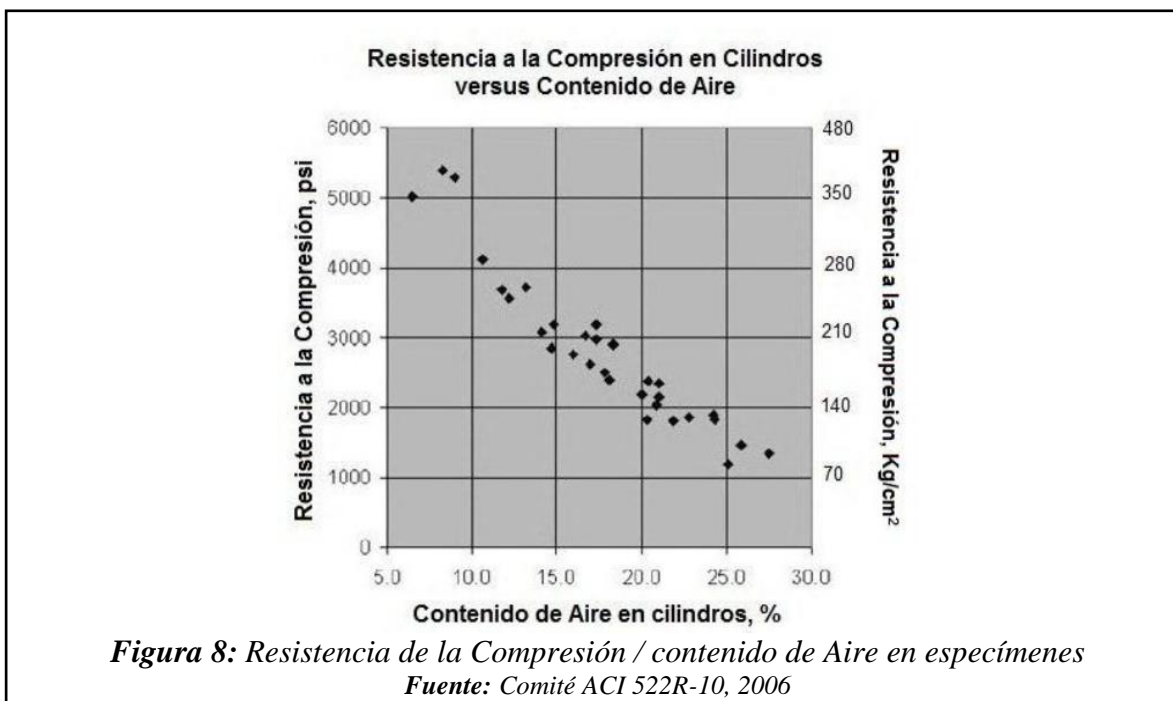
La densidad del concreto poroso fresco se logre analizar de modo la normativa y está derechamente enlazada con la cantidad de vacío de una mixtura propuesta (ASTM C1688, 2008).

El predominio de la granulometría del material pétreo en la permeabilidad de los ejemplares de concreto poroso elaboradas en laboratorio, como se muestra en la **Figura 7**.



Según Neithalath et al. (2010), una escala de permeabilidad se puede adquirir a través de la mixtura de materiales pétreos de dos dimensiones diversos. Se encarga considerar atención para consolidar de que la relación de dimensión de materiales pétreos (relación del diámetro del material pétreo superior a la de los más inferiores), no es muy superior cuando se emplea mixturas de material pétreo. Si la dosificación es muy elevada (por lo usual 2.5 o más), el mezclado más diminuto llena los vacíos dejados por el de mayor tamaño, disminuyendo la permeabilidad y, en consiguiente, la permeabilidad. No obstante, de las características mecánicas perfeccionadas empleando mixturas con elevados enlaces de dimensión, que regularmente no se sugiere ya que, el concreto poroso está calculado primeramente para la permeabilidad del líquido.

El esfuerzo de compactación mantiene una autoridad sobre la cantidad de vacíos, la porosidad y la densidad de una analizada mixtura de concreto poroso. Considerando ensayos de laboratorio en una sola mixtura de concreto poroso condensado con 8 diversos niveles de esfuerzo, se originan resultados de peso unitario en rango 1680 a 1920 kg/m³ (105 a 120 lb/pie³) (Meininger, 1988). La **Figura 8** presenta que este cambio del peso unitario y enlazado con la cantidad de vacíos puede conducir un impacto cuantificable en la fortaleza a la compresión del concreto porosa. Para la capacidad de pasta constante, la cantidad de vacío se comunica para ser servicio del esfuerzo de compactación, la forma y la textura de las partículas del material pétreo, y el variable de uniformidad del material pétreo (Crouch et al., 2006).



▪ Permeabilidad

La permeabilidad, que es una de las propiedades dependientes de la estructura de poros del hormigón permeable, también se ha considerado para estudiar las propiedades de los poros. La permeabilidad en función del tamaño del material pétreo, el nivel de compactación, la gradación y la cantidad de cemento variaron en la categoría de 0.1 a 2 cm / s (Chandrappa & Prapoorna, 2016).



Figura 9: La característica clave del concreto permeable es su estructura de poro abierto
Fuente: (ARGOS, 2020)

Esta permeabilidad se puede calcular mediante permeámetros de carga variable. La permeabilidad del concreto poroso, se consigue cuantificar través de permeámetros de carga voluble.

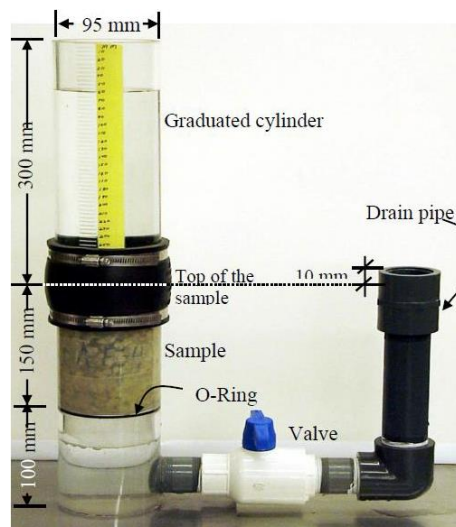


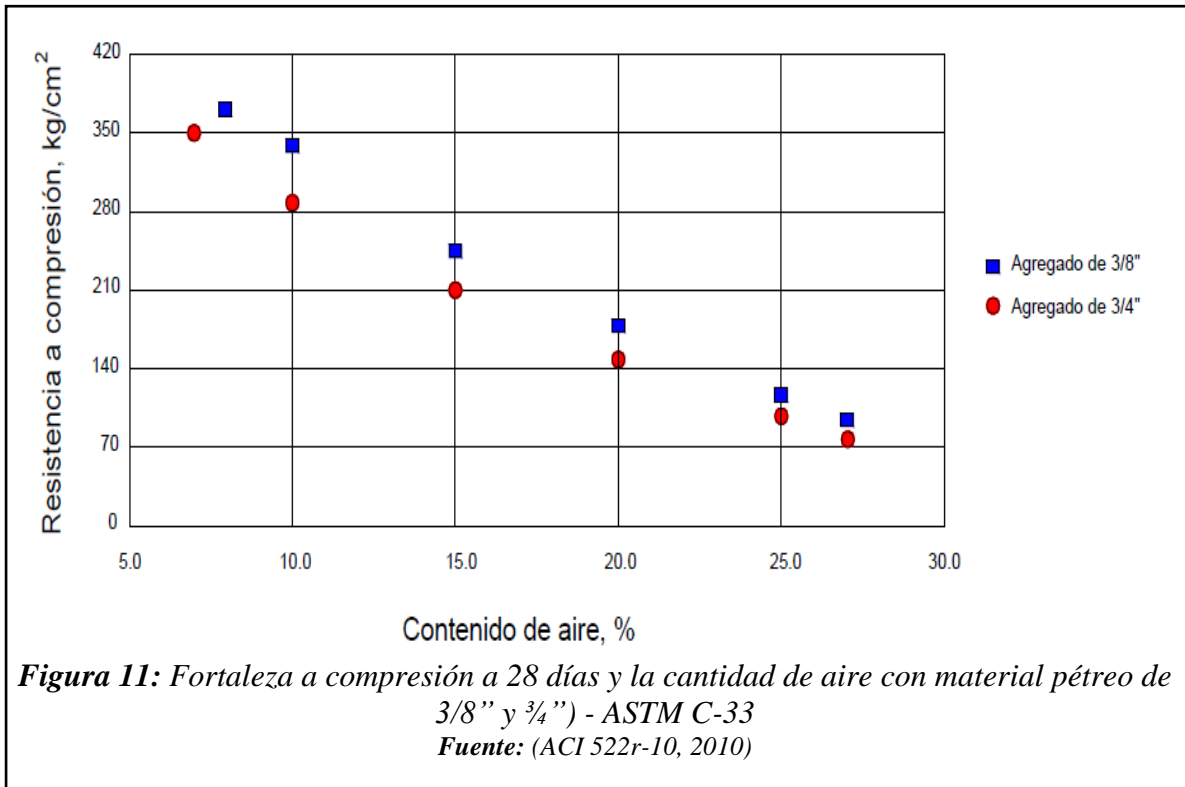
Figura 10: Permeámetro de carga variable para determinar la permeabilidad del concreto

Fuente: (Porras, 2017)

- **Resistencia o fortaleza a la compresión**

La fortaleza a presión es la facultad del concreto para aguantar una presión o carga axial hasta su falla y se cuantifica en kg/cm^2 a los veintiocho días de rotura (ASTMC-39).

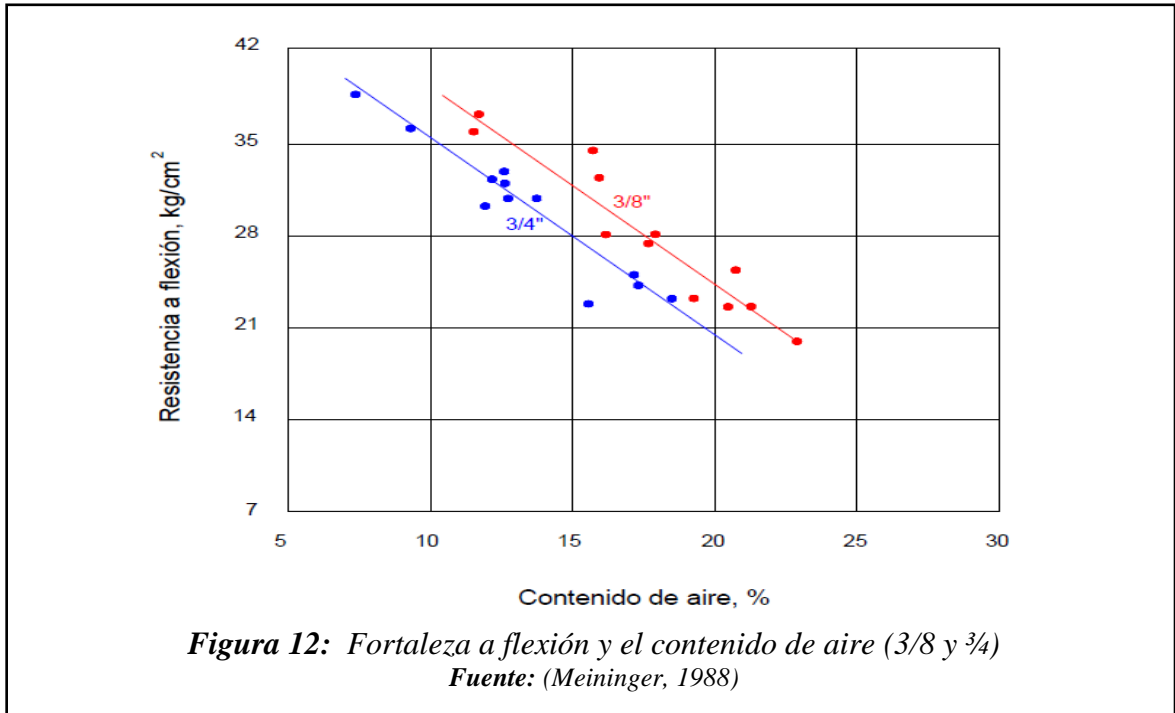
El (ACI 522R-10) refiere una variedad de circunstancias que afectan en la fortaleza a compresión del concreto en cuestión.



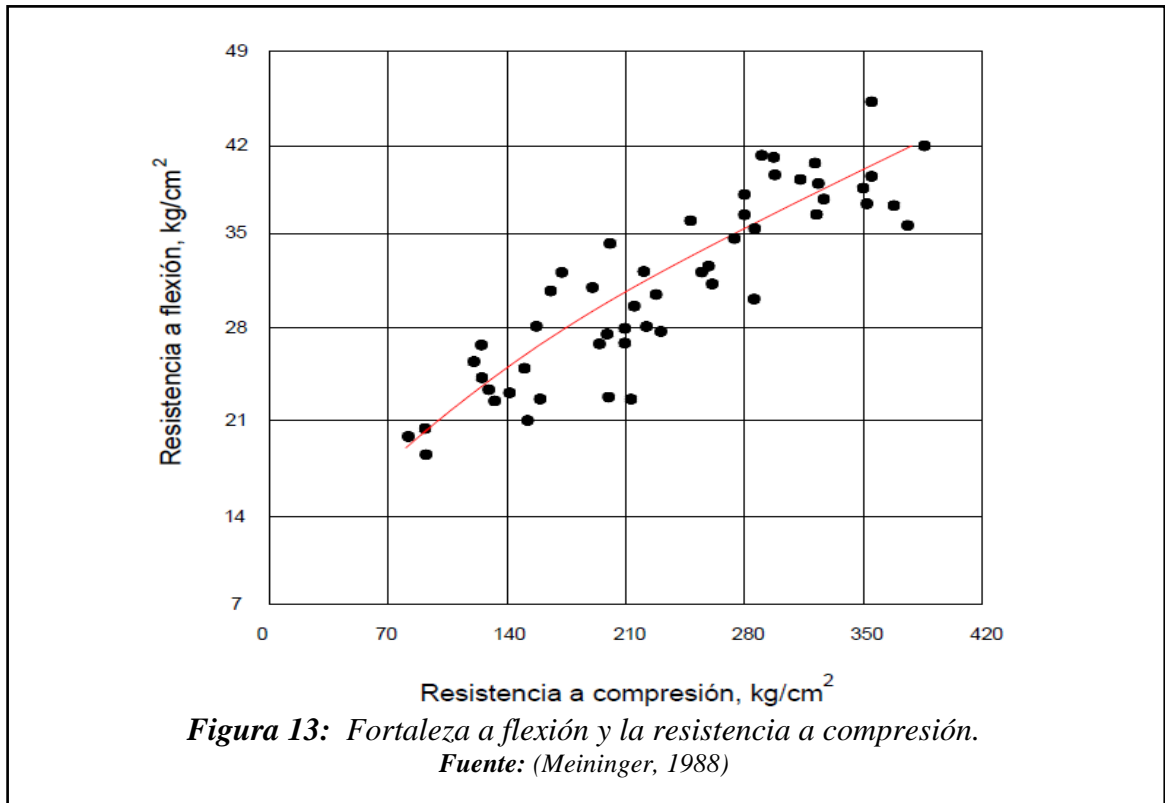
- **Resistencia o fortaleza a la flexión**

Es la facultad que en este caso el concreto manifiesta que, para determinar la fortaleza de la falla de una viga o losa de concreto, se determina por el módulo de rotura expresada en kg/cm^2 (ASTM C78-02, 2002; ASTM C293-02, 2002).

La **Figura 12** nos muestra el enlace entre la fortaleza correspondiente a flexión y la cantidad de orificios de aire.



En la Figura 13, indica el enlace entre la fortaleza a la compresión axial y flexión:



- **Durabilidad**

Es la capacidad de cumplir de manera adecuada su función durante su vida útil, teniendo una resistencia al desgaste, congelación descongelación.

- **Resistencia o fortaleza a la abrasión**

Es la facultad del concreto para aguantar y mantener su estructura cuando están expuestos a un alto desgaste sin que se vea afectado sus propiedades mecánicas.

- **Resistencia a los sulfatos**

Los sulfatos son los que más afectan al concreto permeable o común, ya que responden con los componentes hidratados en la pasta de cemento causando una alta presión que desintegra al concreto.

- **Normatividad**

- **Normas ASTM:**

- Ensayo de resistencia a la abrasión (ASTM C-131).
- Ensayo de porcentaje de absorción (ASTM C-127 y C-128).
- Ensayo de Contenido de humedad (ASTM D-2216)
- Ensayo de Peso Unitario (ASTM C-29-07)
- Ensayo de contenido de vacíos del concreto (ASTM C-1688-10).
- Ensayo del cono invertido - Métodos de prueba alternativos (ASTM C09-49).
- Método de ensayo para la preparación y curado de probetas cilíndricas de concreto (NTP ASTM C 31)
- Ensayo de Resistencia a la Compresión (ASTM C-39)
- Ensayo de Resistencia a la Flexión (ASTM C-78 ó ASTM C-293).
- Ensayo de permeabilidad (ASTM D5084).
- Requisitos de los Agregados. (ASTM C-33 y ASTM D-448)
- Cemento Portland. (ASTM C-150, ASTM C-595 ó ASTM C-1157)
- Especificaciones para aditivos químicos disminuidores de agua, retardantes y acelerantes. (ASTM C-494-08)
- Especificaciones para aditivos adicionadores de aire (ASTM C-260-08)

- **Normas Técnicas del ACI:**
 - Norma ACI. 522R-06, 2006: Ensayo de Permeabilidad.
 - Norma ACI 301: Calidad del Agua.
 - Norma ACI 211.3: Recomendaciones para los diseños de mezclas de concreto poroso.
- **Normativa Técnica Peruana:**
 - NTP 339.033: Método de ensayo para la preparación y rociado de probetas cilíndricas de concreto.
 - NTP 334.001:2001: CEMENTOS: Definición y nomenclatura.
 - NTP 400.010,2001: AGREGADOS: Extracción y preparación de las muestras.
 - NTP 400.037,2001: AGREGADOS: Especificaciones normalizadas para agregados en hormigón (concreto).
- **Definición de términos básicos**

- **Abrasión**

Desgaste mecánico de materiales pétreos y rocas resultante de la fricción y/o impacto (Guizado y Curi, 2017).

- **Absorción**

desarrollo por el cual el agua es arrastrado dentro de un componente sólido poroso y tiende a llenar los orificios del mismo; además se sabe así el creciente de la masa de un cuerpo sólido poroso como resultado de la inclusión del agua dentro de sus poros (Oblitas, 2021).

- **Agregado**

Es un componente que es parte de la elaboración del concreto (agregado fino grueso) (Oblitas, 2021).

- **Agregado grueso o material recio**

Es uno de los primeros materiales del concreto, está compuesto por roca o material pétreo triturada obtenido de las fuentes previamente seleccionadas para certificar su calidad (Porras Morales, 2017).

- **Acción capilar**

manifestación de un cuerpo sólido de llamar y hacer elevar por sus paredes, hasta cierto lindero, el líquido que las moja, como el agua, y de repeler y formar en su alrededor un orificio o vacío con el agua que no las moja, como el mercurio (Gaedicke et al., 2015).

- **Cemento**

El un material que sirve para crear una mixtura uniforme, flexible y plástica que fragua y se solidifica espontáneamente en contacto con el aire (ASTM C150, 2012).

- **Concreto permeable**

El hormigón poroso es una mixtura de material pétreo, cemento, líquido, y poca arena. Además, nombrado como concreto "Sin finos" o "Poroso", esta mixtura crea un esqueleto de célula abierta, accediendo al líquido de lluvia hasta cernir al suelo subyacente (Huang et al., 2020).

- **Consistencia**

Es la fortaleza que ofrece el concreto fresco a la deformación, es la firmeza de la mezcla siendo una medida, el grado de asentamiento (Li et al., 2017).

- **Escorrentía**

Líquido (agua) de lluvia que transcurre por la superficie del terreno (Huang et al., 2020).

- **Fraguado**

Es el proceso mediante el cual la mixtura de concreto pasa por un estado inicial en donde se vuelve difícil de manejar, siendo apreciable en este estado el comienzo del endurecimiento de la mezcla hasta alcanzar su endurecimiento final (Chandrappa & Prapoorna, 2016).

1.4 Formulación del problema

¿De qué manera se desempeña el concreto permeable como propuesta para mitigar las inundaciones de aguas pluviales en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque?

1.5 Justificación e importancia del estudio

1.5.1 Justificación Técnica.

Como una solución alternativa el diseño de pavimentos permeables que por su comportamiento estructural permiten el paso del líquido a través de su esqueleto

funcionando como un sistema de drenaje y logrando mitigar los problemas de inundación que se originan en las ciudades o zonas urbanas por las aguas pluviales.

1.5.2 Justificación Socio-Económica.

El estudio se justifica socialmente, debido que la población será la que se beneficie directamente al implementar el diseño de concreto permeable propuesto en la investigación, evitando problemas de transitividad por las inundaciones de aguas pluviales en épocas del fenómeno del niño. Económicamente, debido a que no se detiene las actividades económicas que se da gracias a las vías pavimentadas de la ciudad. A parte de representar un menor costo de construcción, ya que se evitar el gasto que representa construir la infraestructura de un sistema de drenaje.

1.5.3 Justificación Ambiental.

Se justifica, debido a que la implementación del concreto permeable brinda un arreglo directo a la problemática ambiental de las inundaciones provocadas por aguas pluviales.

1.6 Hipótesis

El diseño del concreto permeable tiene un desempeño óptimo para mitigar las inundaciones provocadas por las aguas pluviales en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo General.

Evaluar el desempeño del concreto permeable como propuesta para mitigar las inundaciones de aguas pluviales en la ciudad de Chiclayo – Lambayeque.

1.7.2 Objetivos específicos.

1. Determinar las zonas más inundables de la ciudad de Chiclayo utilizando los mapas de inundaciones del Instituto Nacional de Defensa Civil.
2. Determinar las características físicas de los agregados utilizados en los diseños de mezcla.
3. Realizar los diseños de mezclas para un concreto permeable con 3 relaciones agua – cemento: 0.25, 0.35 y 0.45 y dos tipos de agregado grueso de tamaño de partícula: ½” y ¾”.
4. Evaluar las propiedades físico (asentamiento, peso unitario, contenido de vacíos y temperatura), de los distintos diseños de mezclas de concreto permeable obtenidos en laboratorio.

5. Evaluar las propiedades mecánicas (compresión axial y flexión), de los distintos diseños de mezclas de concreto permeable obtenidos en laboratorio.
6. Evaluar las propiedades hidráulicas (permeabilidad), de los distintos diseños de mezclas de concreto permeable obtenidos en laboratorio.
7. Seleccionar el óptimo diseño con mejor desempeño para mitigar las inundaciones de aguas pluviales en la ciudad de Chiclayo.

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

2.1.1 Tipo de investigación.

Este estudio se considera con enfoque **cuantitativa** preciso al acopio y estudio de datos que son necesario para resolver la formulación de la dificultad del estudio, con propósito de tipo **aplicativa**, para ver el efecto que causa el empleo de diversos tamaños de material pétreo grueso en la preparación de concreto permeable (Borja, 2016).

2.1.2 Diseño de investigación.

El diseño del estudio es de tipo **cuasi experimental**, necesario a que el estudio está compuesto por una situación de control donde se hace uso, de forma deliberado, una o varias V.I (causas) para distinguir las deducciones de tal uso sobre una o más V.D (efectos) (Fresno, 2019). Se ejemplifica la estructura de la investigación en el siguiente esquema:

$$\begin{array}{c}
 X \rightarrow Y \\
 Gp_1 \text{ -----} \rightarrow Px_1 \text{ -----} \rightarrow Ox_1 \\
 Gp_2 \text{ -----} \rightarrow Px_2 \text{ -----} \rightarrow Ox_2 \\
 Gp_3 \text{ -----} \rightarrow Px_3 \text{ -----} \rightarrow Ox_3
 \end{array}$$

Donde:

Gp_{1-3} : Grupo de pruebas

Px_1 : Prueba experimental 1, relación $a / c = 0.25$ con TMN de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

Px_2 : Prueba experimental 1, relación $a / c = 0.35$ con TMN de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

Px_3 : Prueba experimental 1, relación $a / c = 0.45$ con TMN de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

Ox_{1-3} : Observaciones de los resultados de las distintas relaciones a / c con $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

2.2 Población y muestra

2.2.1 Población.

La población en este informe de investigación, serán los diseños de mezcla de concreto permeable elaborado a partir de diversas proporciones de materiales pétreos y relaciones agua / cemento, en base a probetas de concreto poroso.

2.2.2 Muestra.

Como muestra en esta investigación se tomaron los testigos de concreto permeable, tanto cilíndricos como prismáticos, elaborados a partir de los diseños de concreto permeable, tanto con agregado grueso de 1/2" como con agregado grueso de 3/4", usando 3 diferentes relaciones agua-cemento por cada uno. Con tiempos de curado de 7, 14 y 28 días de los testigos de concreto permeables antes de ser ensayo, se contabilizó un total de 126 testigos de concreto permeable como muestra de la presente investigación.

El número total de testigos a elaborar se encuentra detallado en la **Tabla 4**, para los diseños de concreto permeable con agregado grueso 3/4", y la **Tabla 5** para los diseños con agregado grueso de 1/2"; por abreviación los diseños se denominarán C. PERM-AG. 3/4" y CPERM-AG. 1/2" respectivamente.

Tabla 4

Cantidad de testigos de concreto permeable a elaborar para el diseño CPERM-AG 3/4"

Forma de testigo	Ensayo a realizar	Días de curado	Relaciones agua / cemento			Sub Total de testigos	Total
			Ra/c 0.25	Ra/c 0.35	Ra/c 0.45		
Cilíndrico	Resistencia a la compresión axial	7	3	3	3	9	27
		14	3	3	3	9	
		28	3	3	3	9	
	Permeabilidad	28	3	3	3	9	9
Prismático	Resistencia a la flexión	7	3	3	3	9	27
		14	3	3	3	9	
		28	3	3	3	9	
Total de testigos para concreto permeable con agregado grueso 3/4"							63

Fuente: Autoría propia

Tabla 5*Cantidad de testigos de concreto permeable a elaborar para el diseño CPERM AG ½”*

Forma de testigo	Ensayo a realizar	Días de curado	Relaciones agua / cemento			Sub Total de testigos	Total
			Ra/c 0.25	Ra/c 0.35	Ra/c 0.45		
Cilíndrico	Resistencia a la compresión axial	7	3	3	3	9	27
		14	3	3	3	9	
		28	3	3	3	9	
	Permeabilidad	28	3	3	3	9	9
Prismático	Resistencia a la flexión	7	3	3	3	9	27
		14	3	3	3	9	
		28	3	3	3	9	
Total de testigos para concreto permeable con agregado grueso 1/2"							63

Fuente: Autoría propia

2.3 Variables, Operacionalización

2.3.1 Variable Independiente.

Como V.I., Mitigar las inundaciones de aguas pluviales en la ciudad de Chiclayo.

2.3.2 Variable Dependiente.

Como V.D. se estableció al concreto permeable.

2.3.3 Operacionalización.

La operacionalización se detalla en la **Tabla 6** para la V.I., y en la **Tabla 7** para la V.D.

Tabla 6*Matriz de operacionalización de variable independiente.*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO	Zona inundable	Sectorización de zona inundable	Adimensional	Guía de observación de documentos y recolección de datos
	Propuesta de diseño	Relación agua / cemento	Adimensional	Guía de observación de documentos y recolección de datos

Fuente: Autoría propia

Tabla 7

Matriz de operacionalización de variable dependiente.

VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADOR	ITEM	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
CONCRETO PERMEABLE	Características físicas de los agregados pétreos	Granulometría	ASTM C136 / NTP 400.012	Guía de observación de documentos y recolección de datos		
		Peso Unitario Suelto y Compactado	kg/m ³			
		Contenido de humedad	Porcentaje (%)			
		Peso específico y absorción	gr/cm ³			
		Absorción	Porcentaje (%)			
		Contenido de materiales finos	Porcentaje (%)			
		Desgaste por Abrasión	Porcentaje (%)			
		Contenido de terrones y partículas desmenuzables	Porcentaje (%)			
		Diseño de mezcla	Relación agua / cemento		Adimensional	Guía de observación de documentos y recolección de datos
		Propiedades Físicas	Ensayo de temperatura		°C	Guía de observación de documentos y recolección de datos
Ensayo de peso unitario	kg/m ³					
Ensayo de contenido de vacíos	Porcentaje (%)					
Ensayo del cono invertido (Abrams)	cm					
Propiedades Mecánicas	Ensayo de resistencia a la compresión	kg/cm ²	Guía de observación de documentos y recolección de datos			
	Ensayo de resistencia a la flexión	kg/cm ²				
Propiedades Hidráulicas	Ensayo de Permeabilidad	ASTM D5084	Guía de observación de documentos y recolección de datos			

Fuente: Autoría propia

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

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

- **Observación**

Se evaluará el impacto que den las distintas relaciones agua/cemento en el cálculo de diseños de concreto permeable ejecutadas en el laboratorio y se tomará anotación de los resultados obtenidos, empleándose como técnica la observación directa.

- **Consultas bibliográficas**

Se consultará artículos indexado de distintas bases de datos, así como también se hará uso de tesis, libros, revistas, investigaciones y normativas que contengan información del tema en cuestión.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

- **Guía de observación**

El presente estudio de investigación tiene como guías de observación directa a las plantillas de cálculo donde el investigador procesará toda la información adquirida de los ensayos a realizar.

- **Guía de análisis de resultados**

Se incluye toda la normativa correspondiente a cada uno de los ensayos a realizar en la investigación, incluyendo normas extranjeras como ASTM y ACI y normas nacionales como la Norma Técnica Peruana.

2.5 Procedimiento de análisis de datos

2.5.1 Diagrama de flujo de procesos

El esquema de flujo de sucesiones el esquema donde se detalla todas las etapas realizadas para obtener los valores de la investigación y comprobar la veracidad de la hipótesis planteada, tal diagrama se encuentra planteado en la **Figura 14**.

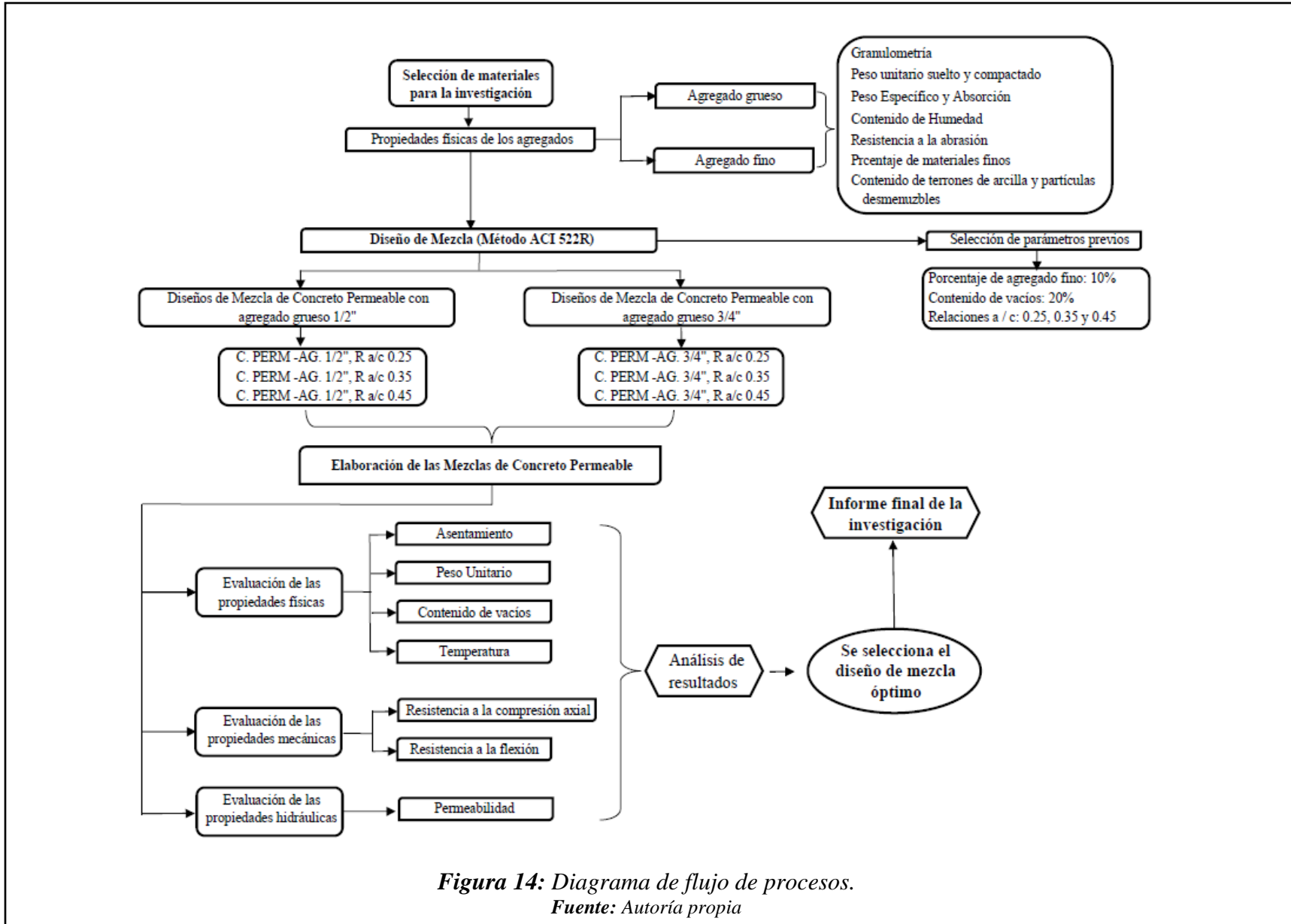


Figura 14: Diagrama de flujo de procesos.

Fuente: Autoría propia

2.5.2 Descripción de procesos

2.5.2.1 Extracción de los agregados utilizados en los diseños de mezcla

Para la elección de los componentes pétreos al usar en la preparación del concreto poroso se tuvo en cuenta factores como la distancia o costo. El material pétreo fino fue seleccionado la cantera “Pátapo- La Victoria”, mientras que, para los agregados gruesos, tanto para piedra chancada de ½” y piedra chancada ¾”, se extrajeron de la cantera “Pacherres”.

2.5.2.2 Selección de cemento

El cemento utilizado en el estudio se trató del cemento Pacasmayo Tipo I, cuyas especificaciones técnicas se solicitaron directamente a la empresa Pacasmayo en la sede de Lambayeque, las cuales se encuentran anexadas en el capítulo Anexos.

2.5.2.3 Agua

El elemento acuoso utiliza fue del laboratorio de materiales “LEMS W&C EIRL”, ubicado en carretera a Pimentel – Chiclayo, y el agua potable garantizada por EPSEL del mismo laboratorio y aditivo plastificante Sikament®-290N - SIKA.

2.5.2.4 Ensayos aplicados a los agregados

1. Análisis granulométrico (ASTM C-136).

Este ensayo es utilizado tanto para material pétreo (piedra chancada) y material pétreo (arena), del cual se obtiene el módulo de fineza y el tamaño máximo nominal sujeto a la NTP 400.012 o ASTM C136.

▪ Equipamiento y herramientas

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr
- Tamices reglamentarios
- Taras y horno de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

▪ Procedimiento

- Se adquirió una muestra de cada material.
- Las muestras fueron secada al horno durante 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Después de cuarteos sucesivos se pesó la muestra inicial a ser utilizada para el tamizado.

- La muestra fue pasada por las mallas ordenadas de mayor a menor.
- Posteriormente se pesó el material retenido por cada tamiz y en el fondo
- Para finalmente realizar los cálculos respectivos y graficar la curva granulométrica.

▪ **Cálculos**

$$\%retenido = \frac{\text{peso retenido}}{\text{peso inicial}} * 100$$

Ecuación 4. *Fórmula de % retenidos en granulometría*

Donde:

$$\begin{aligned} \%retenido \text{ acumulado} &= \sum \%retenido \\ \%que \text{ pasa acumulado} &= 100 - \%retenido \text{ acumulado} \end{aligned}$$

2. Peso Unitario Suelto y compactado de los agregados (ASTM C-29)

Este procedimiento de ensayo accede analizar la densidad aparente (“peso unitario”) de material pétreo, tanto en su calidad compactada o suelta y calcular los orificios entre las partículas en los áridos finos, gruesos o mezclas de áridos, fundada en la misma determinación. Este proceso se atiende a los materiales pétreos que no superen las 5 pulg (125 mm) de TMN. Tiene como base normativa a la ASTM C29 y la NTP 400.017.

▪ **Equipamiento y herramientas**

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr
- Vara metálica lisa de diámetro 5/8” y 60 cm de longitud, cucharón metálico
- Molde cilíndrico

▪ **Procedimiento: Peso Unitario Compactado**

- Acumule un tercio del molde y nivele la superficie con la vara. Apisone la capa de material con 25 golpes de pisón repartido en forma pareja sobre la superficie. Llene el segundo tercio del recipiente y nuevamente nivele y apisone de la manera indicada. En tanto, llene la olla metálica hasta rebalsar. Nivele la superficie de los áridos con los dedos o con una vara de forma que las partículas más grandes de los áridos gruesos rellenen equilibradamente los espacios más grandes que aparezcan en la superficie.

- Al apisonar la 1ra capa, no se debe apisonar o golpear violentamente el fondo del recipiente. Al apisonar la 2da y 3ra capa, no obstante, sin que el pisón atraviese la capa previa de áridos.
- Determine la masa del recipiente con su contenido, y la masa del recipiente solo, e informe los valores aproximados a la 0,1 lb (0,05 kg) más cercana.

▪ **Procedimiento: Peso Unitario Suelto**

- Tiene que llenarse y rebalsar en el depósito, y se deja caer el material pétreo a una altura prudente como a uno 5 cm de altura.
- Luego nivele con un cucharón y enrasede el material que sobra.
- Realizelo en tres capas.
- Halle y pese el depósito más la muestra y anote el resultado.

▪ **Cálculos**

- Densidad de masa

$$D = \frac{Mm - Mr}{Vr}$$

Ecuación 5. Fórmula de densidad de masas

Donde:

D= Densidad del material (kg/m³)

Mm= Masa del material junto con recipiente (kg)

Mr= Masa del recipiente (kg)

Vr= Volumen del recipiente

3. Contenido de humedad (ASTM C-566)

Sujeto a las normativas NTP 339.185 o ASTM C-566, esta prueba nos permite comprobar la humedad que contiene la muestra de agregados. Esto se debe a que los agregados presentan ciertos espacios o vacíos dentro de su estructura conformada por el agua.

El método que utiliza este ensayo consiste en obtener una muestra humedad o natural para luego obtener una muestra seca mediante el calentamiento en un horno a altas temperaturas y así obtener el % contenido de humedad mediante la cantidad agua pérdida y la masa total de la muestra.

▪ Equipamiento y utensilios

- Balanza con sensibilidad de 0.1 gr.
- Horno de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tara metálica y cucharón o revolvedor

▪ Procedimiento

- Primero se pesa las muestras de agregados, según recomendaciones de la normativa en un recipiente metálico.
- Introducir las taras metálicas con la muestra de agregado en el horno durante 24 horas a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Retirar al día siguiente las muestras ya secas dejándolas secar y pesarlas.
- Hacer los cálculos para determinar el contenido del agua de cada muestra, así como el peso seco de la muestra.

▪ Cálculos

- Contenido de humedad

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Ecuación 6. *Fórmula de contenido de humedad (%)*

Donde:

W = Contenido de humedad (%)

W_w = Masa seca al horno (gr)

W_s = Masa humedad al natural (gr)

4. Peso específico y absorción (ASTM C-127 y ASTM C-128)

Ensayo realizado bajo los lineamientos de la NTP 400.021 o ASTM C-127 para el material granular recio, y la NTP 400.022 o ASTM C-128 para el material granular fino. La prueba tuvo como fin obtener el peso específico seco, saturado y aparente; y a su vez el porcentaje de absorción de los agregados.

▪ Equipamiento y herramientas (agregado fino)

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 gr.
- Picnómetro o fiola de 500cm³ de capacidad.
- Horno de 110°C ± 5°C
- Barra compactadora y molde tronco de 75mm de altura, 40mm de diámetro interior inferior y 90mm de diámetro interior superior.
- Tamiz N°4, embudo, pipeta y tara metálica.

▪ Procedimiento (agregado fino)

- El ensayo se realiza con el contenido que pasa el tamiz N°4, siendo lavado para librar de impurezas. Pesando una muestra de 500 gramos del material.
- Pesar el picnómetro vacío, el picnómetro lleno de agua hasta la marca, y anotar los datos.
- Colocar la muestra de 500 gr por medio de un embudo dentro del picnómetro, luego agitar la fiola con las manos, de tal manera que se supriman las burbujas de H₂O.
- Dejar reposar el picnómetro por una hora aproximadamente, para luego rellenar de agua nuevamente hasta la marca de los 500cm³ y volver a pesar el picnómetro.
- Luego, se vierte el contenido del picnómetro en una tara, y dejar reposar hasta que se sedimente. Sedimentado el material, con una pipeta, se extrae la mayor cantidad de agua, evitando perder las partículas finas.
- Después se colocará la muestra al horno durante 24 horas a una temperatura de 110°C ± 10°C. Pasado el tiempo se anotará el peso de la muestra seca al horno, para proceder con los respectivos cálculos.

▪ Calculos (agregado fino)

- Peso específico (gr/cm³)

$$pe = \frac{A}{B - C}$$

Ecuación 7. *Fórmula del peso específico del agregado fino*

- Peso específico de la masa saturada superficialmente seca (gr/cm³)

$$pe. s. s. s = \frac{B}{B - C}$$

Ecuación 8. *Fórmula de la masa saturada superficialmente seca del agregado fino*

- Peso específico aparente (gr/cm³)

$$pe. a = \frac{A}{A - C}$$

Ecuación 9. *Fórmula de peso específico aparente del agregado fino*

- Porcentaje de Absorción (%)

$$Ab = \frac{B - A}{A} \times 100 (\%)$$

Ecuación 10. *Fórmula de porcentaje de absorción del agregado fino*

Donde:

A = Peso de la masa seca (gr)

B = Peso de la masa saturada superficialmente seca (gr)

C = Peso del agua agregada al picnómetro (gr)

▪ **Equipamiento y herramientas (agregado grueso)**

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 gr.
- Canasta de malla metálica (con abertura máxima de 3.35 mm y capacidad de 4 a 7 Lts)
- Horno de 110°C ± 5°C
- Depósito de agua, suficientemente grande para sumergir la canastilla
- Tamiz N°4 y tara metálica.

▪ **Procedimiento (agregado grueso)**

- El ensayo se realiza con el material retenido que pasa por el tamiz N°4, siendo lavado para liberar de impurezas. Pesando una muestra de material según los rangos que recomienda la normativa.

- Colocar la muestra a secar en el horno durante 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$, y anotar su peso
- Inmediatamente después la muestra se sumerge en agua durante 24 horas a una temperatura ambiente. Luego se extraerá el material para ser secado superficialmente mediante una toalla y anotar su peso.
- La muestra se colocará en la canastilla sumergiéndose en el depósito de agua, y mediante un alambre anclado a la balanza, se tomará el peso de la muestra sumergida.

▪ **Calculos (agregado grueso)**

- Peso específico (gr/cm^3)

$$\text{pe} = \frac{A}{B - C}$$

Ecuación 11. *Fórmula de peso específico del agregado grueso*

- Peso específico de la masa saturada superficialmente seca (gr/cm^3)

$$\text{pe. s. s. s} = \frac{B}{B - C}$$

Ecuación 12. *Formula de peso específico de la masa saturada superficialmente seca del agregado grueso*

- Peso específico aparente (gr/cm^3)

$$\text{pe. a} = \frac{A}{A - C}$$

Ecuación 13. *Fórmula de peso específico aparente agregado grueso*

- Porcentaje de Absorción (%)

$$\text{Ab} = \frac{B - A}{A} \times 100 (\%)$$

Ecuación 14. *Fórmula de porcentaje de absorción del agregado grueso*

Donde:

A = Peso de la muestra secada al horno (gr)

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

C = Peso de la muestra saturada dentro del agua (gr)

5. Porcentaje de finos que pasan el tamiz N°200 (ASTM C-177)

Ensayo realizado bajo los lineamientos de la NTP 400.018 o ASTM C-177. El ensayo tiene como fin establecer el contenido material que pasa el tamiz N°200 en los agregados usados en la elaboración de concreto.

▪ Equipamiento y herramientas

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 gr.
- Agente humectante
- Recipientes o taras
- Horno de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tamiz normalizado N°200.

▪ Procedimiento

- Se diferencian dos procedimientos, el primero consiste en lavado con agua, y el segundo consiste en un lavado con agente dispersante.
- Elegido el procedimiento, se colocará la muestra a secar en el horno, el peso de la muestra será de 700 gr como mínimo.
- La muestra se lavará con agua, agitando de tal manera que se separen las partículas más finas por la malla N°200. El agua se vierte teniendo cuidado de no decantar las partículas gruesas.
- El proceso de lavado se repite por segunda vez, de tal manera que el agua se vea cristalina.
- El material se coloca en una tara metálica y puesta a secar en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, consecuentemente se registra el peso de la muestra para proceder con los cálculos. El porcentaje de finos debe ser menor o igual al 10% para ser aceptado.

▪ Cálculos

- Porcentaje de material pasante por el tamiz N°200

$$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100$$

Ecuación 15. *Fórmula del porcentaje de material pasante por el tamiz N°200*

Donde:

A = Porcentaje de material más fino que pasa por vía humedad (%)

P1 = Peso de la muestra seca original (gr)

P2 = Peso de la muestra después del proceso de lavado (gr)

6. Ensayo a la abrasión (ASTM C-131).

Este ensayo es una medida de la degradación o desgaste de los agregados minerales de granulometría estándar, este ensayo se realiza en un tambor que gira y cuyo material esta hecho de acero. Como referencia normativa se tiene a la NTP 400.019.

▪ Equipamiento y herramientas

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 gr.
- Máquina de abrasión Los Ángeles (30 rpm por 500 revoluciones)
- Recipientes o taras
- Horno de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Tamiz normalizado N°4.

▪ Procedimiento

- El material deberá ser lavado y secado en horno a una temperatura constante de $105-110^{\circ}\text{C}$, tamizadas según las mallas que se indican y mezcladas en las cantidades del método al que correspondan, según la Tabla 8 o Tabla 9.
- Pesar la muestra con precisión de 1 gr., para el caso de agregados gruesos hasta de $1\frac{1}{2}$ " y 5 gr. para material pétreo recio de tamaños mayores a $\frac{3}{4}$ ".
- Introducir la muestra junto con la carga abrasiva en la máquina de Los Ángeles, cerrar la abertura del cilindro con su tapa, ésta tapa posee empaquetadura que impide la salida de polvo fijada por medio de pernos. Accionar la máquina, regulándose la cantidad de revoluciones adecuadas según el procedimiento.
- Concluido el periodo de rotación, se saca la grava y se tamiza por la malla N°12.
- El componente retenido en el tamiz N°12 se lava y seca en horno, a una temperatura constante entre 105° a 110°C pesar la muestra con precisión de 1 gr.

Tabla 8*Peso de agregados y numero de esferas para agregados gruesos hasta 1 1/2"*

MÉTODO		A	B	C	D
Diámetro		Cantidad de material a emplear (gr)			
Tamiz	Retenido	-	-	-	-
1 1/2"	1"	1250±25	-	-	-
1"	3/4"	1250±25	-	-	-
3/4"	1/2"	1250±10	2500±10	-	-
1/2"	3/8"	1250±10	2550±10	-	-
3/8"	1/4"	-	-	2500±10	-
1/4"	N° 4	-	-	2550±10	-
N° 4	N° 8	-	-	-	5000±10
PESO TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10
N° de esferas		12	11	8	6
N° de revoluciones		500	500	500	500
Tiempo de rotación (minutos)		15	15	15	15

*Fuente: (ASTM C-131, 2001)***Tabla 9***Numero de esferas y peso para materiales gruesos (>3/4")*

MÉTODO		1	2	3
Diámetro		Cantidad de material a usar (gr)		
Pasa	Retenido	-	-	-
3"	2 1/2"	2 500±50	-	-
2 1/2"	2"	2 500±50	-	-
2"	1 1/2"	5 000±50	5 000±50	-
1 1/2"	1"	-	5 000±25	5 000±25
1"	3/4"	-	-	5 000±25
PESO TOTAL		10 000±100	10 000±75	10 000±50
N° de esferas		12	12	12
N° de revoluciones		1 000	1 000	1 000
Tiempo de rotación (minutos)		30	30	30

Fuente: (ASTM C-535, 2003)

- **Cálculos**

- Porcentaje de material perdido por abrasión

$$\text{Pérdida} = \frac{P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}}}{P_{\text{inicial}}} \times 100$$

Ecuación 16. *Fórmula de porcentaje de material perdido por abrasión*

Donde:

Pérdida = Porcentaje de material perdido por abrasión (%)

P_{inicial} = Peso de la muestra inicial (gr)

P_{final} = Peso de la muestra final, después del ensayo (gr)

7. Terrones de Arcilla y Partículas Desmenuzables (ASTM C-142)

Ensayo realizado bajo los lineamientos de la NTP 400.015 o ASTM C-142. El ensayo tiene como fin determinar la cantidad aproximada de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados.

- **Equipamiento y herramientas**

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 gr.
- Recipientes o taras
- Horno de 110°C ± 5°C
- Tamices normalizados.

- **Procedimiento**

- El material retenido por el tamiz N°200 después realizado el ensayo de porcentaje de finos, será el utilizado como muestra para realizar el ensayo. Adicionalmente se menciona que para agregado fino las partículas deben ser retenido por el tamiz N°16 y debe tener una masa menor a 25gr; en cambio para el agregado grueso se debe tener en cuenta la Tabla 10.
- Posteriormente las muestras se secan al horno, para luego ser colocadas de manera extendida en un recipiente y cubierta por agua destilada durante 24 h ± 4h.
- Únicamente usando los dedos de las manos, se procede a desmenuzar las partículas deleznable y los terrones de arcilla.

- Luego de disgregar todas las partículas designadas como terrones de arcilla y partículas deleznales, se procede a separar los detritos restantes por tamizado húmedo sobre los tamices que se indican en la Tabla 11.
- Consecuentemente, se remueven todas las partículas retenidas del tamiz, y secan a una temperatura de 110°C, se espera que se enfríe y se registra el peso.

Tabla 10

Cantidad mínima de muestra para agregado grueso

Tamaño de las Partículas entre los Tamices de:	Peso mínimo de la muestra de ensayo (gr)
4.75 - 9.5 mm (No.4 - 3/8")	1000
9.5 - 19.0 mm (3/8" - 3/4")	2000
19.0 - 37.5 mm (3/4" - 1½")	3000
Mayores de 37.5 mm (1½")	5000

Fuente: (NTP 400.015, 2002)

Tabla 11

Tamices a emplear para la separación de partículas

Intervalos de Tamaños de las Partículas que forman la muestra	Tamaño del tamiz para remover el residuo de terrones de arcilla y partículas deleznales
Agregado fino retenido sobre el tamiz de 1.18 mm (No.16)	8.50 µm (No.20)
4.75 - 9.5 mm (No.4 - 3/8")	2.36 mm (No.8)
9.5 - 19.0 mm (3/8" - 3/4")	4.75 mm (No.4)
19.0 - 37.5 mm (3/4" - 1½")	4.75 mm (No.4)
Mayor de 37.5 mm (1½")	4.75 mm (No.4)

Fuente: (NTP 400.015, 2002)

- **Cálculos**

- Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla

$$P = \frac{(M - R)}{M} \times 100$$

Ecuación 17. *Fórmula de partículas desmenuzables y terrones de arcilla*

Donde:

P = Porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla (%)

M = Masa de la muestra de ensayo (gr)

R = Masa de las partículas retenidas sobre el tamiz designado (gr)

2.5.2.5 Procedimiento para el diseño de mezclas de concreto permeable

El procedimiento para diseño de mezcla de un concreto permeable se encuentra establecido en la norma ACI 522r-10, en el presente informe los parámetros a tener en cuenta para el diseño de mezclas se encuentran redactados en el apartado 1.3.4.

A continuación, se enumeran los pasos a seguir que se emplearon en la siguiente investigación para establecer los diseños de concreto poroso.

Paso 1: Selección parámetros previos, tales como la dosis de material granular fina a emplear en la mixtura, la relación de agua / cemento a utilizar y el porcentaje de cantidad de vacíos que tendrá la mixtura de concreto permeable.

Paso 2: Verificación de la fortaleza mecánica del diseño, con la cantidad de vacíos seleccionado y la dimensión de partícula de agregado grueso, se puede obtener mediante el gráfico de la **Figura 7** la fortaleza a la compresión estimada de diseño.

Paso 3: Analizar el peso de material grueso y fino por m³ de concreto permeable. Establecido el porcentaje de material fino, se selecciona la relación b/bo extraída de la **Tabla 3** para proceder con el cálculo del peso de los agregados.

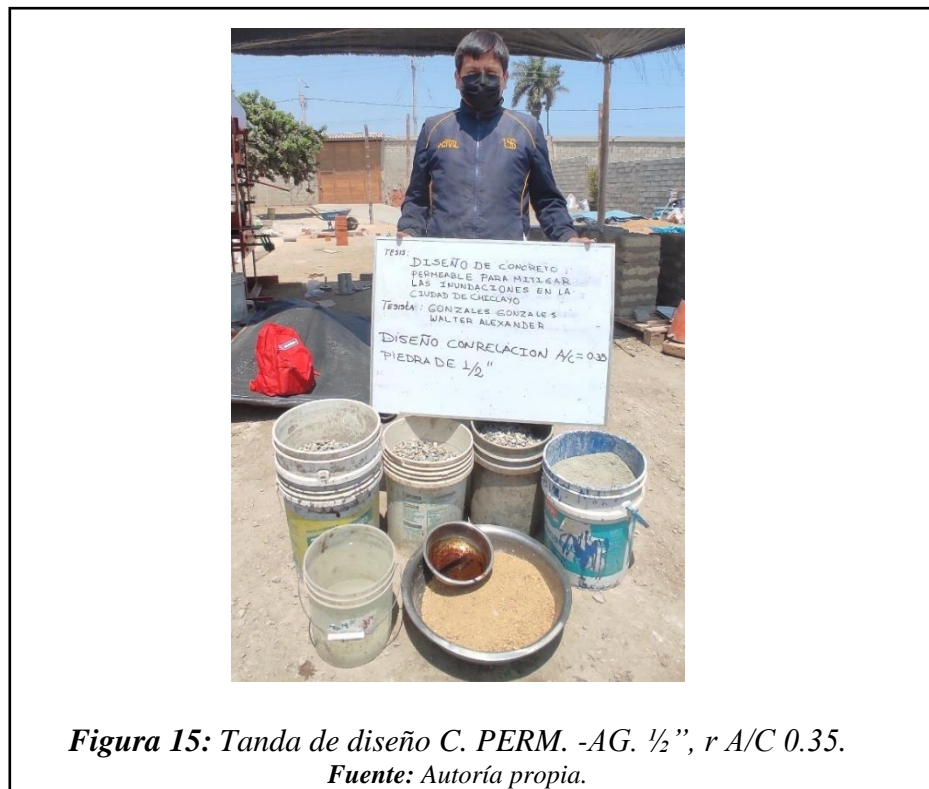
Paso 4: Selección del porcentaje de pasta de cemento y cálculo del volumen de pasta. Mediante el gráfico de la **Figura 8** se selecciona el contenido de pasta de cemento, para luego a proceder a calcular los pesos de cemento y agua a utilizar en el concreto permeable.

Paso 5: Cálculo de los volúmenes absolutos. Con los pesos saturados superficialmente secos obtenidos de cada material y los pesos específicos de estos, se procede a calcular los volúmenes absolutos.

Paso 6: Corrección por humedad y absorción. Tanto para el material grueso y el fino se corrige sus pesos con el contenido de humedad calculado de los ensayos de laboratorio; además, se calcula el agua efectiva de la mezcla teniendo en cuenta los valores de absorción de los agregados.

Paso 7: Diseño húmedo. Se resume todos los pesos corregidos por humedad y absorción de los materiales pétreos, además se calcula la cantidad de aditivo a usar en el diseño de mezclas.

Paso 8: Ajuste de tanda usando la mezcla de prueba. Realizada una mezcla piloto del diseño húmedo, se obtiene el peso unitario del concreto fresco, con el cual se calcula el rendimiento de la mezcla, utilizando este último para realizar el ajuste final de pesos para el diseño de mezcla. Se presenta tanto en peso de cada material por metro cubico de mezcla de concreto permeable, así como la proporción en volumen.



2.5.2.6 Ensayos físicos al concreto permeable

1. Ensayo de medición del asentamiento del concreto (ASTM C-143)

El método para la realización de este ensayo se encuentra en las normativas ASTM C-143 y NTP 339.035, teniendo como herramienta principal al Cono de Abrams, el cual permite medir la trabajabilidad del concreto fresco.

▪ Equipamiento y herramientas

- Cono de Abrams. De material férrico, con un espesor no sobrepasando a 1.14mm. Los diámetros de las bases tendrán medidas de 4” para la base menor, y 8” para la base mayor, teniendo una altura de 12”.
- Bandeja metálica.
- Cucharón metálico, mazo de goma.
- Varilla de acero lisa con punta roma (diámetro y longitud aproximado de 5/8” y 60cm respectivamente.
- Flexómetro graduado al milímetro.

▪ Procedimiento

- Previamente se calcula la suma de las masas (M_s) de todos los componentes a emplear en la mixtura de concreto permeable; así como también la suma de sus volúmenes de los componentes a emplear (V_s) para determinar la densidad teórica del concreto libre de aire (T).
- El cono de Abrams se humedece y es colocada de tal manera que el diámetro mayor se apoye sobre la plataforma metálica previamente nivelada.
- Consiste en llenar el cono (se debe mantener firme pisando los apoyos metálicos) con el concreto fresco, vaciándolo en 3 capas distintas, apisonando 25 golpes con la varilla de acero por cada capa.
- Luego se retira el molde de manera vertical, e inmediatamente se mide la altura de asentamiento con respecto a la altura del cono con la ayuda de la varilla de acero y el flexómetro.

2. Densidad y contenido de vacíos del concreto permeable. (ASTM C-1688).

El método de ensayo a seguir se basa en las disposiciones de las normativas ASTM C-1688 y NTP 339.230, teniendo como objeto hallar la densidad y el contenido de vacíos del concreto permeable.

▪ Equipamiento y herramientas

- Balanza electrónica con sensibilidad de 0.1 gr.
- Martillo Proctor Estándar
- Recipiente metálico de capacidad de $7 \text{ L} \pm 0.6\text{L}$
- Cucharón Metálico y Plancha niveladora.

▪ Procedimiento

- El recipiente utilizado para la densidad se humedecerá previamente al llenado con el concreto permeable fresco.
- El concreto se coloca en dos capas de aproximadamente la misma altura. Durante el vaciado remover con el cucharón para asegurar una segregación mínima. Cada capa se consolida el martillo Proctor 20 veces a una altura de caída de 12 pulg.
- Antes del llenado final del recipiente se llena el recipiente hasta rebosar, se retira el exceso y se culmina con la consolidación,
- Se realiza la nivelación de la muestra de concreto permeable con la ayuda de la plancha niveladora, enrasando la superficie.
- Se limpia todo el material excesivo del recipiente y se procede a pesar el recipiente con el contenido de concreto permeable.

▪ Cálculos

- Densidad teórica del concrete libre de aire

$$T = \frac{M_s}{V_s}$$

Ecuación 18. *Fórmula de densidad teórica del concreto libre de aire*

- Densidad o Peso Unitario

$$D = \frac{(M_c - M_m)}{V_m}$$

Ecuación 19. *Fórmula de densidad o peso unitario*

- Contenido de vacíos

$$U = \frac{(T - D)}{T} \times 100$$

Ecuación 20. *Fórmula de contenido de vacíos*

Donde:

M_s = Masa total de todos los materiales (kg)

M_c = Masa del recipiente (kg)

M_m = Masa del recipiente (kg)

V_m = Volumen del recipiente (m³)

V_s = Suma de los volúmenes absolutos de los materiales de la mezcla (m³)

T = Densidad teórica del concreto libre de aire (kg/m³)

D = Densidad o Peso Unitario (kg/m³)

U = Porcentaje de vacíos en el concreto permeable fresco (%)

3. Temperatura de la mezcla fresca (ASTM C-1064).

La temperatura del concreto en estado fresco, su medición está sujeta a las normativas ASTM C-1064 y NTP 339.184.

▪ **Equipamiento y herramientas**

- Dispositivo de medición de temperatura, capaz de medir temperatura de 0°C a 50°C, con exactitud $\pm 0.5^\circ\text{C}$

▪ **Procedimiento**

- La muestra de concreto se colocará en un recipiente humedecido, e insertar el dispositivo, de tal manera que el sensor se sumerja 75mm como mínimo.
- La lectura se hace dentro de 5 minutos después de la preparación de la mezcla, y el dispositivo de medición de temperatura se queda 2 minutos como mínimo para la realizar la lectura de temperatura.



Figura 16: Medición de la temperatura del concreto permeable.

Fuente: Autoría propia

2.5.2.7 Elaboración de las probetas y vigas de concreto permeable

Se elaboraron 3 diferentes tipos de testigos para las pruebas al concreto permeable en estado solidificado.

▪ Equipamiento y herramientas

- Molde cilíndrico de 100mm de D y 300mm de H para muestras cilíndricas para la prueba de fortaleza a la compresión axial.
- Molde cilíndrico de 100 mm de D y 200 mm de H para muestras cilíndricas para el ensayo de permeabilidad.
- Molde prismático de 150x150x450mm para la elaboración de vigas para la prueba de fortaleza la flexión.
- Martillo Proctor Estándar.
- Martillo de goma.
- Petróleo o lubricante para el desmoldeo.
- Badilejo para la nivelación de la superficie.

▪ Procedimiento

- Los moldes se llenan en tres capas de similar altura, y se compactan 25 veces con la herramienta Proctor regularizado por capa a una H similar altura de caída del martillo.
- Una vez lleno el molde, se pega ligeramente con la herramienta de goma

alrededor del molde, y se procede a enrasar y nivelar la superficie.

- Las probetas cilíndricas y prismáticas serán desmoldadas pasada 20 ± 4 h después del llenado de moldes.
- Inmediatamente después, colocar los especímenes en una piscina con agua a temperatura ambiente para el curado de estos.



Figura 17: Compactación de las probetas cilíndricas y prismáticas de concreto permeable.

Fuente: Autoría propia



Figura 18: Curado de probetas cilíndricas y prismáticas de concreto permeable.

Fuente: Autoría propia

2.5.2.8 Ensayos mecánicos al concreto permeable

1. Resistencia a la compresión (ASTM C-39)

Es el experimento más común aplicado al concreto permeable solidificado, es sencillo de elaborar y muchas características del concreto están enlazadas con sus fortalezas mecánicas. Los especímenes a utilizar tendrán como medidas 4" de D y 12" de H. La prueba se llevará a cabo según las directrices de la NTP 339.034 o ASTM C-39.

▪ Equipamiento y herramientas

- Máquina de Ensayo, conforme a los requisitos dispuestos en la NTP 339.034
- Vernier
- Placas metálicas

▪ Procedimiento

- Se hace lectura de las medidas de los diámetros y longitud de las muestras a experimentar.
- Se ubica la muestra entre las placas de neopreno, para luego ser colocada en el aparato de prueba, se aplica la presión constante y a una celeridad de 2.5 ± 0.5 .
- Una vez obtenida la fractura de la muestra, se registra el valor de la presión máxima alcanzada por el espécimen, para proceder con los cálculos

▪ Cálculos

- Cálculo del $f'c$

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

Ecuación 21. *Fórmula de cálculo de $f'c$ de resistencia*

Donde:

$f'c$ = Resistencia a la compresión del concreto (Kg/cm²)

P = Carga máxima aplica al testigo (kg)

A = Área de la sección transversal del testigo (cm²)



Figura 19: Rotura de probetas cilíndricas. Ensayo de resistencia a la compresión.
Fuente: Autoría propia

2. Resistencia a la flexión (ASTM C-78 o ASTM C-293)

El experimento de flexión es empleado para definir el proceder a la tensión del concreto, en cuenta de propagar de manera más acostumbrada como se da la falla por momento en elementos estructurales como vigas o losas. El ensayo de flexión se puede realizar según la ASTM C-78, donde la carga se aplica en los puntos tercios; o según las ASTM C-293 donde la carga es aplicada en el punto medio. Se utilizará especímenes de 150mm x 150mm x 450mm.

▪ Equipamiento y herramientas

- Máquina de Ensayo, conforme a los requisitos dispuestos en la NTP 339.034
- Vernier y regla
- Placas de acero

▪ **Procedimiento**

- Se hace lectura de las medidas de longitud, ancho y altura de la viga prismática, se hacen marcas en los puntos tercios de la longitud de la viga y a 2.5 cm a partir de los puntos de apoyo.
- La viga será colocada entre las placas metálicas, tanto superior como inferior, para luego proceder atribuir la carga con velocidades bajas hasta que consiga la rotura de la viga.
- Si la fractura de la viga se encuentra fuera del tercio central, se toma como valor de a, la medida desde centro medio de fractura hasta el punto de apoyo más próximo.

▪ **Cálculos**

- Cálculo del módulo de rotura. Si la rotura se empieza en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre, calculamos el módulo de rotura de la presente forma:

$$MR = \frac{P \times L}{B \times D^2}$$

Ecuación 22. *Fórmula de módulo de rotura (MPa)*

Donde:

MR= Módulo de Rotura, kg/cm² (MPa)

P = Máxima carga aplicada indicada por la máquina de ensayo, kg (N)

L = Longitud libre entre apoyos, cm (mm).

B = Ancho promedio de la muestra cm (mm).

D = Altura promedio de la muestra, cm (mm).



Figura 20: Rotura de vigas. Ensayo de resistencia a la flexión.
Fuente: Autoría propia

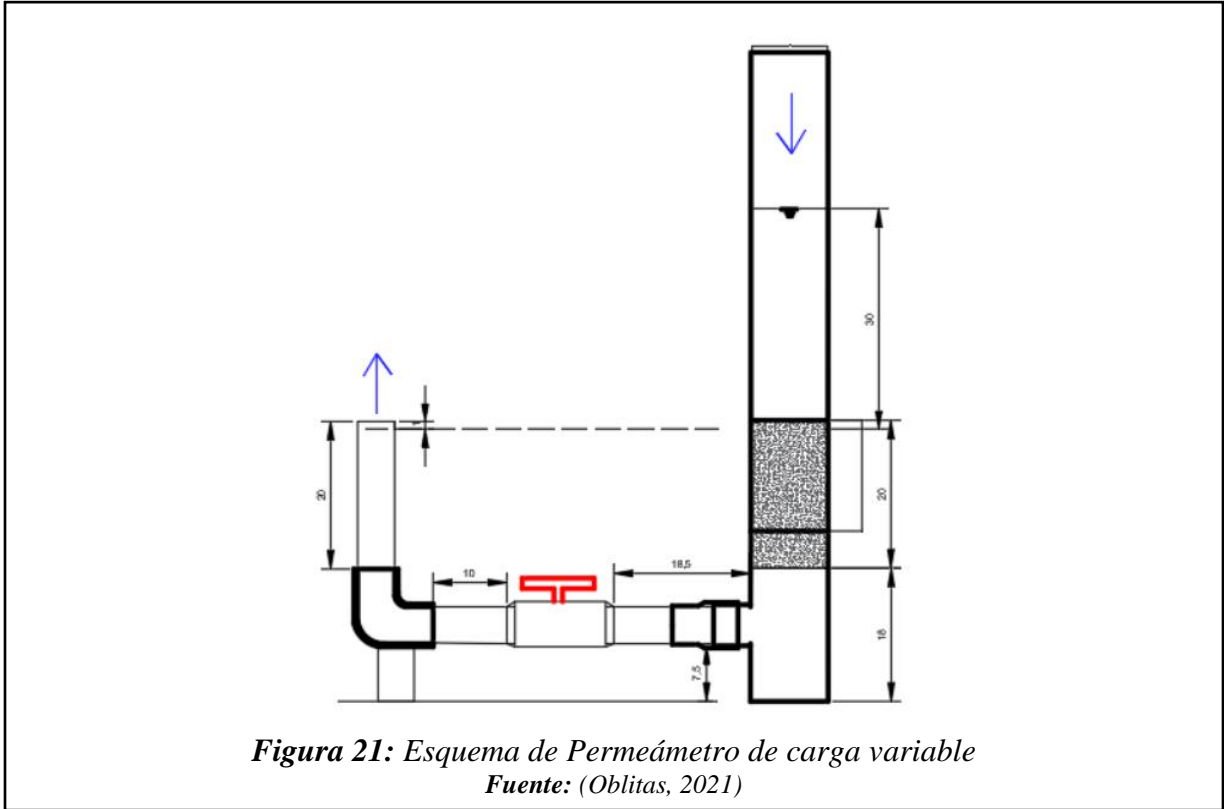
2.5.2.9 Ensayos para determinar las propiedades hidráulicas del concreto permeable

1. Ensayo de permeabilidad. (ASTM D5084)

Las pruebas más relevantes, porque va acceder percibir un criterio fundamental que es el coeficiente de permeabilidad, el cual distingue al concreto permeable, se usa un permeámetro de carga constante adecuada en el informe (ACI.522R-10, 2010), se prueban para muestras de 100mm de D por 200mm de H.

▪ Equipamiento y herramientas

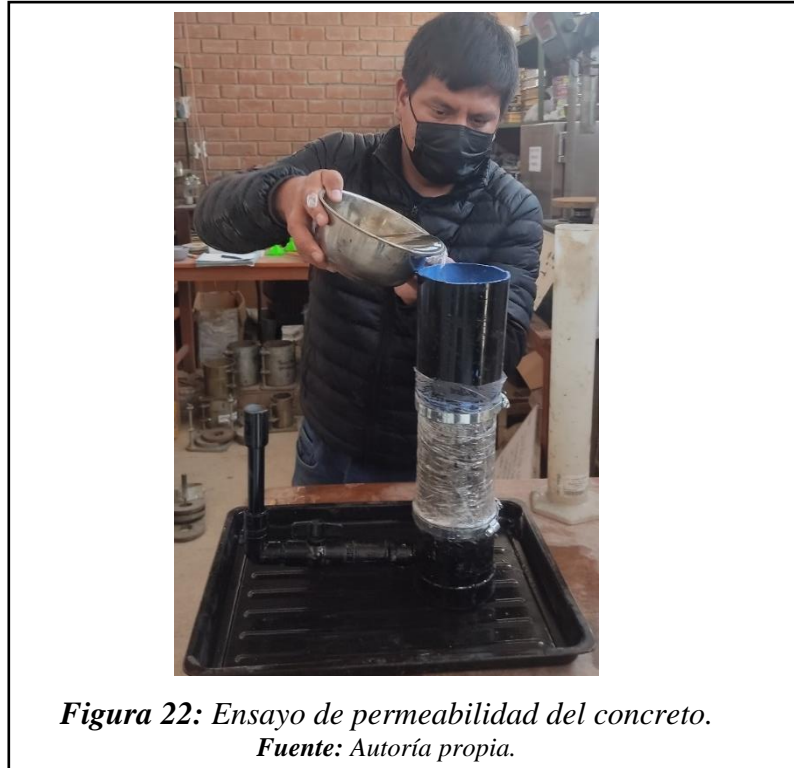
- Permeámetro de carga variable, según las indicaciones propuestas en el ACI 522R. El permeámetro utilizado en la presente investigación consiste en un tubo de PVC con 4” de diámetro, conectado por medio de abrazaderas, codos, niples y una válvula que permitirá el paso del agua a una tubería de desfogue, el esquema se muestra en la **Figura 21**.
- Vernier y regla
- Deposito con agua potable.
- Cronometro.



▪ **Procedimiento**

- Armar el aparato de permeabilidad hasta donde se necesite para colocar la probeta de concreto para el ensayo. Tomar medidas exactas de la probeta ensayar, la probeta debe haber sido curada durante 28 días.
- Se envuelve las probetas cilíndricas en látex para evitar que el agua circule alrededor de la muestra.
- El permeámetro consiste de dos componentes, en el componente se colocará la probeta, y sobre esta la tubería de 4" por donde se vaciará el agua: y el segundo consiste en un sistema de desfogue, donde la altura de la tubería de desfogue debe ser mayor por 1 cm a la cara superior de la probeta
- Con la válvula cerrada, se llena el primer componente del permeámetro hasta saturar la probeta y agregar agua hasta una altura de 35 cm aproximadamente.
- Posteriormente abrir la válvula y cronometrar el tiempo que demora en circular el agua al sistema de desfogue, hasta que el agua deje rebalsar la tubería de desfogue, indicando que la altura de agua sobre la probeta ya transcurrió por la probeta.

- Calcular el coeficiente de permeabilidad k utilizando la ley de Darcy y promediando los resultados obtenidos.



- **Cálculos**

- En cuanto al cálculo del coeficiente de permeabilidad fue realizado utilizando la ley de Darcy.

$$k = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Ecuación 23. Fórmula de coeficiente de permeabilidad

Dónde:

K: Coeficiente de permeabilidad (cm/s).

L: Longitud de la muestra (cm).

A: Área de la muestra (cm²).

a: Área de la tubería de carga (cm²).

t: Tiempo en demora en pasar (s).

h₁: Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra).

h₂: Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (1cm).

2.5.2.10 Analizar y comparar los diferentes diseños de mezclas de concreto poroso realizados

Por consiguiente, de elaborar el diseño de mezclas de concreto poroso con material recio de T.M.N. de 1/2” (12.7 mm) y 3/4” (19.05mm), y con diferentes relaciones agua cemento para cada tipo de agregado grueso, se procederá a analizar y se comparará las características más relevantes del concreto poroso para cada diseño de mezcla.

2.5.2.11 Seleccionar la proporción de diseño de mezclas de concreto permeable óptima para mitigar las inundaciones en la ciudad de Chiclayo.

Teniendo en cuenta las ventajas la comparación y el análisis de los distintos diseños de concreto permeable ya mencionado en el paso anterior, se seleccionarán la proporción de diseño de mezcla del testigo que mejor comportamiento presente en sus propiedades, para ser utilizado en los pavimentos para permitir el paso de las aguas pluviales.

2.6 Criterios éticos

La consideración de la consecuente trabajo de estudio se rige por los principios específicos que se encuentran el “Código de ética para la investigación de la Universidad Señor de Sipán”, donde se resalta el respeto al derecho de la característica intelectual de los investigadores citados y referenciados en la presente investigación, además asegura que la información recopilada es usada con la debida reserva y desarrollo de los objetivos de la investigación (Vicerrectorado de Investigación, 2019).

En el Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú (2018), describe las disposiciones que debe tener en cuenta un profesional de ingeniería. Por ejemplo, en el artículo 15 del Código en cuestión menciona los principios que deben guiar la conducta del ingeniero, tales como la dignidad profesional, la honestidad, la competencia, rectitud, justicia, introducción social y el honor profesional. Así como los artículos 18 y 19 se establece que los ingenieros deben cumplir con las leyes, ordenanzas y disposiciones vigentes relacionadas con su línea de carrera; así como todos sus actos deben estar de acuerdo a reglas técnicas y métodos científicos.

2.7 Criterios de rigor científico

2.7.1 *Validación de instrumentos.*

Las distintas pruebas de laboratorio aplicados a los componentes como (agregados) y a las muestras y especímenes de concreto permeable que se espera diseñar, fueron realizados teniendo como fundamento y guía las normativas actuales, tanto nacionales como internacionales, presentándose como un instrumento válido para la realización de dichos ensayos.

2.7.2 *Confiabilidad de instrumentos.*

Los valores de los ensayos experimentales elaboradas en la presente investigación, son de carácter confiable, realizados en el laboratorio de ensayo de materiales, el cual brinda constancia de todos los valores obtenidos en la realización del siguiente proyecto de investigación.

III. RESULTADOS

3.1 Resultados en tablas y gráficos

3.1.1 Determinación de las zonas más inundables de la ciudad de Chiclayo mediante el Instituto Nacional de Defensa Civil.

3.1.1.1. Ubicación geográfica

En el departamento de Lambayeque se considera 03 provincias (Lambayeque, Chiclayo y Ferreñafe), la zona de estudio pertenece a la provincia de Chiclayo, concierne a 20 distritos de los cuales el distrito de estudio es el distrito de Chiclayo, ubicada en la costa norte peruana, con coordenadas geográficas $6^{\circ}45'28.42''$ y $6^{\circ}47'7.02''$ de latitud sur y $79^{\circ}48'13.30''$ W y $79^{\circ}53'47.30''$ de long. Oeste del Meridiano de Greenwich, con una población de 291 777 hab., tal como se muestra en la **Figura 23**.

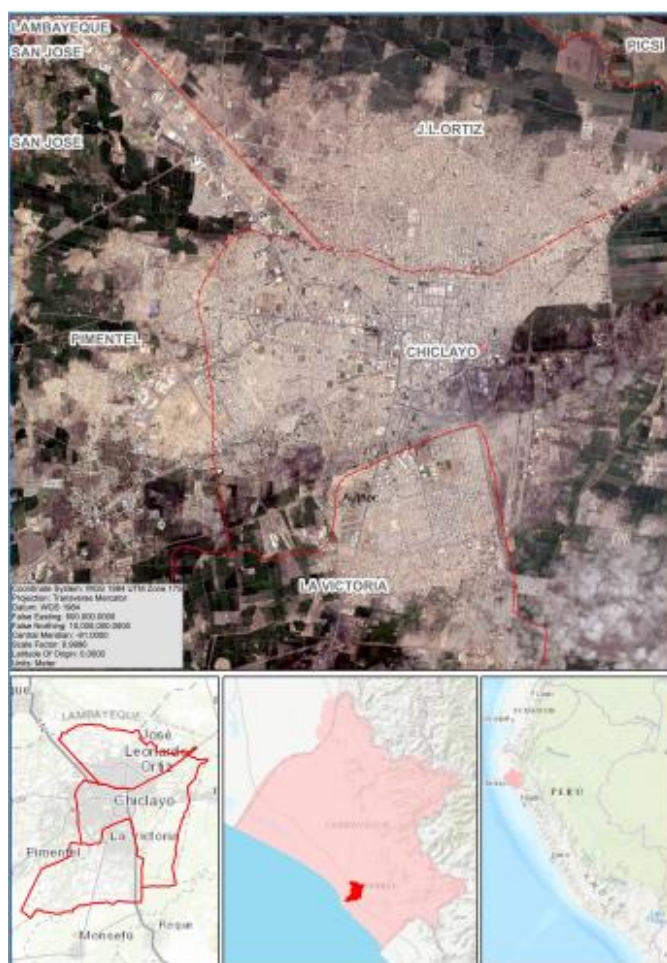


Figura 23: Localización de la zona de estudio.

Fuente: INDECI

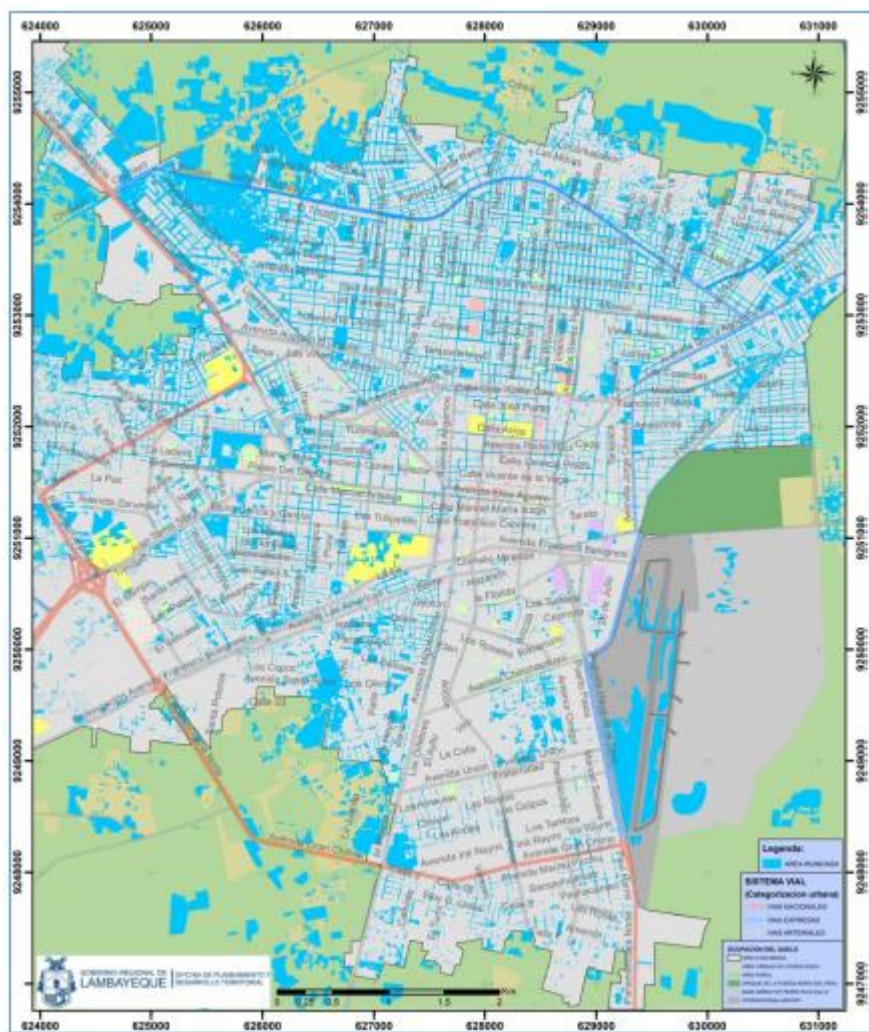


Figura 24: Localización de zonas inundables en la ciudad de Chiclayo.

Fuente: INDECI

Interpretación

Las zonas urbanas afectadas del distrito de Chiclayo, como muestra la figura 24 están en una zona MUY ALTO RIESGO frente a inundaciones por lluvias intensas, los efectos la mayoría de sectores presentan inundaciones, por lo tanto, se plantea realizar para dichas zonas: Pueblo joven Saúl Cantoral de Chiclayo, el sector de Miraflores, el sector de 9 de octubre, el sector sur de Chiclayo, urbanizaciones como Mariscal, Buenos aires, Santa Victoria y Satélite.

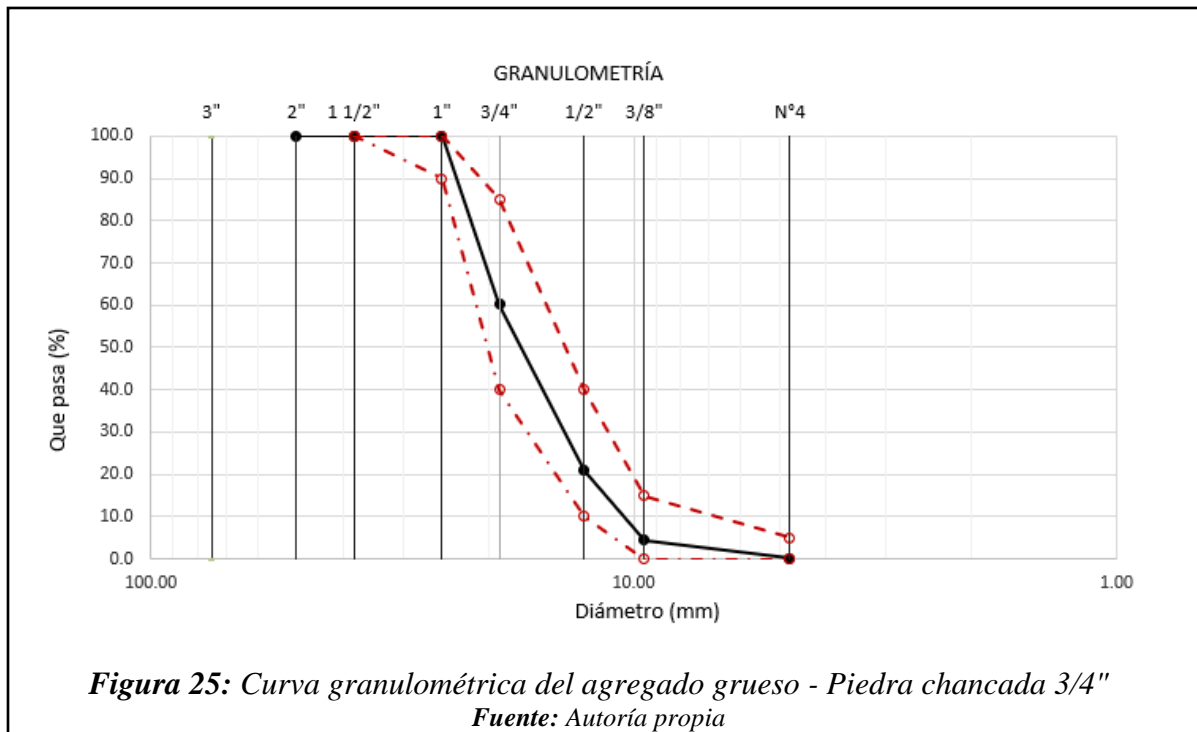
3.1.2 Determinación de las características físicas de los agregados utilizados en los diseños de mezcla

3.1.2.1 Ensayos al material granular grueso

A) Granulometría del material granular recio – ASTM C136

A.1) Análisis granulométrico del agregado grueso – Piedra Chanca $\frac{3}{4}$ " – Cantera Pacherez

Los datos completos del ensayo se precisan en el **Anexo 1**. Una muestra de piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ", después del respectivo cuarteo, se seleccionó para el análisis granulométrico; la **Figura 25** presenta los criterios recomendables de la curva granulométrica resultante del ensayo.



Con las dosis acumulados de material que pasa en cada de las mallas, se representó la curva granulométrica que corresponde límites reglamentarios para el Huso 56 de la NTP 400.012. El material granular recio de piedra chancada $\frac{3}{4}$ " presenta un T.M. de 1", un T.M.N. de $\frac{3}{4}$ " y un M.F. de 7.3. Calificando el material granular recio recolectado como bien graduado.

A.2) Análisis granulométrico del agregado recio – Piedra Chanca 1/2" – Cantera Pacherez

Los datos completos del ensayo se precisan en el **Anexo 1**. Una muestra de piedra chancada de 1/2", después del respectivo cuarteo, se seleccionó para el análisis granulométrico; la **Figura 26** presenta los criterios mínimos y máximos de la curva granulométrica resultante de la prueba.

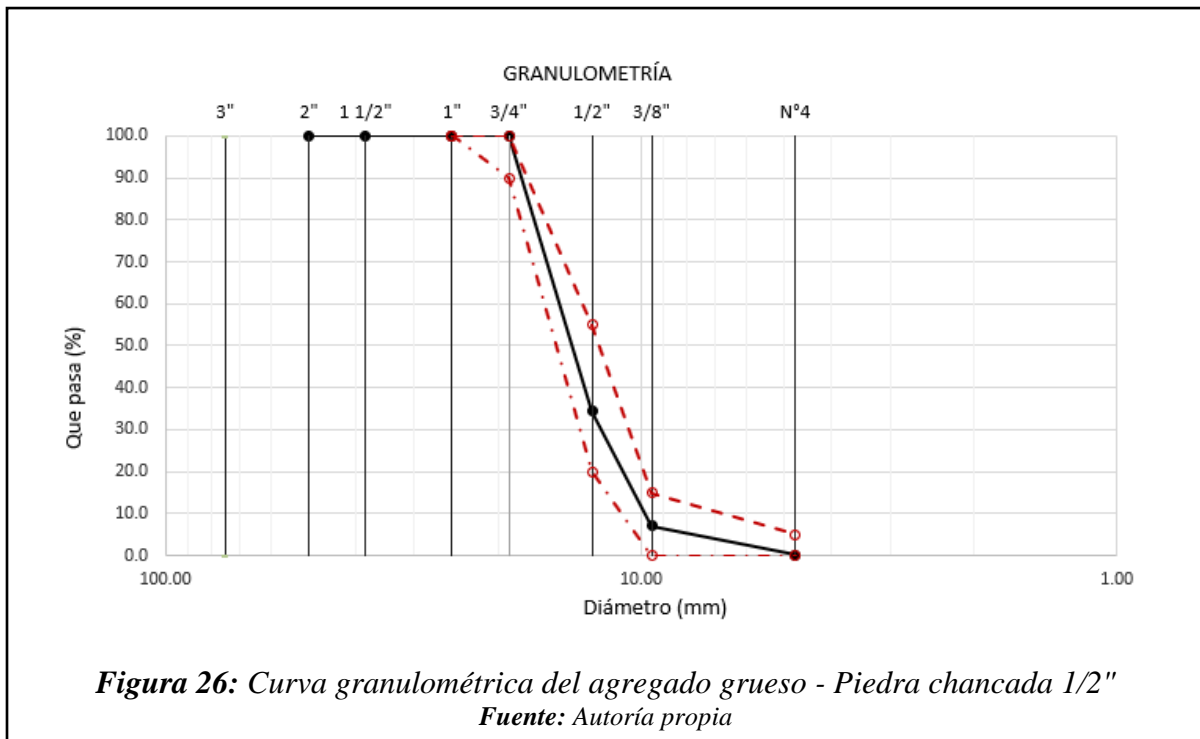


Figura 26: Curva granulométrica del agregado grueso - Piedra chancada 1/2"
Fuente: Autoría propia

Con los porcentajes aglomerados de material que pasa en cada uno de las mallas, se gráfica la curva granulométrica que corresponde rangos reglamentarios para el Huso 6 de la NTP 400.012. El material pétreo grueso de piedra chancada 1/2" presenta un tamaño máximo de 3/4", un T.M.N. de 1/2" y un M.F. de 6.9. Calificando al material pétreo como bien graduado.

B) Peso unitario del agregado grueso – ASTM C29

B.1) Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso – Cantera Pacherez

La validez del ensayo de peso unitario se detalla en el **Anexo 2**. A continuación, en la **Tabla 12** se resumen los resultados obtenidos del peso unitario suelto y peso unitario compactado, tanto para la piedra chancada de 3/4" y la piedra chancada de 1/2".

Tabla 12*Peso unitario suelto y compactado de cada tipo de agregado grueso*

Tipo de agregado grueso	Condición del agregado	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	Peso Unitario Compactado (Kg/m ³)
Piedra Chancada 3/4"	Húmedo	1433.24	1555.52
	Seco	1426.28	1547.98
Piedra Chancada 1/2"	Húmedo	1371.49	1522.33
	Seco	1363.84	1513.84

Fuente: Autoría propia

C) Peso específico y absorción del agregado grueso – ASTM C127

C.1) Peso específico y absorción del agregado grueso – Cantera Pacherez

El sustento de los resultados presentados en la **Tabla 13** se encuentra en el **Anexo 3**. En la tabla se menciona los valores de los pesos específicos y porcentajes de absorción para los dos tipos de agregado grueso.

Tabla 13*Peso específico y absorción de cada tipo de agregado grueso*

Descripción	Tipo de agregado	
	Piedra Chancada 3/4"	Piedra Chancada 1/2"
P.Esp. de masa (gr/cm ³)	2.639	2.711
P.Esp. de la masa saturada superficialmente seca (gr/cm ³)	2.673	2.751
P.Esp. aparente (gr/cm ³)	2.733	2.823
Porcentaje de absorción (%)	1.305%	1.474%

Fuente: Autoría propia

D) Contenido de humedad del agregado grueso – ASTM C135

D.1) Contenido de humedad del agregado grueso – Cantera Pacherez

Los resultados presentados en la **Tabla 14** se encuentra de sostenido en el **Anexo 2**. En la tabla se menciona los valores de contenido de humedad para los dos tipos de material granular recio.

Tabla 14*Contenido de humedad de cada tipo de agregado grueso*

Descripción	Tipo de agregado	
	Piedra Chancada 3/4"	Piedra Chancada 1/2"
Peso muestra humedad (gr)	4301.0	3970.0
Peso muestra seca (gr)	4282.0	3950.0
Contenido de humedad	0.49%	0.56%

Fuente: Autoría propia

E) Porcentaje de materiales finos que pasan el tamiz N°200 en agregado grueso

E.1) Porcentaje de materiales finos que pasan el tamiz N°200 en agregado grueso – Cantera Pacherez

Los cálculos y datos completos del ensayo están sostenidos en el **Anexo 4**. Ambos tipos de agregados gruesos, piedra chancada de ¾” y piedra chancada de ½” correspondientes a la Cantera Pacherez fueron sometido al análisis. Los resultados de dicho ensayo están resumidos en la **Tabla 15**.

Tabla 15*Porcentaje de finos de los agregados gruesos*

Tipo de agregado grueso	Descripción	Valores resultantes
Piedra Chancada 3/4"	Peso muestra seca original	2750.00
	Peso muestra lavada	2700.00
	% de finos que pasa el tamiz N°200	1.818%
Piedra Chancada 1/2"	Peso muestra seca original	2800.00
	Peso muestra lavada	2795.00
	% de finos que pasa el tamiz N°200	0.179%

Fuente: Autoría propia

F) Resistencia a la abrasión del agregado grueso – ASTM C131

F.1) Resistencia a la abrasión del agregado grueso – Cantera Pacherez

Las muestras de piedra chancada de ¾” y ½” correspondientes a la Cantera Pacherez se sometieron al ensayo de abrasión. Presentando los resultados de dicho ensayo resumidos en la **Tabla 16**, el sustento del ensayo se encuentra en el **Anexo 5**.

Tabla 16*Resultados del ensayo de abrasión de los agregados gruesos*

Tipo de agregado grueso	Descripción	Valores resultantes
Piedra Chancada 3/4"	Masa inicial	5000.00
	Masa después del ensayo	4499.00
	Porcentaje de desgaste %	10.02%
Piedra Chancada 1/2"	Masa inicial	5000.00
	Masa después del ensayo	4482.00
	Porcentaje de desgaste %	10.36%

Fuente: Autoría propia

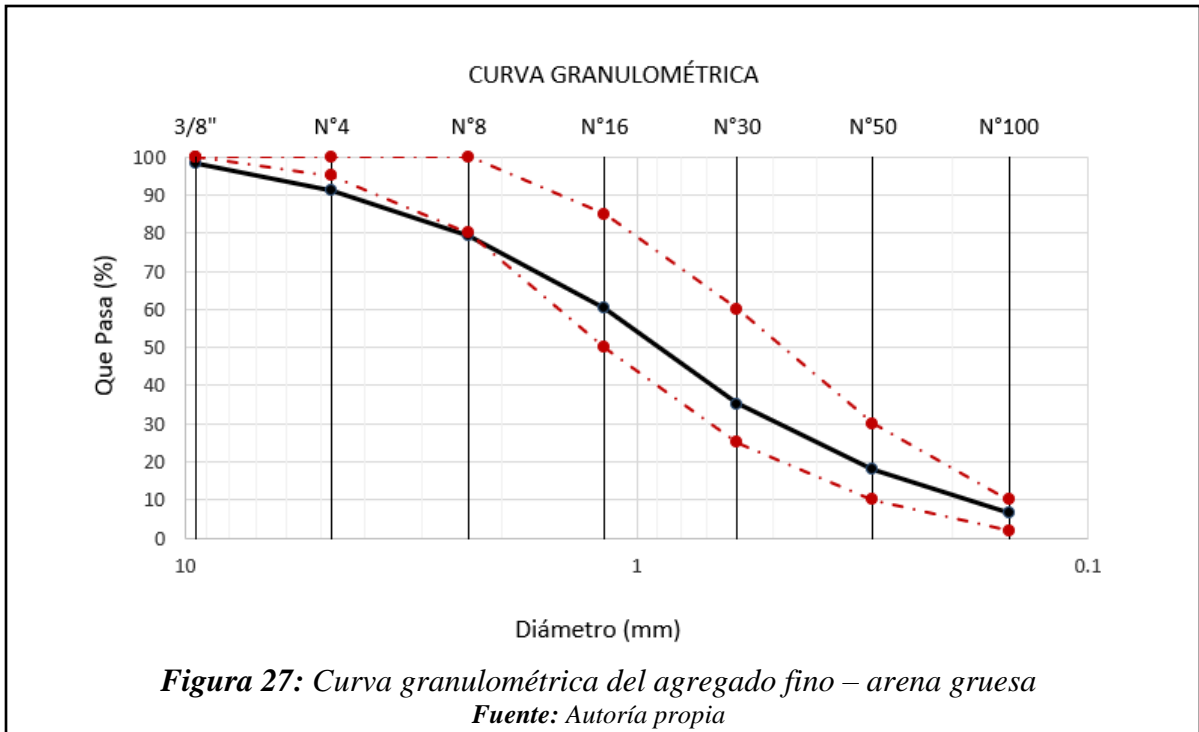
El porcentaje de desgaste máximo permitido por la NTP 400.019 es de 50%, los dos tipos de agregados gruesos utilizados en esta investigación, piedra chancada ¾" y piedra chancada ½", están muy por debajo de ese límite, y con valores de desgaste similar al ser ambos pertenecientes a la Cantera Pacherez.

3.1.2.2 Ensayos al agregado fino

A) Granulometría del agregado fino – ASTM C33

A.1) Análisis granulométrico del agregado fino – Arena gruesa – Cantera Pátapo: La Victoria

Los datos del ensayo se encuentran afirmados en **Anexo 1**. Una muestra de arena gruesa, después del respectivo cuarteo, se seleccionó para el análisis granulométrico; la **Figura 27** esquematiza los límites mínimos y máximos de la curva granulométrica resultante del ensayo.



La arena gruesa correspondiente a la cantera Pátapo- La Victoria, cuenta con un MF igual 3.11 teniendo como referencia el tamiz N°4, además se aprecia que la curva granulométrica no excede los parámetros recomendados por la NTP 400.037.

B) Peso unitario del agregado fino – ASTM C29

B.1) Peso unitario suelto y compactado del agregado fino – Cantera Pátapo: La Victoria

Los valores del experimento de peso unitario para el agregado fino se validan con el **Anexo 2**. Consecutivamente, en la **Tabla 17** se visualiza un compendio de los valores adquiridos del P.U.S y P.U.C. de la arena gruesa.

Tabla 17

Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

Condición del agregado	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)	Peso Unitario Suelto (Kg/m ³)
Húmedo	1628.26	1770.93
Seco	1623.35	1765.59

Fuente: Autoría propia

C) Peso específico y absorción del agregado fino– ASTM C128

C.1) *Peso específico y absorción del agregado fino – Cantera Pátapo: La Victoria*

Los resultados de la **Tabla 18** son sostenidos en el **Anexo 3**. En la tabla se observa los resultados de los pesos específicos y porcentaje de absorción de la arena gruesa de la Cantera Pátapo – La Victoria.

Tabla 18

Peso específico y absorción del agregado fino

Descripción	Valores resultantes
P.Esp. de masa (gr/cm ³)	2.533
P.Esp. de la masa saturada superficialmente seca (gr/cm ³)	2.547
P.Esp. de masa (gr/cm ³)	1.121
Porcentaje de absorción (%)	0.563

Fuente: Autoría propia

D) Contenido de humedad del agregado fino – ASTM C135

D.1) *Contenido de humedad del agregado fino - Cantera Pátapo: La Victoria*

Los resultados presentados en la **Tabla 19** son validados en el **Anexo 2**. En la tabla se observa los resultados de contenido de humedad para la arena gruesa de la Cantera Pátapo – La Victoria.

Tabla 19

Contenido de humedad del agregado fino

Descripción	Valores resultantes
Peso muestra húmeda (gr)	417.00
Peso muestra seca (gr)	415.90
Contenido de humedad	0.30%

Fuente: Autoría propia

E) Porcentaje de materiales finos que pasan el tamiz N°200 en agregado grueso – ASTM C177

E.1) Porcentaje de materiales finos que pasan el tamiz N°200 en agregado fino – Cantera Pátapo: La Victoria

Los cálculos y datos del ensayo se encuentran sostenidos por el **Anexo 4**. En la **Tabla 20** se presenta los valores resultantes del ensayo, el porcentaje de agregado delgado que pasa el tamiz N°200 de la arena gruesa de la Cantera Pátapo.

Tabla 20

Porcentaje de finos del agregado fino

Agregado	Descripción	Valores resultantes
Arena gruesa	Peso muestra seca original	700.00
	Peso muestra lavada	671.50
	% de finos que pasa el tamiz N°200	4.071%

Fuente: Autoría propia

F) Porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en el agregado fino – ASTM C142

F.1) Porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en el agregado fino – Cantera Pátapo: La Victoria

En la **Tabla 21** se presenta los valores resultantes del ensayo de contenido de terrones por el método A, donde el dato principal es el porcentaje de estas partículas en la arena gruesa de la Cantera Pátapo - La Victoria. Los cálculos y datos completos del ensayo son validados en el **Anexo 6**.

Tabla 21

Porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables del agregado fino

Agregado	Descripción	Valores resultantes
Arena gruesa	Peso muestra seca original	100.00
	Peso muestra lavada	97.50
	% de finos que pasa el tamiz N°200	2.50%

Fuente: Autoría propia

3.1.3 Diseños de mezcla de concreto permeable

Para proceder a iniciar los cálculos para el diseño de concreto porosa, se tiene que haber ensayado y conseguido las cualidades físicas de los agregados a utilizar, calculados en el apartado anterior.

El siguiente estudio se realizarán 6 diseños, distinguidos en 2 grupos, el primero denominado C. PERM -AG. 1/2", el cual se refiere al diseño de concreto poroso con material recio de T.M.N de 1/2"; y el segundo como C. PERM -AG. 3/4", donde el agregado grueso tendrá un tamaño nominal de 3/4". A estos dos grupos se ejecutarán con 3 relaciones agua – cemento distintas, de 0.25, 0.35 y 0.45, estando dentro de los límites que recomienda el ACI-522R, además, como se mencionó anteriormente, se hará empleo de un aditivo plastificante para perfeccionar la trabajabilidad de la mixtura de concreto fresco en un porcentaje de 0.7% respecto al peso del cemento.

3.1.3.1 Diseños de mezcla con agregado grueso: piedra chancada 1/2"

Para proceder con los 3 primeros diseños de mixtura de concreto porosa con material granular recio 1/2", se extrajo la **Tabla 22** las cualidades físicas de los materiales granulares, ya obtenidas anteriormente, además a las correspondientes del cemento y aditivo a utilizar en la investigación.

Tabla 22

Resumen de valores resultados para el diseño de mezcla de C. PERM -AG. 1/2"

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO		
P.U.C. Seco agregado fino	1766	kg/m ³
P.U.C. Seco agregado grueso 1/2"	1514	kg/m ³
PESO ESPECIFICO		
P. Esp. agregado grueso 1/2"	2.711	gr/cm ³
P. Esp. agregado fino	2.533	gr/cm ³
P. Esp. cemento	3.150	gr/cm ³
P. Esp. Aditivo Sikament®-290N	1.200	gr/cm ³
P. Esp. del agua	1.000	gr/cm ³
PESO ESPECIFICO MASA S.S.S.		
P. Esp. Masa S.S.S. agregado grueso 1/2"	2.751	gr/cm ³
P. Esp. Masa S.S.S. agregado fino	2.547	gr/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN		
% Abs. Agregado grueso 1/2"	1.474	%

% Abs. Agregado fino	0.563 %
CONTENIDO DE HUMEDAD	
% Cont. Hum. Agregado grueso 1/2"	0.561 %
% Cont. Hum. Agregado fino	2.610 %

Fuente: Autoría propia.

A) Diseño mezcla, concreto permeable con piedra chanchada 1/2" – R a/c 0.25

En resumen, los valores seleccionados para el diseño de mezclas son:

Porcentaje de agregado fino = **10%**

Relación a/c = **0.25**

Contenido de vacíos de diseño = **20%**

Paso 2: Verificación de la resistencia mecánica del diseño

En la **Figura 28** se menciona que para una cantidad de vacíos de 20% y para un tamaño de partícula Huso No.8 corresponde una fortaleza a la compresión de 2489 psi, equivalente a 175 kg/cm². En conclusión, el valor de resistencia compresión referencial para el diseño será:

$$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$$

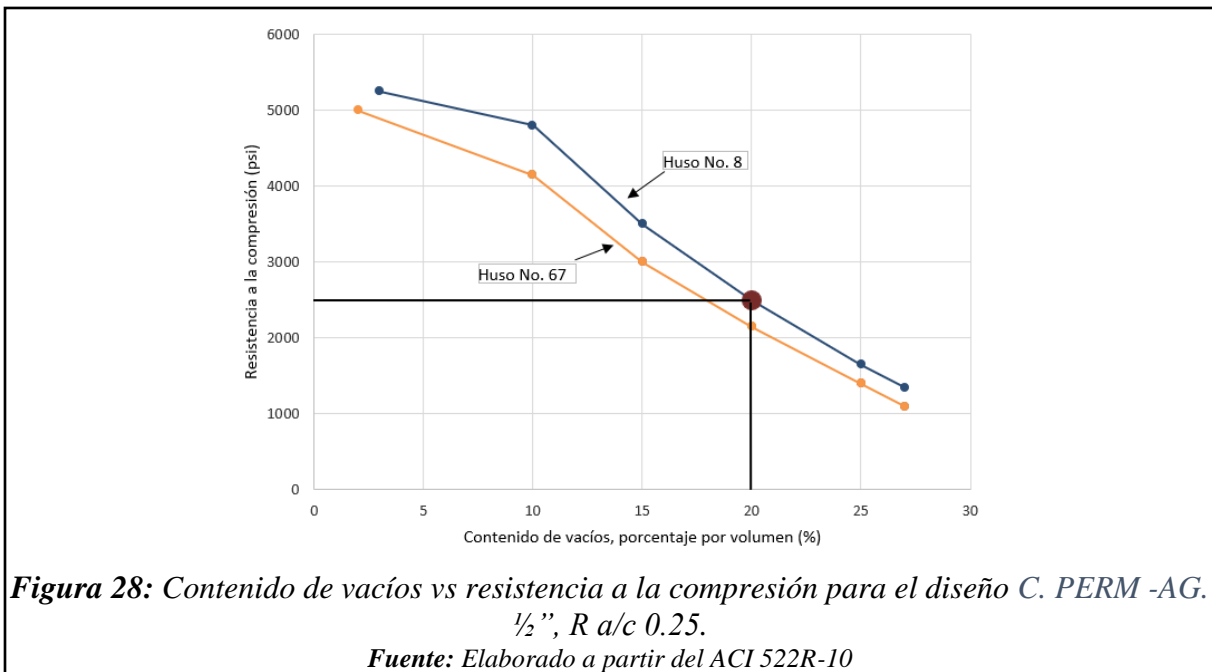


Figura 28: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.25.

Fuente: Elaborado a partir del ACI 522R-10

Paso 3: Determinar el peso de agregado grueso y fino por m³ de concreto permeable

Seleccionado el % de material granular fino de 10% y con el tamaño de partícula de agregado grueso, en este caso 1/2" o Huso No. 7, se selecciona de la **Tabla 3** la relación b/bo,

siendo este el valor del volumen seco de material granular recio compactado por vol. unitario de concreto. En este caso $b/b_o = 0.93$.

Con el valor de b/b_o a calcular el peso de material granular recio en 1 m^3 de concreto permeable de la siguiente ecuación:

$$b/b_o = \frac{\text{Peso de Agregado grueso}}{\text{PUCS Agregado grueso}}$$

Conociendo los valores de:

$$b/b_o = 0.93$$

$$\text{PUCS agregado grueso } \frac{1}{2}'' = 1514 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado fino} = 2533 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado grueso } \frac{1}{2}'' = 2711 \text{ kg/m}^3$$

El valor de Peso de material granular recio se calcula de la siguiente manera:

$$P. ag = 0.93 \times 1514 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \text{ m}^3$$

$$\mathbf{P.ag = 1407.9 \text{ kg}}$$

El valor de Peso de material granular fino se calcula a partir de:

$$P. af = P.ag \times \left(\frac{0.10}{1 - 0.10} \right) \times \frac{P. esp af}{P. esp ag}$$

$$\mathbf{P.agf = 140.8 \text{ kg}}$$

Paso 4: Selección del porcentaje de pasta de cemento y cálculo del volumen de pasta

El concreto permeable realizado en esta investigación se realizó con una compactación ligera, además que el contenido de vacíos sea de 20%, de la **Figura 29** se adquiere el % de pasta en volumen.

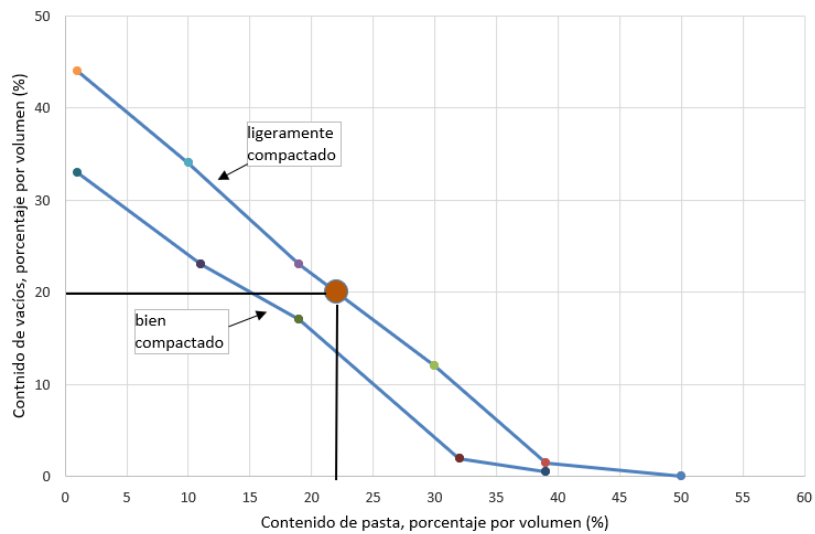


Figura 29: Contenido de pasta vs contenido de vacíos para el diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.25.

Fuente: Elaborado a partir del ACI 522R-10

El porcentaje de pasta en volumen obtenido del gráfico anterior es:

Contenido de pasta = 22%

Con el contenido de pasta y conociendo los valores de:

P. Esp. Cemento = 3.15 gr/cm³

P. Esp. Agua = 1000 kg/m³

R a/c = 0.25

V_p = 22%

Se sigue a calcular el peso de cementicio para un vol. de pasta de 1m³.

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.25 * c}{1000}$$

Entonces el peso del cemento para 1 m³ de pasta sería:

$$c = \left[\frac{0.22}{\left(\frac{1}{3.15}\right) + 0.25} \right] \times 1000$$

c = Peso del cemento = 387.7 kg

Se calcula el peso del agua "P_w"

P_w = R a/c x P_c

P_w = 96.9 kg

Paso 5: Cálculo de los volúmenes absolutos

Con los pesos saturados superficialmente secos obtenidos de cada material y los pesos específicos de estos, se procede a calcular los volúmenes absolutos.

Material	Pesos SSS (kg)	Pesos específicos (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	387.7	3150.0	0.123
Agua	96.9	1000.0	0.097
Piedra Chancada 1/2"	1407.9	2711.1	0.519
Arena gruesa	140.8	2532.9	0.056
	Contenido de vacíos		0.200
	Volumen total		1.000

Paso 6: Corrección por humedad y absorción.

Teniendo en cuenta que la dosificación se trabajó los pesos secos de los materiales granulares, se procederá corregir con el contenido de humedad obtenido de los ensayos anteriores, así como también obtener la nueva cuantía de líquido usada en el diseño ha debido al aporte de agua que brindan los agregados. Se tendrán en cuenta las siguientes igualdades.

Corrección por humedad:

$$\text{Pagregado húmedo} = \text{Pagregado seco} \times (1 + \% \text{Cont. Hum.})$$

$$\text{Agua aportada por agregado} = \text{Pagregado húmedo} \times (\% \text{Abs.} - \% \text{Cont. Hum.})$$

Material	Pesos secos (kg)	% Cont. Hum.	Pesos corregidos (kg)
Piedra Chancada 1/2"	1407.9	0.561	1415.8
Arena gruesa	140.8	2.610	144.5

Material	Pesos corregidos	% Abs.	Agua aportada
Piedra Chancada 1/2"	1415.8	1.474	12.9
Arena gruesa	144.5	0.563	-3.0
	Agua portada total		10.0

Agua efectiva:

Agua efectiva = Agua inicial + Agua aportada por los agregados

Agua efectiva = 96.9 + 10 = 106.7

Agua efectiva = 106.9 Lt

Paso 7: Diseño húmedo

Adicionalmente para el diseño de esta investigación se hará uso del aditivo Sikament®-290N en una dosis de 0.7% del peso del cemento y teniendo en cuenta su peso específico de 1.2 Lt/m³. En la **Tabla 23** se resume el diseño para concreto poroso corregido por humedad.

Tabla 23

Diseño de mezcla C. PERM -AG. ½", R a/c 0.25 corregido por humedad.

Material	Pesos húmedos para 1 m³	Tanda para 0.25 m³
Cemento	387.7 Kg/m ³	96.92 kg
Agua	106.9 L/m ³	26.72 L
Piedra Chancada 1/2"	1415.8 Kg/m ³	36.13 kg
Arena gruesa	144.5 Kg/m ³	353.94 kg
Aditivo Sikament®-290N 0.7%	2.262 L/m ³	0.57 L
Peso unitario del concreto	2057.1 Kg/m³	514.28 kg

Fuente: Autoría propia.

Paso 8: Ajuste de tanda usando la mezcla de prueba.

Se elaboró una mezcla con la tanda del diseño húmedo donde se adquirieron los valores de la mezcla de prueba en la **Tabla 24**.

Tabla 24

Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. ½", R a/c 0.25

Ensayo	Resultado	Unidad
Asentamiento	0.0	cm
Peso Unitario del concreto fresco	1999.3	kg/m ³
Resistencia f'c a los 7 días	140.6	kg/cm ²
Relación a/c	0.25	--

Fuente: Autoría propia.

Se calcula el rendimiento de la mezcla

$$\text{Rendimiento} = \text{Peso tanda de ensayo} / \text{Peso unitario de la mezcla teórica}$$

$$\text{Rendimiento} = 514.28 \text{ kg} / 1999.3 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = 0.257 \text{ m}^3$$

Con el rendimiento se ajusta nuevamente la mezcla por metro cúbico, dando los resultados en la **Tabla 25** y las proporciones por volumen en la **Tabla 26**.

Tabla 25

Diseño final del diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.25 por m³ de mezcla

Descripción del material		Cantidad x 1m ³
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	419.5 kg/m ³
Agua	: Potable de la zona.	104.9 L
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	140.3 kg/m ³
Agregado grueso	: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherres - Pacherres	1334.7 kg/m ³
Aditivo	: Sikament 290N	2.26 L

Fuente: Autoría propia.

Tabla 26

Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.25

Descripción del material		Proporción
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	1
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	0.31
Agregado grueso	: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherrez	3.51
Aditivo	: Sikament 290N	0.248
Agua	: Potable de la zona.	10.6 Lt/pie ³

Fuente: Autoría propia.

B) Diseño mezcla, concreto permeable con piedra chanchada 1/2" – R a/c 0.35

Paso 1: Selección parámetros previos

Se seleccionan los parámetros para el diseño de mezcla similar al diseño anterior. Los valores seleccionados para el diseño de mezcla C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.35 son:

$$\text{Porcentaje de agregado fino} = 10\%$$

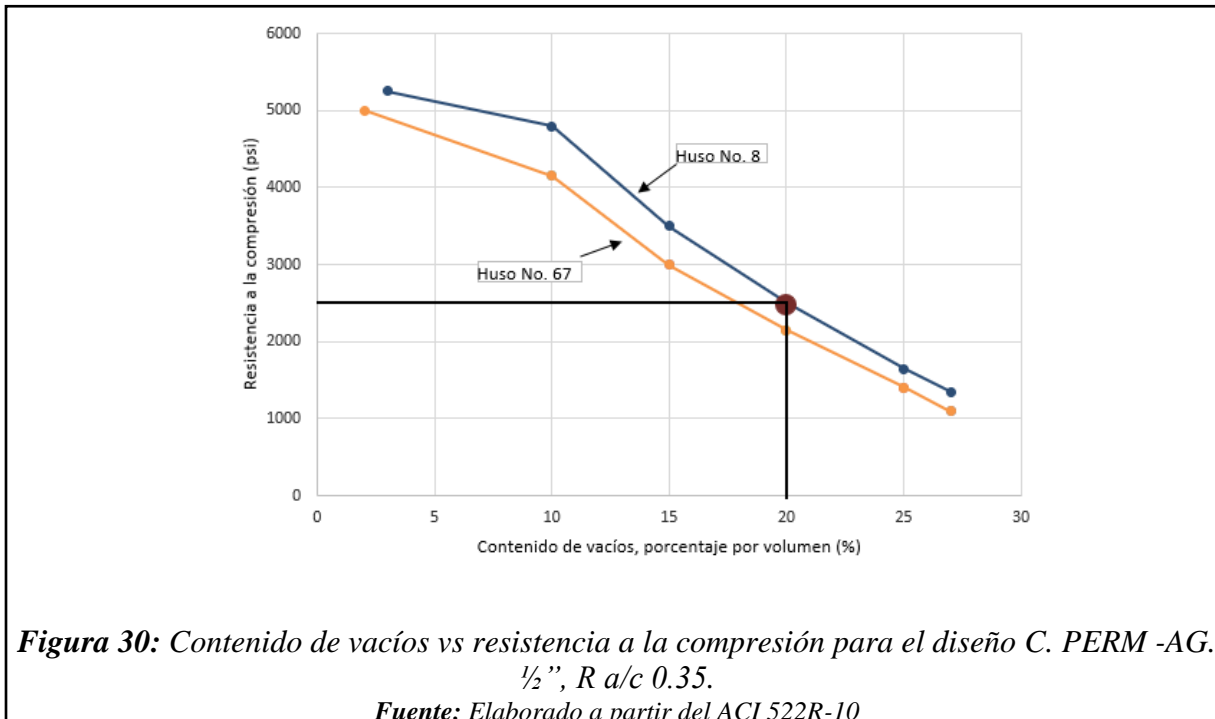
$$\text{Relación a/c} = 0.35$$

$$\text{Contenido de vacíos de diseño} = 20\%$$

Paso 2: Verificación de la resistencia mecánica del diseño

De la **Figura 30**, con el contenido de vacíos se adquiere el valor de fortaleza a la compresión referencial para el diseño, el cual es:

$$f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$$



Paso 3: Determinar el peso de agregado grueso y fino por m^3 de concreto poroso

Con el porcentaje de agregado fino de 10% y con el tamaño de partícula de agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " o Huso No. 7, se selecciona de la **Tabla 3** la relación b/b_o igual 0.93.

Teniendo los valores de:

$$b/b_o = 0.93$$

$$\text{PUCS agregado grueso } \frac{1}{2}'' = 1514 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado fino} = 2533 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado grueso } \frac{1}{2}'' = 2711 \text{ kg/m}^3$$

El valor de Peso de agregado grueso (P_{ag}) se calcula de la siguiente manera:

$$P_{ag} = 0.93 \times 1514 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1 \text{m}^3$$

$$\mathbf{P_{ag} = 1407.9 \text{ kg}}$$

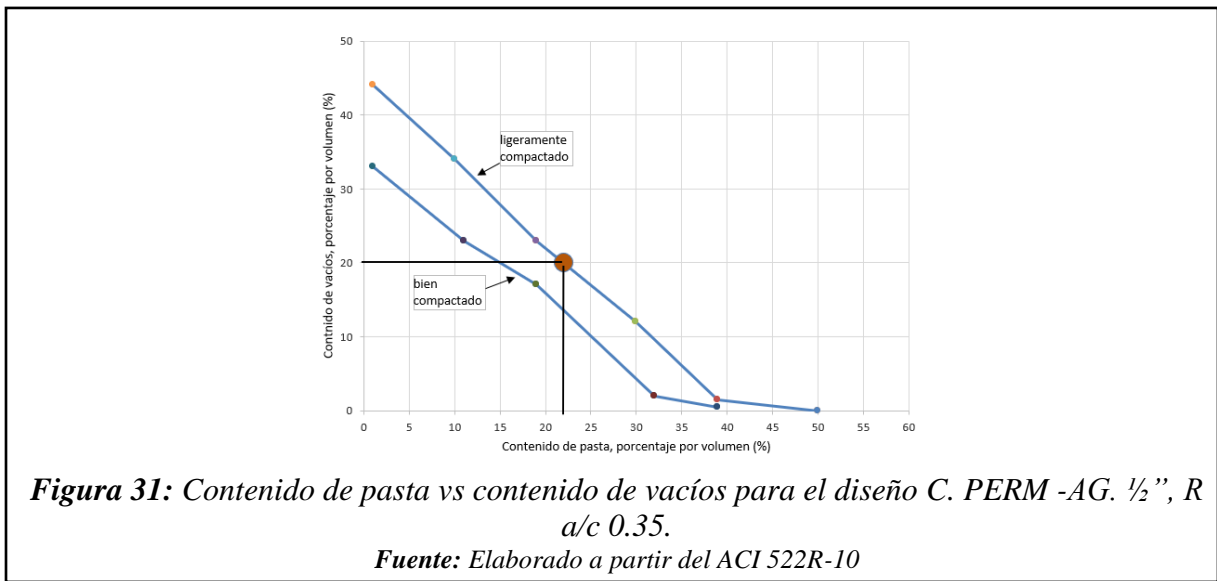
El valor de Peso de agregado fino (Paf) se calcula a partir de:

$$Paf = Pag \times \left(\frac{0.10}{1 - 0.10} \right) \times \frac{Pesp af}{Pesp ag}$$

$$\mathbf{Pagf = 146.1 \text{ kg}}$$

Paso 4: Selección del porcentaje de pasta de cemento y cálculo del volumen de pasta

Este diseño de concreto permeable realizado en esta investigación se realizó con una compactación ligera, además que el contenido de vacíos sea de 20%, de la **Figura 31** se obtiene el porcentaje de pasta en volumen.



Con el contenido de pasta y conociendo los valores de:

$$P. \text{ Esp. Cemento} = 3.15 \text{ gr/cm}^3$$

$$P. \text{ Esp. Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$R \text{ a/c} = 0.35$$

$$Vp = 22\%$$

Se procede a calcular el peso de cemento para un volumen de pasta de 1m³.

$$Vp = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.35 * c}{1000}$$

Entonces el peso del cemento para 1 m³ de pasta sería:

$$c = \left[\frac{0.22}{\left(\frac{1}{3.15} \right) + 0.35} \right] \times 1000$$

$$c = \text{Peso del cemento} = 329.6 \text{ kg}$$

Se calcula el peso del agua "Pw"

$$Pw = R a/c \times Pc$$

$$Pw = 115.4 \text{ kg}$$

Paso 5: Cálculo de los volúmenes absolutos

Con los pesos saturados superficialmente secos obtenidos de cada material y los pesos específicos de estos, se procede a calcular los volúmenes absolutos.

Material	Pesos SSS (kg)	Pesos específicos (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	329.6	3150.0	0.105
Agua	115.4	1000.0	0.115
Piedra Chancada 1/2"	1407.9	2711.1	0.519
Arena gruesa	146.1	2532.9	0.058
	Contenido de vacíos		0.200
	Volumen total		1.000

Paso 6: Corrección por humedad y absorción.

Teniendo en cuenta las siguientes igualdades, se procedió al cálculo.

$$\text{Pagregado húmedo} = \text{Pagregado seco} \times (1 + \% \text{Cont. Hum.})$$

$$\text{Agua aportada por agregado} = \text{Pagregado húmedo} \times (\% \text{Abs.} - \% \text{Cont. Hum.})$$

Material	Pesos secos (kg)	% Cont. Hum.	Pesos corregidos (kg)
Piedra Chancada 1/2"	1407.9	0.561	1415.8
Arena gruesa	146.1	2.610	150.0

Material	Pesos corregidos (kg)	% Abs.	Agua aportada
Piedra Chancada 1/2"	1415.8	1.474	12.9
Arena gruesa	150.0	0.563	-3.1
	Agua aportada total		9.9

Agua efectiva:

Agua efectiva = Agua inicial + Agua aportada por los agregados

Agua efectiva = 115.4 + 9.9 = 125.2

Agua efectiva = 125.2 Lt

Paso 7: Diseño húmedo

En la **Tabla 27** se resume el diseño de mezclas para concreto permeable corregido por humedad, se añade la cantidad de aditivo a usar.

Tabla 27

Diseño de mezcla C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.35 corregido por humedad.

Material	Pesos húmedos para 1 m³	Tanda para 0.25 m³
Cemento	329.6 Kg/m ³	82.40 kg
Agua	125.2 L/m ³	31.31 L
Piedra Chancada 1/2"	1415.8 Kg/m ³	37.49 kg
Arena gruesa	150.0 Kg/m ³	353.94 kg
Aditivo Sikament®-290N 0.7%	1.923 L/m ³	0.48 L
Peso unitario del concreto	2022.5 Kg/m³	505.62 kg

Fuente: Autoría propia.

Paso 8: Ajuste de tanda usando la mezcla de prueba.

Se elaboró una mezcla de prueba con la tanda del diseño húmedo donde se obtuvieron los siguientes resultados de la mezcla de prueba en la **Tabla 28**.

Tabla 28

Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.35

Ensayo	Resultado	Unidad
Asentamiento	1.0	cm
Peso Unitario del concreto fresco	1935.3	kg/m ³
Resistencia f'c a los 7 días	117.5	kg/cm ²
Relación a/c	0.35	--

Fuente: Autoría propia.

Se calcula el rendimiento de la mezcla

$$\text{Rendimiento} = \text{Peso tanda de ensayo} / \text{Peso unitario de la mezcla teórica}$$

$$\text{Rendimiento} = 505.62 \text{ kg} / 1935.3 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Rendimiento} = 0.261 \text{ m}^3$$

Con el rendimiento se ajusta nuevamente la mezcla por metro cúbico, dando los resultados en la **Tabla 29** y las proporciones por volumen en la **Tabla 30**.

Tabla 29

Diseño final del diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.35 por m³ de mezcla

Descripción del material		Cantidad x 1m ³
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	336.6 kg/m ³
Agua	: Potable de la zona.	117.8 L
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	153.2 kg/m ³
Agregado grueso	: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherrres - Pacherrres	1327.6 kg/m ³
Aditivo	: Sikament 290N	1.92 L

Fuente: Autoría propia.

Tabla 30

Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.35

Descripción del material		Proporción
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	1
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	0.42
Agregado grueso	: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherrrez	4.35
Aditivo	: Sikament 290N	0.248
Agua	: Potable de la zona.	14.9 Lt/pie ³

Fuente: Autoría propia.

C) Diseño mezcla, concreto permeable con piedra chanchada 1/2" – R a/c 0.45

Paso 1: Selección parámetros previos

Se seleccionan los parámetros para el diseño de mezcla similar al diseño anterior. Los valores seleccionados para el diseño de mezcla C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.45 son:

$$\text{Porcentaje de agregado fino} = 10\%$$

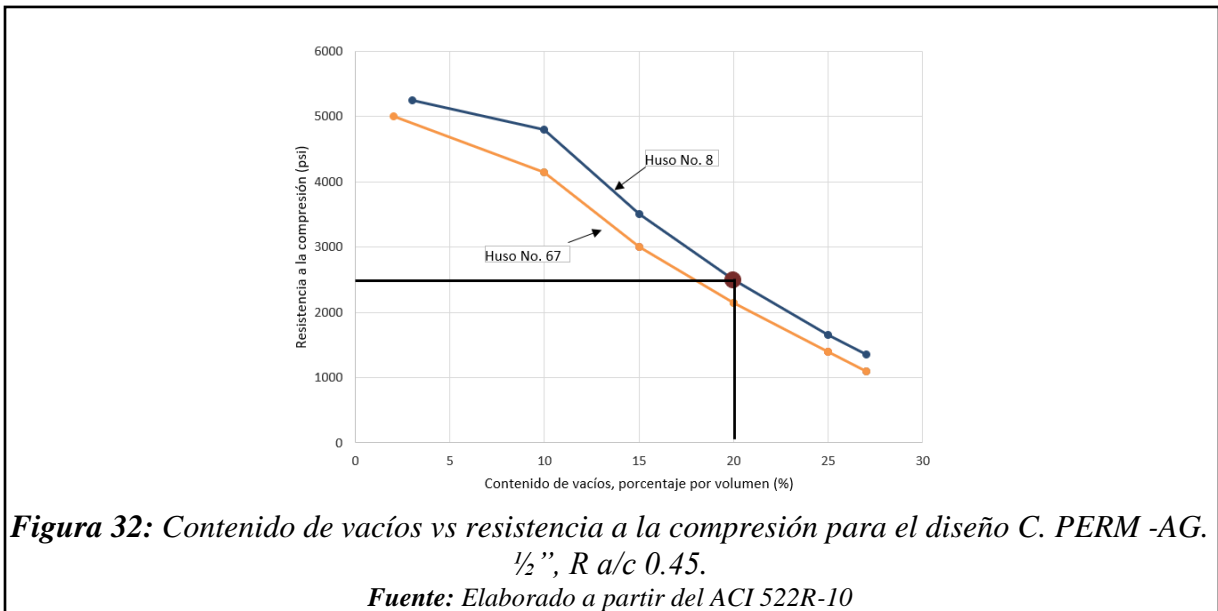
Relación a/c = **0.45**

Contenido de vacíos de diseño = **20%**

Paso 2: Verificación de la resistencia mecánica del diseño

De la **Figura 32**, con el contenido de vacíos se obtiene el valor de resistencia a la compresión referencial para el diseño, el cual es:

$$f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$$



Paso 3: Determinar el peso de agregado grueso y fino por metro cubico de concreto permeable

Con el porcentaje de agregado fino de 10% y con el tamaño de partícula de agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " o Huso No. 7, se selecciona de la **Tabla 3** la relación b/bo igual 0.93.

Teniendo los valores de:

$$b/bo = 0.93$$

$$\text{PUCS agregado grueso } \frac{1}{2}'' = 1514 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado fino} = 2533 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado grueso } \frac{1}{2}'' = 2711 \text{ kg/m}^3$$

El valor de Peso de agregado grueso (Pag) se calcula de la siguiente manera:

$$Pag = 0.93 \times 1514 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1\text{m}^3$$

$$\text{Pag} = 1407.9 \text{ kg}$$

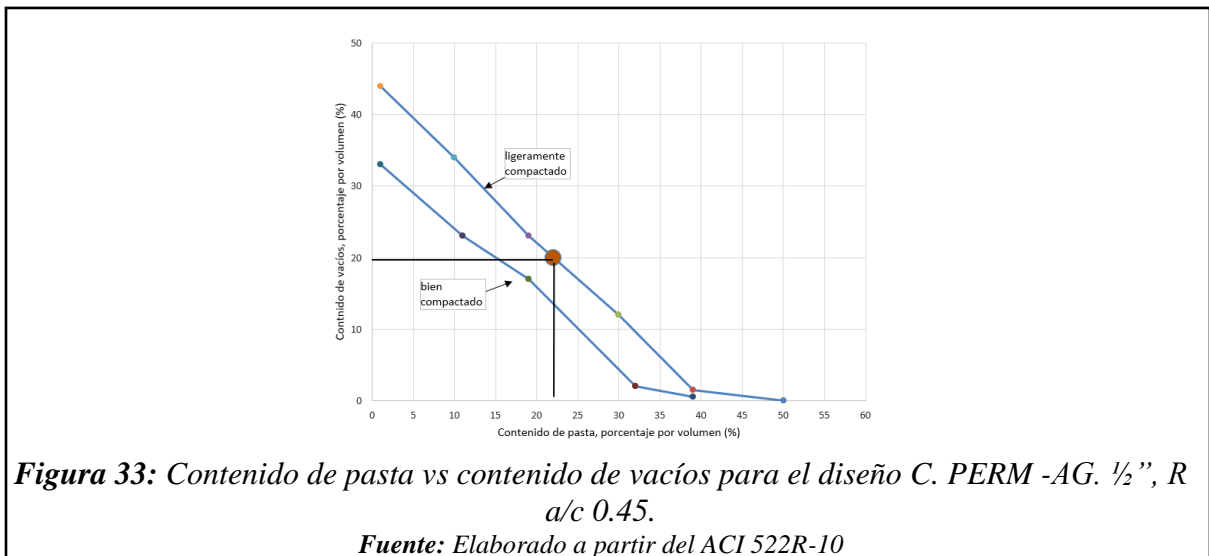
El valor de Peso de agregado fino (Paf) se calcula a partir de:

$$Paf = Pag \times \left(\frac{0.10}{1 - 0.10} \right) \times \frac{Pesp af}{Pesp ag}$$

$$\mathbf{Pagf = 146.1 \text{ kg}}$$

Paso 4: Selección del porcentaje de pasta de cemento y cálculo del volumen de pasta

Este diseño de concreto permeable realizado en esta investigación se realizó con una compactación ligera, además que el contenido de vacíos sea de 20%, de la **Figura 33** se obtiene el porcentaje de pasta en volumen.



Con el contenido de pasta y conociendo los valores de:

$$P. \text{ Esp. Cemento} = 3.15 \text{ gr/cm}^3$$

$$P. \text{ Esp. Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$R \text{ a/c} = 0.45$$

$$V_p = 22\%$$

Se procede a calcular el peso de cemento para un volumen de pasta de 1m³.

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.45 * c}{1000}$$

Entonces el peso del cemento para 1 m³ de pasta sería:

$$c = \left[\frac{0.22}{\left(\frac{1}{3.15} \right) + 0.45} \right] \times 1000$$

$$\mathbf{c = \text{Peso del cemento} = 286.7 \text{ kg}}$$

Se calcula el peso del agua “Pw”

$$P_w = R_{a/c} \times P_c$$

$$P_w = 129.0 \text{ kg}$$

Paso 5: Cálculo de los volúmenes absolutos

Con los pesos saturados superficialmente secos obtenidos de cada material y los pesos específicos de estos, se procede a calcular los volúmenes absolutos.

Material	Pesos SSS (kg)	Pesos específicos (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	286.7	3150.0	0.091
Agua	129.0	1000.0	0.129
Piedra Chancada 1/2"	1407.9	2711.1	0.519
Arena gruesa	146.1	2532.9	0.058
Contenido de vacíos			0.200
Volumen total			1.000

Paso 6: Corrección por humedad y absorción.

Teniendo en cuenta las siguientes igualdades, se procedió al cálculo.

$$\text{Pagregado húmedo} = \text{Pagregado seco} \times (1 + \% \text{Cont. Hum.})$$

$$\text{Agua aportada por agregado} = \text{Pagregado húmedo} \times (\% \text{Abs.} - \% \text{Cont. Hum.})$$

Material	Pesos secos (kg)	% Cont. Hum.	Pesos corregidos (kg)
Piedra Chancada 1/2"	1407.9	0.561	1415.8
Arena gruesa	146.1	2.610	150.0

Material	Pesos corregidos (kg)	% Abs.	Agua aportada
Piedra Chancada 1/2"	1415.8	1.474	12.9
Arena gruesa	150.0	0.563	-3.1
Agua aportada total			9.9

Agua efectiva:

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua inicial} + \text{Agua aportada por los agregados}$$

$$\text{Agua efectiva} = 129.0 + 9.9 = 138.9$$

$$\text{Agua efectiva} = 138.9 \text{ Lt}$$

Paso 7: Diseño húmedo

En la **Tabla 31** se resume el diseño de mezclas para concreto permeable corregido por humedad, se añade la cantidad de aditivo a usar.

Tabla 31

Diseño de mezcla C. PERM -AG. ½", R a/c 0.45 corregido por humedad.

Material	Pesos húmedos para 1 m3	Tanda para 0.25 m3
Cemento	286.7 Kg/m ³	71.67 kg
Agua	138.9 L/m ³	34.71 L
Piedra Chancada 1/2"	1415.8 Kg/m ³	37.49 kg
Arena gruesa	150.0 Kg/m ³	353.94 kg
Aditivo Sikament®-290N 0.7%	1.672 L/m ³	0.42 L
Peso unitario del concreto	1992.9 Kg/m³	498.23 kg

Fuente: Autoría propia.

Paso 8: Ajuste de tanda usando la mezcla de prueba.

Se elaboró una mezcla de prueba con la tanda del diseño húmedo donde se adquirieron los resultados de la mezcla de prueba en la **Tabla 32**.

Tabla 32

Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. ½", R a/c 0.45

Ensayo	Resultado	Unidad
Asentamiento	1.2	cm
Peso Unitario del concreto fresco	1886.1	kg/m ³
Resistencia f'c a los 7 días	98.6	kg/cm ²
Relación a/c	0.45	--

Fuente: Autoría propia.

Se calcula el rendimiento de la mezcla

Rendimiento = Peso tanda de ensayo / Peso unitario de la mezcla teórica

Rendimiento = 498.23 kg / 1886.1 kg/m³

Rendimiento = 0.264 m³

Con el rendimiento se ajusta nuevamente la mezcla por metro cúbico, dando los resultados en la **Tabla 33** y las proporciones por volumen en la **Tabla 34**.

Tabla 33

Diseño final del diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.45 por m³ de mezcla

Descripción del material		Cantidad x 1m ³
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	287.4 kg/m ³
Agua	: Potable de la zona.	129.3 L
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	156.4 kg/m ³
Agregado grueso	: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherrres - Pacherrres	1313.1 kg/m ³
Aditivo	: Sikament 290N	1.67 L

Fuente: Autoría propia.

Tabla 34

Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. 1/2", R a/c 0.45

Descripción del material		Proporción
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	1
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	0.50
Agregado grueso	: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherrrez	5.04
Aditivo	: Sikament 290N	0.248
Agua	: Potable de la zona.	19.1 Lt/pie ³

Fuente: Autoría propia.

3.1.3.2 Diseños de mezcla con agregado recio: piedra chancada 3/4"

Para proceder con los 3 diseños de concreto poroso con material granular recio de 3/4", se extrajo la **Tabla 35** las cualidades físicas del material granular, ya obtenidas anteriormente, además a las correspondientes del cemento y aditivo a utilizar en la investigación.

Tabla 35

Resumen de valores resultados para el diseño de mezcla de C. PERM -AG. 3/4"

DESCRIPCIÓN	VALOR	UNIDAD
PESO UNITARIO COMPACTADO SECO		
P.U.C. Seco agregado fino	1766	kg/m ³
P.U.C. Seco agregado grueso 3/4"	1548	kg/m ³
PESO ESPECIFICO		

P. Esp. agregado grueso 3/4"	2.639 gr/cm ³
P. Esp. agregado fino	2.533 gr/cm ³
P. Esp. cemento	3.150 gr/cm ³
P. Esp. Aditivo Sikament®-290N	1.200 gr/cm ³
P. Esp. del agua	1.000 gr/cm ³
PESO ESPECIFICO MASA S.S.S.	
P. Esp. Masa S.S.S. agregado grueso 3/4"	2.673 gr/cm ³
P. Esp. Masa S.S.S. agregado fino	2.547 gr/cm ³
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	
% Abs. Agregado grueso 3/4"	1.305 %
% Abs. Agregado fino	0.563 %
CONTENIDO DE HUMEDAD	
% Cont. Hum. Agregado grueso 3/4"	0.488 %
% Cont. Hum. Agregado fino	2.610 %

Fuente: Autoría propia.

A) Diseño mezcla, concreto permeable con piedra chanchada 3/4" – R a/c 0.25

Paso 1: Selección parámetros previos

Para el diseño de C. PERM -AG. 3/4" se replicó los parámetros seleccionados para los diseños anteriores de C. PERM -AG. 1/2". Los valores seleccionados para el diseño de mezclas son:

Porcentaje de agregado fino = **10%**

Relación a/c = **0.25**

Contenido de vacíos de diseño = **20%**

Paso 2: Verificación de la resistencia mecánica del diseño

En la **Figura 34** se observa que para una cantidad de vacíos de 20% corresponde una fortaleza a la compresión de 2134 psi, equivalente a 150 kg/cm². En conclusión, el valor de resistencia compresión referencial para el diseño será:

$$f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

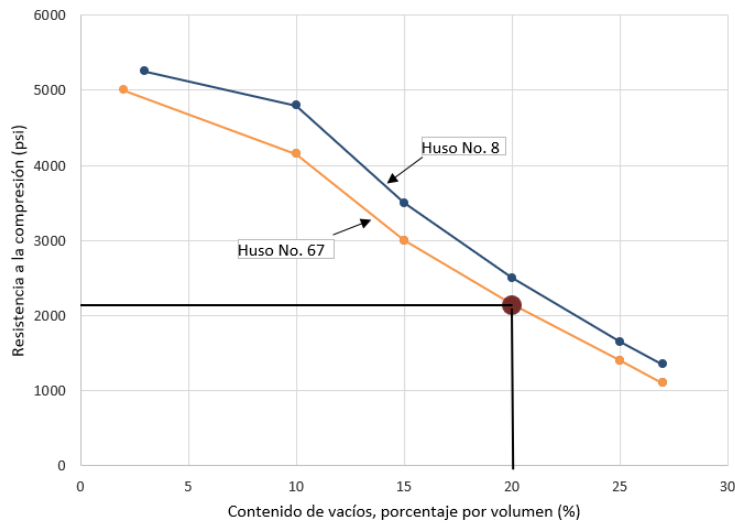


Figura 34: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. $\frac{3}{4}$ " , R a/c 0.25.
Fuente: Elaborado a partir del ACI 522R-10

Paso 3: Determinar el peso de agregado grueso y fino por m^3 de concreto poroso

Seleccionado el porcentaje de material pétreo fino de 10% y con la dimensión de partícula de material granular recio, en este caso $\frac{3}{4}$ " o Huso No. 67, se selecciona de la **Tabla 3** la relación b/b_o , siendo este el valor del volumen seco de material granular recio compactado por volumen unitario de concreto. En este caso $b/b_o = 0.93$.

Con el valor de b/b_o se evaluó a calcular el peso de material granular recio en $1 m^3$ de concreto permeable de la siguiente ecuación:

$$b/b_o = \frac{\text{Peso de Agregado grueso}}{\text{PUCS Agregado grueso}}$$

Conociendo los valores de:

$$b/b_o = 0.93$$

$$\text{PUCS agregado grueso } \frac{3}{4}'' = 1548 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado fino} = 2533 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado grueso } \frac{3}{4}'' = 2639 \text{ kg/m}^3$$

El valor de Peso de agregado grueso (P_{ag}) se calcula de la siguiente manera:

$$P_{ag} = 0.93 \times 1548 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1m^3$$

$$\mathbf{P_{ag} = 1439.6 \text{ kg}}$$

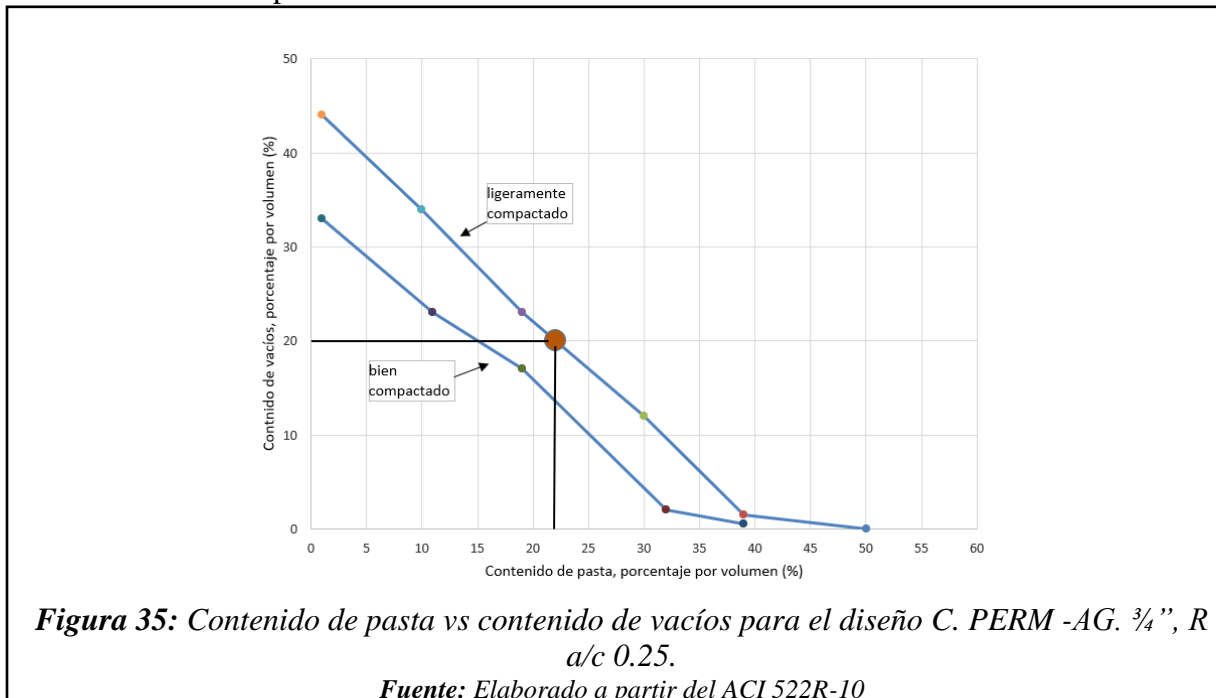
El valor de Peso de agregado fino (Paf) se calcula a partir de:

$$Paf = Pag \times \left(\frac{0.10}{1 - 0.10} \right) \times \frac{Pesp\ af}{Pesp\ ag}$$

$$Pagf = 144.1\text{ kg}$$

Paso 4: Selección del porcentaje de pasta de cemento y cálculo del volumen de pasta

El concreto permeable realizado en esta investigación se realizó con una compactación ligera, además que el contenido de vacíos sea de 20%, de la **Figura 35** se adquirirá la dosificación de pasta en volumen.



El porcentaje de pasta en volumen obtenido del gráfico anterior es:

$$\text{Contenido de pasta} = 22\%$$

Con el contenido de pasta y conociendo los valores de:

$$P. \text{ Esp. Cemento} = 3.15\text{ gr/cm}^3$$

$$P. \text{ Esp. Agua} = 1000\text{ kg/m}^3$$

$$R\ a/c = 0.25$$

$$Vp = 22\%$$

Se procede a calcular el peso de cemento para un volumen de pasta de 1 m^3 .

$$Vp = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.25 * c}{1000}$$

Entonces el peso del cemento para 1 m³ de pasta sería:

$$c = \left[\frac{0.22}{\left(\frac{1}{3.15}\right) + 0.25} \right] \times 1000$$

c = Peso del cemento = 387.7 kg

Se calcula el peso del agua “Pw”

$$P_w = R_{a/c} \times P_c$$

P_w = 96.9 kg

Paso 5: Cálculo de los volúmenes absolutos

Con los pesos saturados superficialmente secos obtenidos de cada material y los pesos específicos de estos, se procede a calcular los volúmenes absolutos.

Material	Pesos SSS (kg)	Pesos específicos (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	387.7	3150.0	0.123
Agua	96.9	1000.0	0.097
Piedra Chancada 3/4"	1439.6	2638.8	0.546
Arena gruesa	144.1	2532.9	0.057
	Contenido de vacíos		0.200
	Volumen total		1.000

Paso 6: Corrección por humedad y absorción.

Teniendo en cuenta que la dosificación se trabajó los pesos secos de los agregados, se procederá corregir con el contenido de humedad obtenida de los ensayos anteriores, así como también obtener la nueva cantidad de agua usada en el diseño de mezcla debido al aporte de agua que brindan los agregados. Se tendrán en cuenta las siguientes igualdades.

Corrección por humedad:

Pagregado húmedo = Pagregado seco x (1+ %Cont. Hum.)

Agua aportada por agregado = Pagregado húmedo x (%Abs. - %Cont. Hum.)

Material	Pesos secos (kg)	% Cont. Hum.	Pesos corregidos (kg)
Piedra Chancada 3/4"	1439.6	0.488	1446.6
Arena gruesa	144.1	2.610	147.9

Material	Pesos corregidos	% Abs.	Agua aportada
Piedra Chancada 3/4"	1446.6	1.305	11.8
Arena gruesa	147.9	0.563	-3
Agua portada total			8.8

Agua efectiva:

Agua efectiva = Agua inicial + Agua aportada por los agregados

Agua efectiva = 96.9 + 8.8 = 105.7

Agua efectiva = 105.7 Lt

Paso 7: Diseño húmedo

Adicionalmente para el diseño de esta investigación se hará uso del aditivo Sikament®-290N en un porcentaje de 0.7% del peso del cemento y teniendo en cuenta su peso específico de 1.2 Lt/m³. En la **Tabla 36** se resume el diseño de mezclas para concreto permeable corregido por humedad.

Tabla 36

Diseño de mezcla C. PERM -AG. 3/4" R a/c 0.25 corregido por humedad.

Material	Pesos húmedos para 1 m ³	Tanda para 0.25 m ³
Cemento	387.7 Kg/m ³	96.92 kg
Agua	105.7 L/m ³	26.43 L
Piedra Chancada 3/4"	1446.6 Kg/m ³	361.66 kg
Arena gruesa	147.9 Kg/m ³	36.96 kg
Aditivo Sikament®-290N 0.7%	2.262 L/m ³	0.57 L
Peso unitario del concreto	2090.2 Kg/m³	522.54 kg

Fuente: Autoría propia

Paso 8: Ajuste de tanda usando la mezcla de prueba.

Se elaboró una mezcla de prueba con la tanda del diseño húmedo donde se obtuvieron los siguientes resultados de la mezcla de prueba en la **Tabla 37**.

Tabla 37

Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.25

Ensayo	Resultado	Unidad
Asentamiento	0.0	cm
Peso Unitario del concreto fresco	1944.4	kg/m ³
Resistencia f'c a los 7 días	125.9	kg/cm ²
Relación a/c	0.25	--

Fuente: Autoría propia

Se calcula el rendimiento de la mezcla

Rendimiento = Peso tanda de ensayo / Peso unitario de la mezcla teórica

Rendimiento = 522.54 kg / 1944.4 kg/m³

Rendimiento = 0.269 m³

Con el rendimiento se ajusta nuevamente la mezcla por metro cúbico, dando los resultados en la **Tabla 38** y las proporciones por volumen en la **Tabla 39**.

Tabla 38

Diseño final del diseño C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.25 por m³ de mezcla

Descripción del material		Cantidad x 1m ³
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	397.2 kg/m ³
Agua	: Potable de la zona.	99.3 L
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	129.0 kg/m ³
Agregado grueso	: Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherres - Pacherres	1318.8 kg/m ³
Aditivo	: Sikament 290N	2.26 L

Fuente: Autoría propia.

Tabla 39

Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.25

Descripción del material		Proporción
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	1
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	0.3
Agregado grueso	: Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherrez	3.5
Aditivo	: Sikament 290N	0.248
Agua	: Potable de la zona.	10.6 Lt/pie ³

Fuente: Autoría propia.

B) Diseño mezcla, concreto permeable con piedra chanchada $\frac{3}{4}$ " – R a/c 0.35

Paso 1: Selección parámetros previos

Se seleccionan los parámetros para el diseño de mezcla similar al diseño anterior. Los valores seleccionados para el diseño de mezcla C. PERM -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a/c 0.35 son:

Porcentaje de agregado fino = **10%**

Relación a/c = **0.35**

Contenido de vacíos de diseño = **20%**

Paso 2: Verificación de la resistencia mecánica del diseño

De la **Figura 36**, con el contenido de vacíos se obtiene el valor de resistencia a la compresión referencial para el diseño, el cual es:

$$f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$$

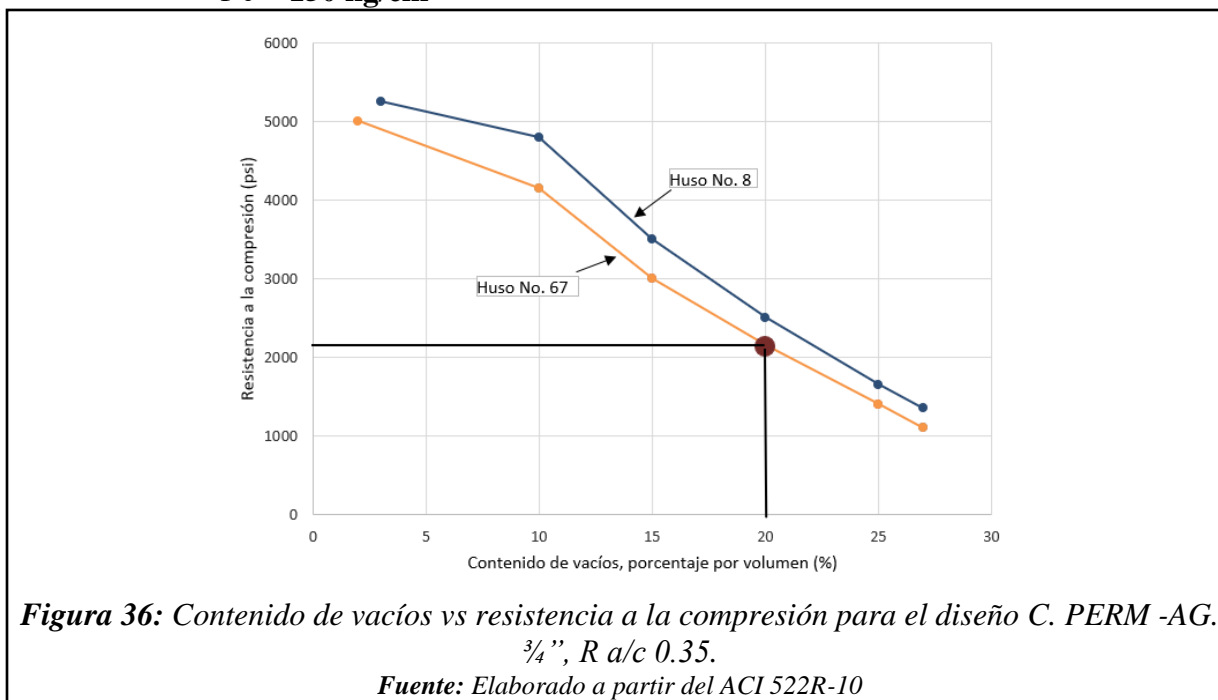


Figura 36: Contenido de vacíos vs resistencia a la compresión para el diseño C. PERM -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a/c 0.35.

Fuente: Elaborado a partir del ACI 522R-10

Paso 3: Determinar el peso de agregado grueso y fino por metro cubico de concreto permeable

Con el porcentaje de agregado fino de 10% y con el tamaño de partícula de agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " o Huso No. 67, se selecciona de la **Tabla 3** la relación b/bo igual 0.93.

Teniendo los valores de:

$$b/b_o = 0.93$$

$$\text{PUCS agregado grueso } \frac{3}{4}'' = 1548 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado fino} = 2533 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado grueso } \frac{3}{4}'' = 2639 \text{ kg/m}^3$$

El valor de Peso de agregado grueso (Pag) se calcula de la siguiente manera:

$$Pag = 0.93 \times 1548 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1\text{m}^3$$

$$\mathbf{Pag = 1439.6 \text{ kg}}$$

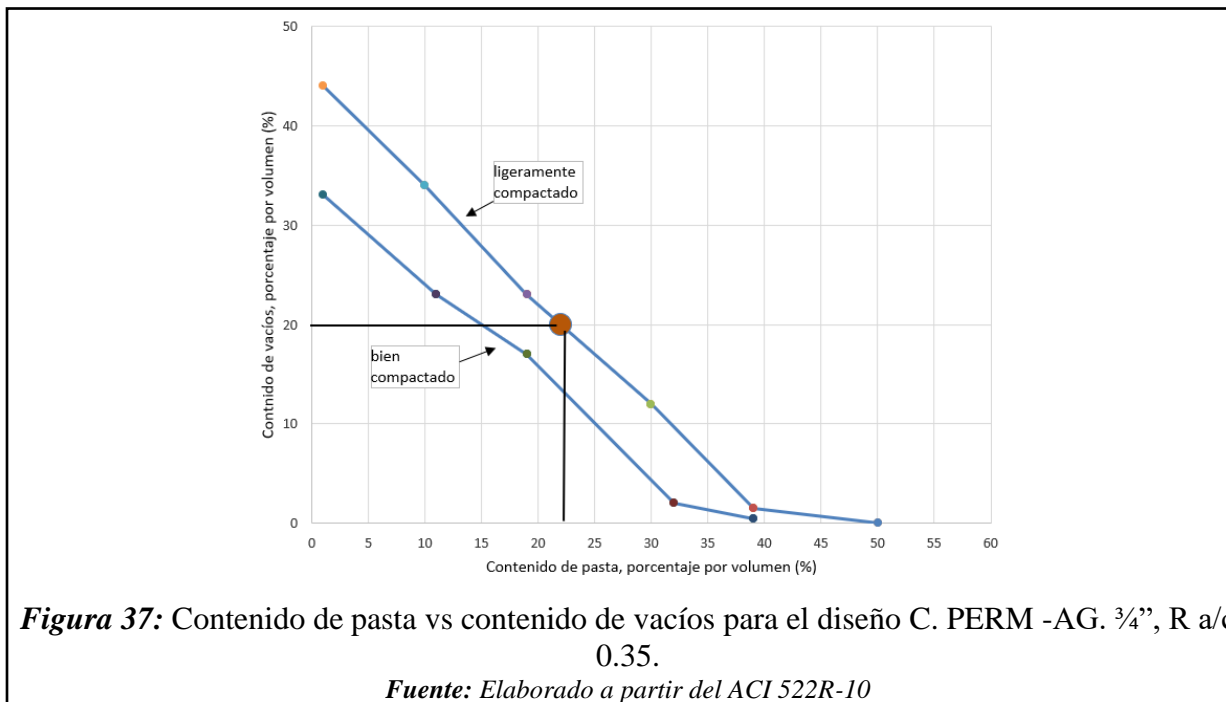
El valor de Peso de agregado fino (Paf) se calcula a partir de:

$$Paf = Pag \times \left(\frac{0.10}{1 - 0.10} \right) \times \frac{P_{esp \text{ af}}}{P_{esp \text{ ag}}}$$

$$\mathbf{Paf = 144.1 \text{ kg}}$$

Paso 4: Selección del porcentaje de pasta de cemento y cálculo del volumen de pasta

Este diseño de concreto permeable realizado en esta investigación se realizó con una compactación ligera, además que el contenido de vacíos sea de 20%, de la **Figura 37** se obtiene el porcentaje de pasta en volumen.



Con el contenido de pasta y conociendo los valores de:

$$P. \text{ Esp. Cemento} = 3.15 \text{ gr/cm}^3$$

$$P. \text{ Esp. Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$R \text{ a/c} = 0.35$$

$$V_p = 22\%$$

Se procede a calcular el peso de cemento para un volumen de pasta de 1 m^3 .

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.35 * c}{1000}$$

Entonces el peso del cemento para 1 m^3 de pasta sería:

$$c = \left[\frac{0.22}{\left(\frac{1}{3.15} \right) + 0.35} \right] \times 1000$$

$$c = \text{Peso del cemento} = 329.6 \text{ kg}$$

Se calcula el peso del agua "Pw"

$$P_w = R \text{ a/c} \times P_c$$

$$P_w = 115.4 \text{ kg}$$

Paso 5: Cálculo de los volúmenes absolutos

Con los pesos saturados superficialmente secos obtenidos de cada material y los pesos específicos de estos, se procede a calcular los volúmenes absolutos.

Material	Pesos SSS (kg)	Pesos específicos (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	329.6	3150	0.105
Agua	115.4	1000	0.115
Piedra Chancada 3/4"	1439.6	2638.8	0.546
Arena gruesa	143.9	2532.9	0.057
	Contenido de vacíos		0.200
	Volumen total		1.000

Paso 6: Corrección por humedad y absorción.

Teniendo en cuenta las siguientes igualdades, se procedió al cálculo.

$$\text{Pagregado húmedo} = \text{Pagregado seco} \times (1 + \% \text{Cont. Hum.})$$

$$\text{Agua aportada por agregado} = \text{Pagregado húmedo} \times (\% \text{Abs.} - \% \text{Cont. Hum.})$$

Material	Pesos secos (kg)	% Cont. Hum.	Pesos corregidos (kg)
Piedra Chancada 3/4"	1439.6	0.488	1446.6
Arena gruesa	143.9	2.610	147.7

Material	Pesos corregidos	% Abs.	Agua aportada
Piedra Chancada 3/4"	1446.6	1.305	11.8
Arena gruesa	147.7	0.563	-3.0
Agua portada total			8.8

Agua efectiva:

Agua efectiva = Agua inicial + Agua aportada por los agregados

Agua efectiva = 115.4 + 8.8 = 125.2

Agua efectiva = 124.2 Lt

Paso 7: Diseño húmedo

En la **Tabla 40** se resume el diseño de mezclas para concreto permeable corregido por humedad, se añade la cantidad de aditivo a usar.

Tabla 40

Diseño de mezcla C. PERM -AG. ¾", R a/c 0.35 corregido por humedad.

Material	Pesos húmedos para 1 m ³	Tanda para 0.048 m ³
Cemento	329.6 Kg/m ³	15.73 kg
Agua	124.2 L/m ³	5.93 L
Piedra Chancada 3/4"	1446.6 Kg/m ³	69.02 kg
Arena gruesa	147.7 Kg/m ³	7.05 kg
Aditivo Sikament®-290N 0.7%	1.923 L/m ³	0.09 L
Peso unitario del concreto	2050.0 Kg/m³	97.81 kg

Fuente: Autoría propia

Paso 8: Ajuste de tanda usando la mezcla de prueba.

Se elaboró una mezcla de prueba con la tanda del diseño húmedo donde se obtuvieron los siguientes resultados de la mezcla de prueba en la **Tabla 41**.

Tabla 41*Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.35*

Ensayo	Resultado	Unidad
Asentamiento	1.0	cm
Peso Unitario del concreto fresco	1901.0	kg/m ³
Resistencia f'c a los 7 días	106.3	kg/cm ²
Relación a/c	0.35	--

Fuente: Autoría propia

Se calcula el rendimiento de la mezcla

Rendimiento = Peso tanda de ensayo / Peso unitario de la mezcla teórica

Rendimiento = 97.81 kg / 1901.0 kg/m³

Rendimiento = 0.052 m³

Con el rendimiento se ajusta nuevamente la mezcla por metro cúbico, dando los resultados en la **Tabla 42** y las proporciones por volumen en la **Tabla 43**.

Tabla 42*Diseño final del diseño C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.35 por m³ de mezcla*

Descripción del material		Cantidad x 1m ³
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	323.3 kg/m ³
Agua	: Potable de la zona.	113.2 L
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	149.9 kg/m ³
Agregado grueso	: Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherres - Pacherres	1314.6 kg/m ³
Aditivo	: Sikament 290N	1.92 L

*Fuente: Autoría propia***Tabla 43***Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.35*

Descripción del material		Proporción
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	1
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	0.43
Agregado grueso	: Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherrez	4.29
Aditivo	: Sikament 290N	0.248
Agua	: Potable de la zona.	14.9 Lt/pie ³

Fuente: Autoría propia

C) Diseño mezcla, concreto permeable con piedra chanchada $\frac{3}{4}$ " – R a/c 0.45

Paso 1: Selección parámetros previos

Se seleccionan los parámetros para el diseño de mezcla similar al diseño anterior. Los valores seleccionados para el diseño de mezcla C. PERM -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a/c 0.45 son:

Porcentaje de agregado fino = **10%**

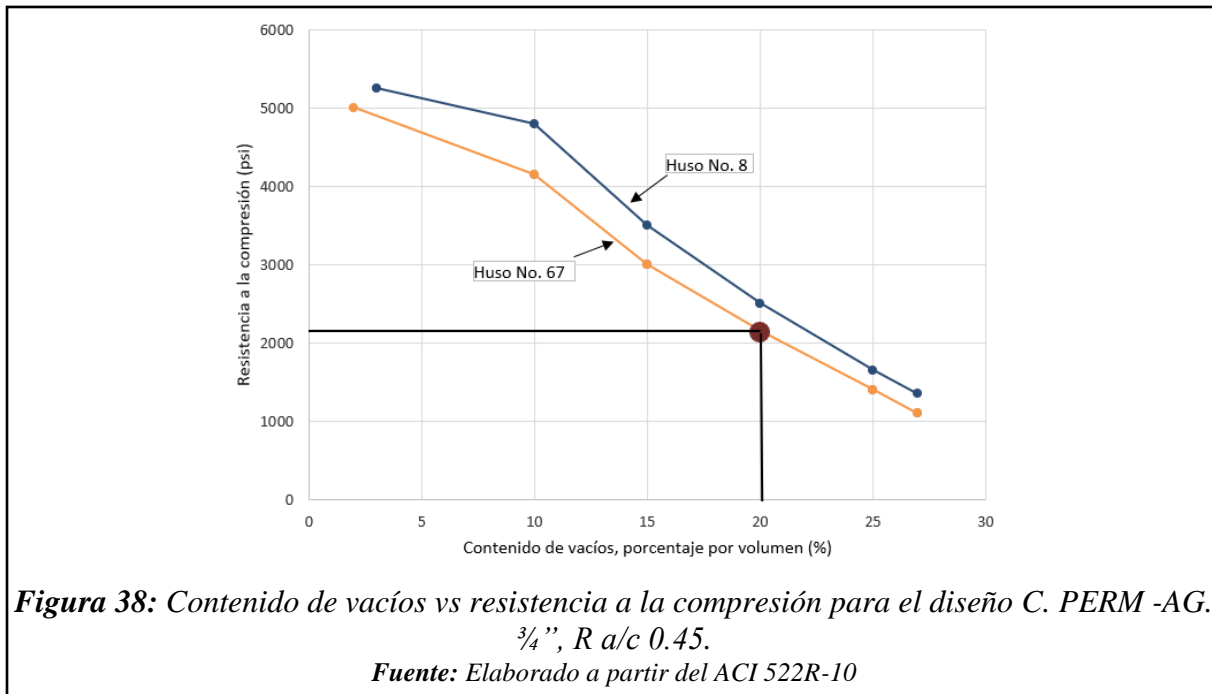
Relación a/c = **0.45**

Contenido de vacíos de diseño = **20%**

Paso 2: Verificación de la resistencia mecánica del diseño

De la **Figura 38**, con el contenido de vacíos se obtiene el valor de resistencia a la compresión referencial para el diseño, el cual es:

$$f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$$



Paso 3: Determinar el peso de agregado grueso y fino por metro cubico de concreto permeable

Con el porcentaje de agregado fino de 10% y con el tamaño de partícula de agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " o Huso No. 67, se selecciona de la **Tabla 3** la relación b/bo igual 0.93.

Teniendo los valores de:

$$b/b_o = 0.93$$

$$\text{PUCS agregado grueso } \frac{3}{4}'' = 1548 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado fino} = 2533 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{P. Esp. agregado grueso } \frac{3}{4}'' = 2639 \text{ kg/m}^3$$

El valor de Peso de agregado grueso (Pag) se calcula de la siguiente manera:

$$P_{ag} = 0.93 \times 1548 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 1\text{m}^3$$

$$\mathbf{P_{ag} = 1439.6 \text{ kg}}$$

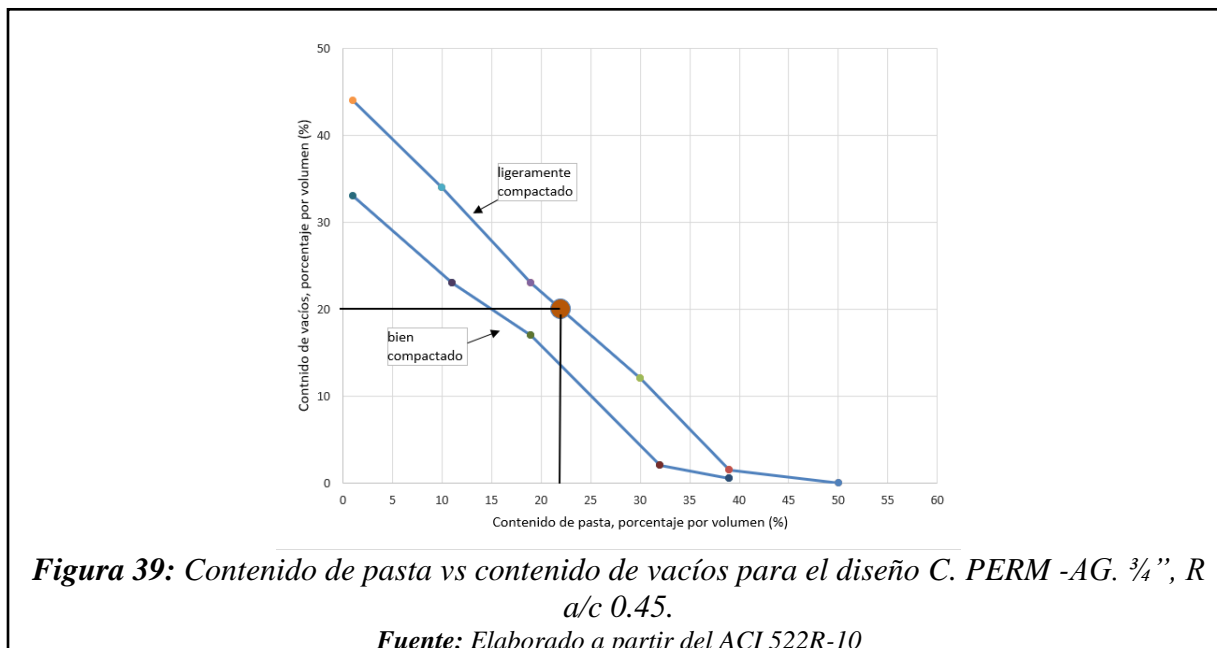
El valor de Peso de agregado fino (Paf) se calcula a partir de:

$$P_{af} = P_{ag} \times \left(\frac{0.10}{1 - 0.10} \right) \times \frac{P_{esp \text{ af}}}{P_{esp \text{ ag}}}$$

$$\mathbf{P_{af} = 153.5 \text{ kg}}$$

Paso 4: Selección del porcentaje de pasta de cemento y cálculo del volumen de pasta

Este diseño de concreto permeable realizado en esta investigación se realizó con una compactación ligera, además que el contenido de vacíos sea de 20%, de la **Figura 39** se obtiene el porcentaje de pasta en volumen.



Con el contenido de pasta y conociendo los valores de:

$$\text{P. Esp. Cemento} = 3.15 \text{ gr/cm}^3$$

$$P. \text{ Esp. Agua} = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$R \text{ a/c} = 0.45$$

$$V_p = 22\%$$

Se procede a calcular el peso de cemento para un volumen de pasta de 1m^3 .

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.45 * c}{1000}$$

Entonces el peso del cemento para 1 m^3 de pasta sería:

$$c = \left[\frac{0.22}{\left(\frac{1}{3.15}\right) + 0.45} \right] \times 1000$$

$$c = \text{Peso del cemento} = 286.7 \text{ kg}$$

Se calcula el peso del agua "Pw"

$$P_w = R \text{ a/c} \times P_c$$

$$P_w = 129.0 \text{ kg}$$

Paso 5: Cálculo de los volúmenes absolutos

Con los pesos saturados superficialmente secos obtenidos de cada material y los pesos específicos de estos, se procede a calcular los volúmenes absolutos.

Material	Pesos SSS (kg)	Pesos específicos (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	286.7	3150	0.091
Agua	129.0	1000	0.129
Piedra Chancada 3/4"	1439.6	2638.8	0.546
Arena gruesa	153.5	2532.9	0.061
	Contenido de vacíos		0.200
	Volumen total		1.000

Paso 6: Corrección por humedad y absorción.

Teniendo en cuenta las siguientes igualdades, se procedió al cálculo.

Pagregado húmedo = Pagregado seco x (1+ %Cont. Hum.)

Agua aportada por agregado = Pagregado húmedo x (%Abs. - %Cont. Hum.)

Material	Pesos secos (kg)	% Cont. Hum.	Pesos corregidos (kg)
Piedra Chancada 3/4"	1439.6	0.488	1446.6
Arena gruesa	153.5	2.610	157.5

Material	Pesos corregidos	% Abs.	Agua aportada
Piedra Chancada 3/4"	1446.6	1.305	11.8
Arena gruesa	147.7	0.563	-3.2
Agua portada total			8.6

Agua efectiva:

Agua efectiva = Agua inicial + Agua aportada por los agregados

Agua efectiva = 129.0 + 8.6 = 137.6

Agua efectiva = 137.6 Lt

Paso 7: Diseño húmedo

En la **Tabla 44** se resume el diseño de mezclas para concreto permeable corregido por humedad, se añade la cantidad de aditivo a usar.

Tabla 44

Diseño de mezcla C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.45 corregido por humedad.

Material	Pesos húmedos para 1 m ³	Tanda para 0.25 m ³
Cemento	286.7 Kg/m ³	74.67 kg
Agua	137.6 L/m ³	34.4 L
Piedra Chancada 3/4"	1446.6 Kg/m ³	361.66 kg
Arena gruesa	157.5 Kg/m ³	39.39 kg
Aditivo Sikament®-290N 0.7%	1.672 L/m ³	0.42 L
Peso unitario del concreto	2030.1 Kg/m³	507.53 kg

Fuente: Autoría propia

Paso 8: Ajuste de tanda usando la mezcla de prueba.

Se elaboró una mezcla de prueba con la tanda del diseño húmedo donde se obtuvieron los siguientes resultados de la mezcla de prueba en la **Tabla 45**.

Tabla 45*Resultados de la mezcla prueba C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.45*

Ensayo	Resultado	Unidad
Asentamiento	1.2	cm
Peso Unitario del concreto fresco	1830.2	kg/m ³
Resistencia f'c a los 7 días	99.9	kg/cm ²
Relación a/c	0.45	--

Fuente: Autoría propia

Se calcula el rendimiento de la mezcla

Rendimiento = Peso tanda de ensayo / Peso unitario de la mezcla teórica

Rendimiento = 507.53 kg / 1830.2 kg/m³

Rendimiento = 0.277 m³

Con el rendimiento se ajusta nuevamente la mezcla por metro cúbico, dando los resultados en la **Tabla 46** y las proporciones por volumen en la **Tabla 47**.

Tabla 46*Diseño final del diseño C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.45 por m³ de mezcla*

Descripción del material		Cantidad x 1m ³
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	270.4 kg/m ³
Agua	: Potable de la zona.	121.7 L
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	173.1 kg/m ³
Agregado grueso	: Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherres - Pacherres	1265.0 kg/m ³
Aditivo	: Sikament 290N	1.67 L

*Fuente: Autoría propia***Tabla 47***Proporción en volumen del diseño C. PERM -AG. 3/4", R a/c 0.45*

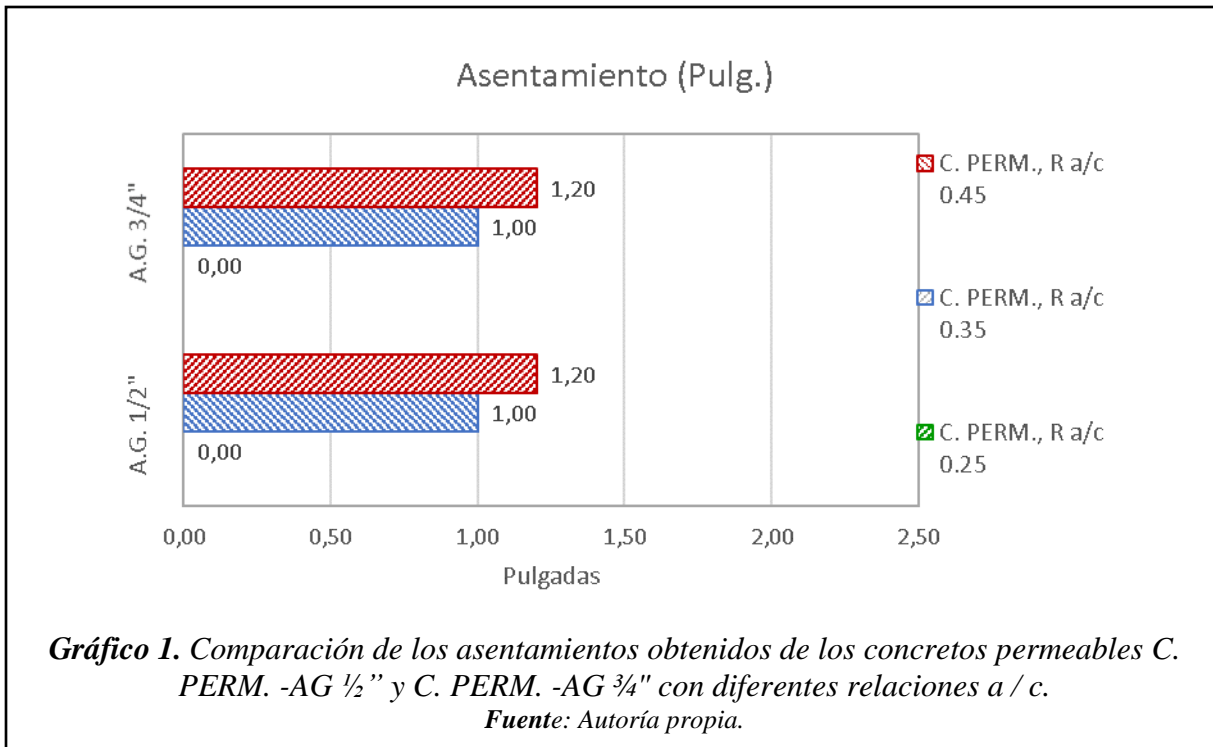
Descripción del material		Proporción
Cemento	: Tipo I - PACASMAYO.	1
Agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo	0.59
Agregado grueso	: Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherrez	4.94
Aditivo	: Sikament 290N	0.248
Agua	: Potable de la zona.	19.1 Lt/pie ³

Fuente: Autoría propia

3.1.4 Evaluación de las propiedades físicas del concreto permeable

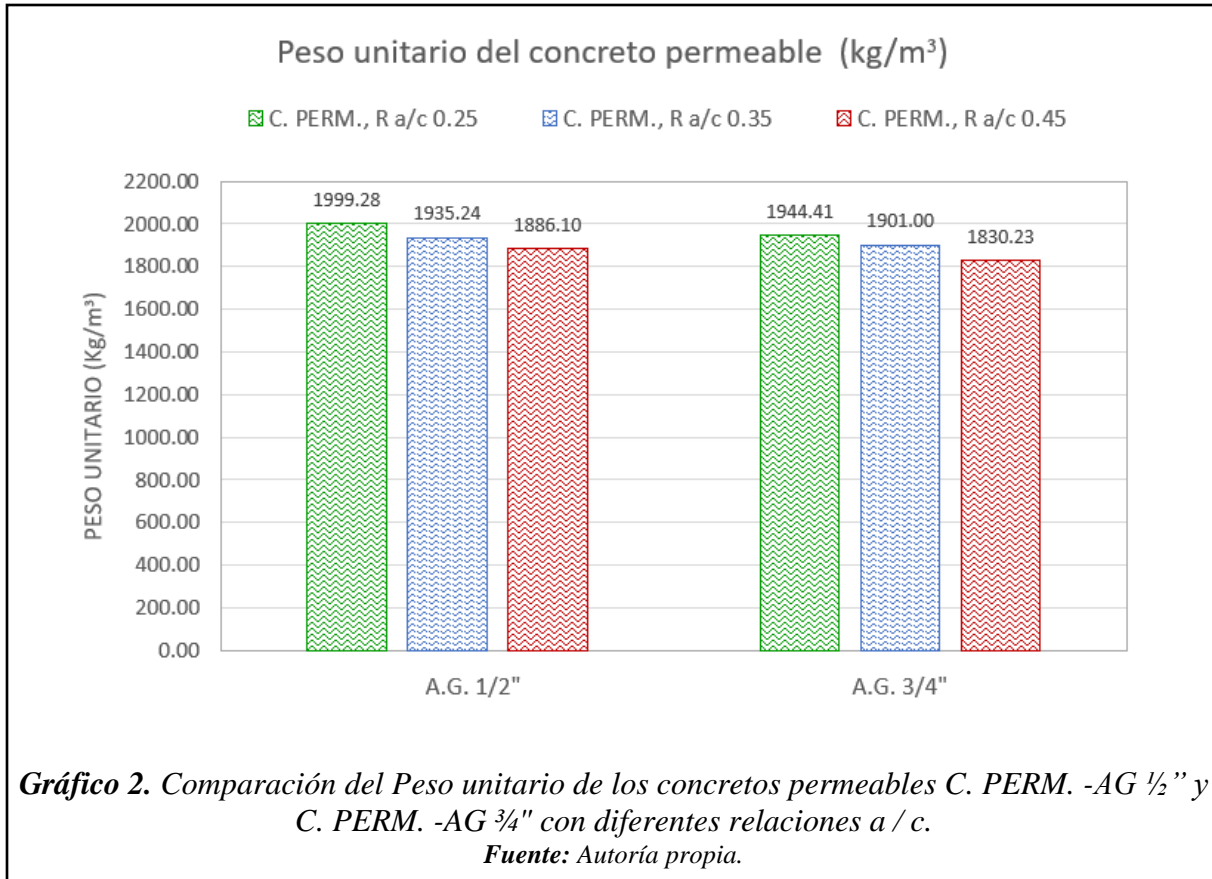
3.1.4.1 Medición del asentamiento de las mezclas de concreto permeable

En el **Gráfico 1**, se aprecia la comparativa entre los diseños de concreto poroso con material granular recio $\frac{3}{4}$ " y material granular recio $\frac{1}{2}$ ", observando que para ambos diseños el asentamiento varía en un rango de 0 cm a 1.2 cm, demostrando que las mezclas de concreto permeable no poseen una gran trabajabilidad. El sustento de los resultados se encuentra en el **Anexo 13**.



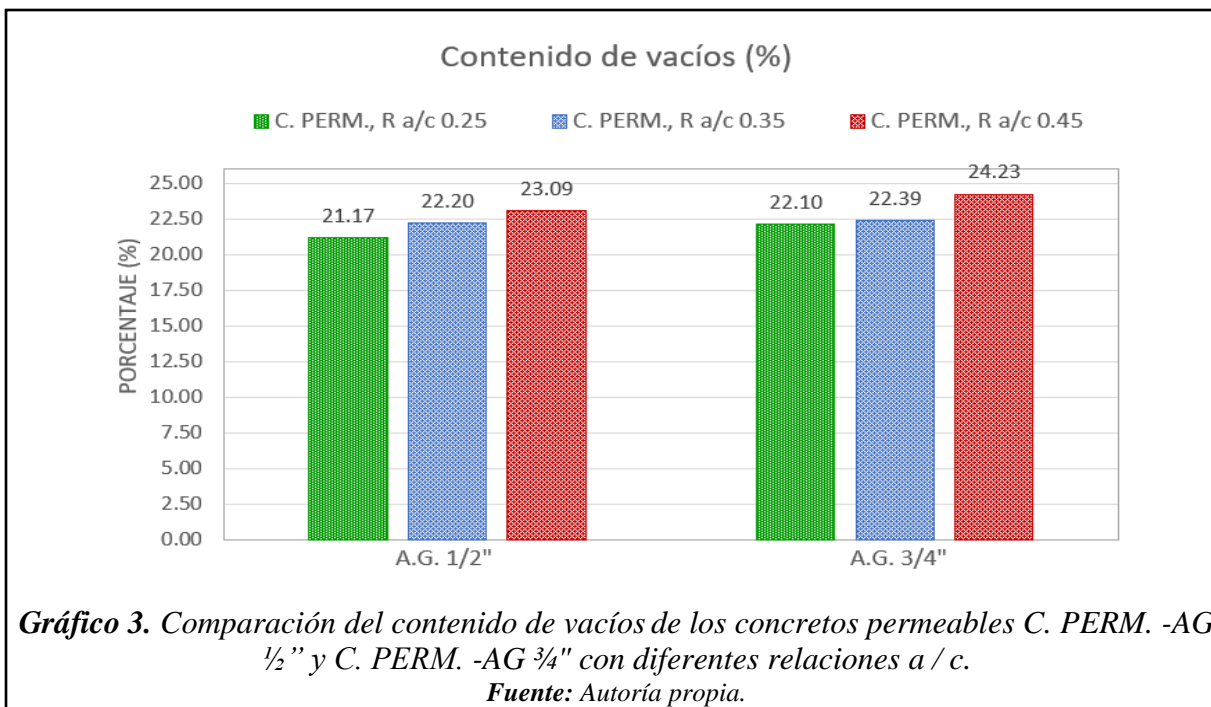
3.1.4.2 Peso unitario de las mezclas de concreto permeable

En la **Gráfico 3** se muestra que conforme se aumenta la cuantía de H₂O en el diseño, tanto para el C. PERM. -AG $\frac{1}{2}$ " y C. PERM. -AG $\frac{3}{4}$ ", el peso unitario del concreto permeable va en decrecimiento considerable. Además, se observa que para todas las relaciones agua cemento, los pesos unitarios de C. PERM. -AG $\frac{1}{2}$ " siempre son de mayor valor a los pesos unitarios conseguidos del C. PERM. -AG $\frac{3}{4}$ ". El sustento de los resultados se encuentra en el **Anexo 14**.



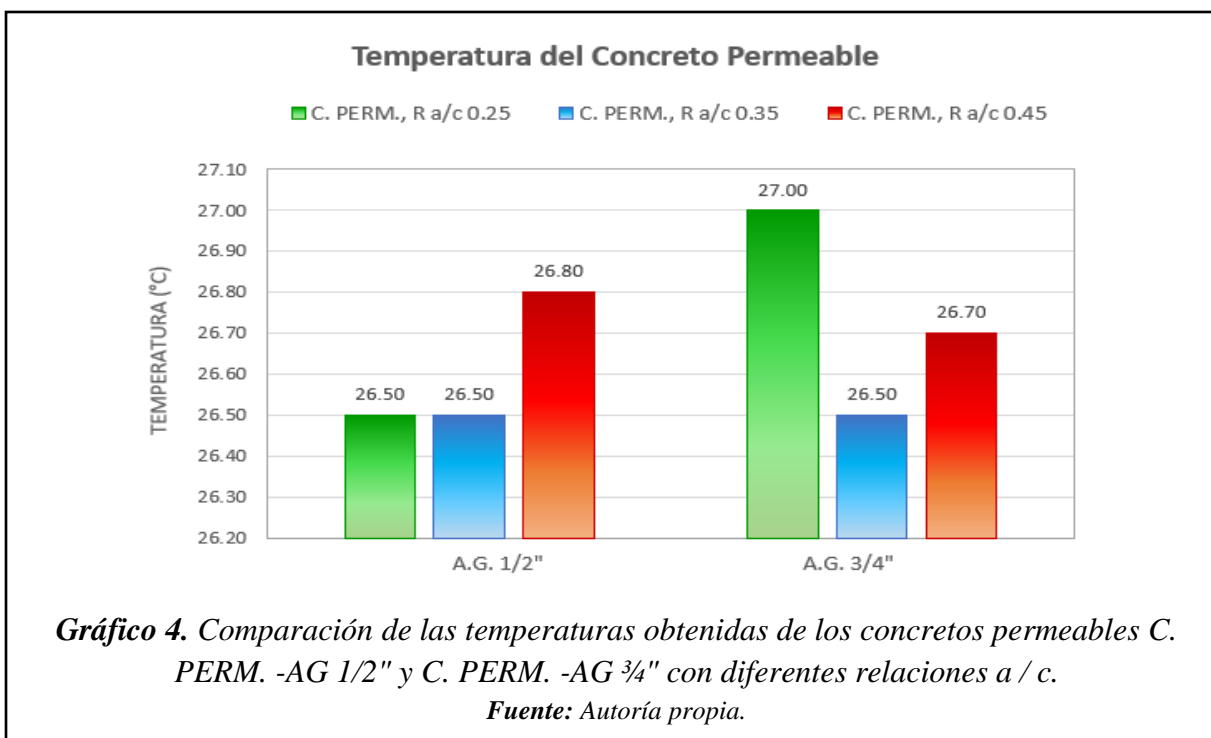
3.1.4.3 Contenido de vacíos de las mezclas de concreto permeable

Los resultados obtenidos de la prueba de cantidad de vacíos del concreto poroso se esquematizan en el **Gráfico 3**. En el gráfico se aprecia a que mayor cuantía de H₂O en las dosificaciones de concreto poroso, mayor es su contenido de vacíos. Los porcentajes de contenido de vacíos para los diseños de C. PERM. -AG 1/2" oscilan entre 21.17% a 23.09%, en cambio los diseños de C. PERM. -AG 3/4" los porcentajes varían de 22.10% a 24.23%; demostrando que para el C. PERM. -AG 3/4" presenta mayor contenido de vacíos. En el **Anexo 14** se aprecia el informe que verifica los valores obtenidos.



3.1.4.4 Temperatura de las mezclas de concreto permeable

No se aprecia una tendencia marcada en los valores de temperatura en ninguno de los diseños, en estos valores aleatorios de temperatura se observa una variación máxima de 0.5°C como se demuestra en el **Gráfico 4**. En el **Anexo 15** se aprecia el informe que verifica los valores obtenidos.

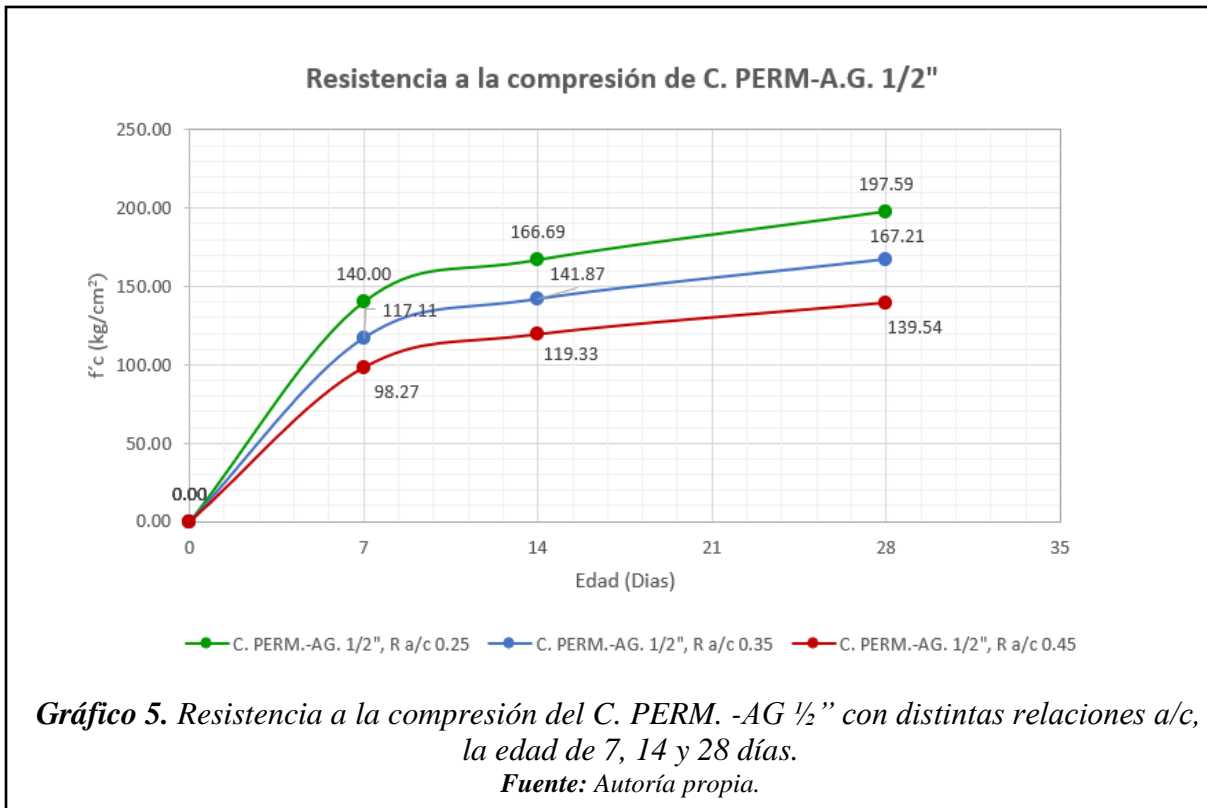


3.1.5 Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto permeable

3.1.5.1 Resistencia a la compresión axial

A) Resistencia a la compresión del C. PERM. -AG ½” con las distintas relaciones agua-cemento de 0.25, 0.35 y 0.45, a la edad de 7, 14 y 28 días.

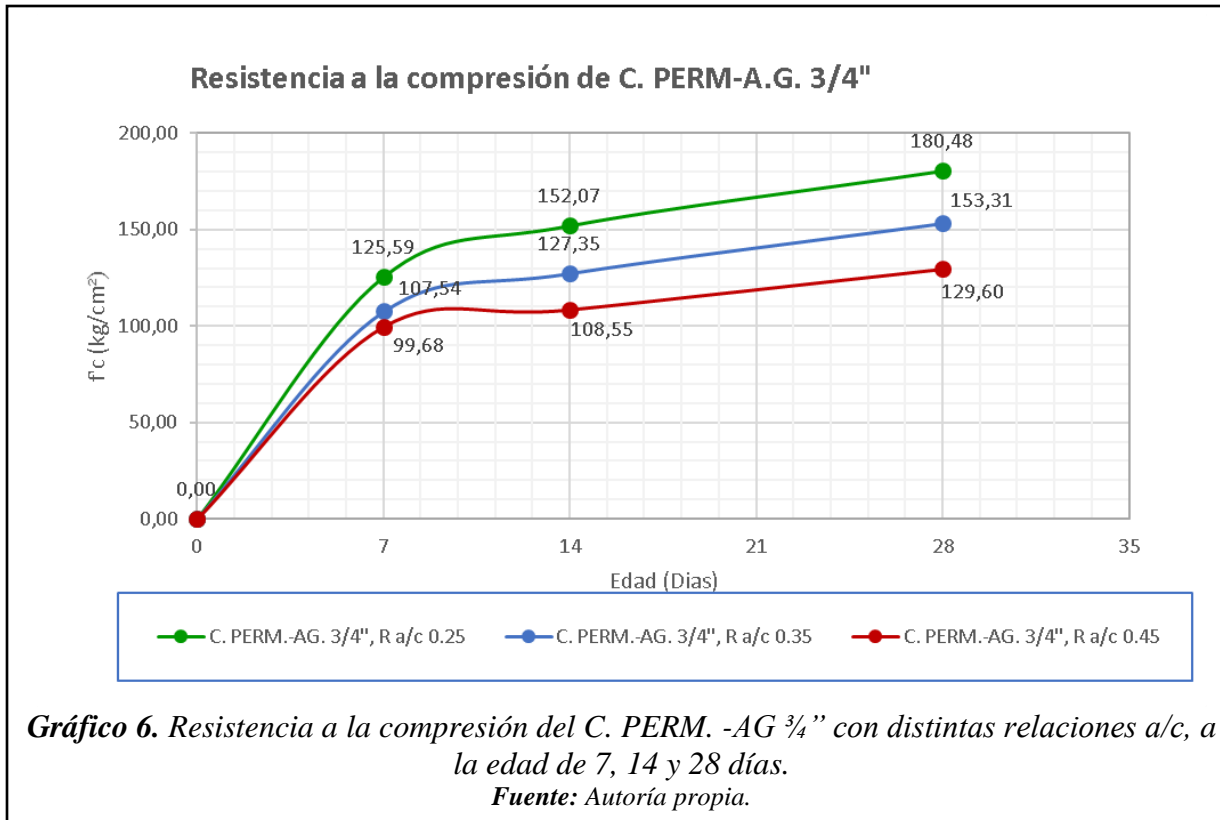
En la **Gráfica 5** se muestran los valores adquiridos de las pruebas de fortaleza a la compresión de testigos de concreto para el C. PERM. -AG ½” con distintas relaciones a / c. Los cálculos detallados de la prueba que se encuentran en el **Anexo 16**.



De lo anterior se interpreta que el enlace agua/cemento es un factor trascendental para la resistencia mecánica del concreto permeable. Tomando como base el C. PERM. -AG ½” con R a/c de 0.25, existe una reducción de la fortaleza a la compresión de 15.4% cuando la relación a/c aumenta a 0.35; y una disminución inclusive mayor de 29.4% cuando la relación a/c aumenta a 0.45, todos estos datos al tiempo de 28 días de curado.

B) Resistencia a la compresión del C. PERM. -AG 3/4" con las distintas relaciones agua-cemento de 0.25, 0.35 y 0.45, a la edad de 7, 14 y 28 días.

En la **Gráfica 6** se observan los resultados adquiridos de las pruebas de fortaleza a la compresión de testigos de concreto para el C. PERM. -AG 3/4" con distintas relaciones a / c. Los cálculos mostrados en la prueba que se encuentran en el **Anexo 16**.

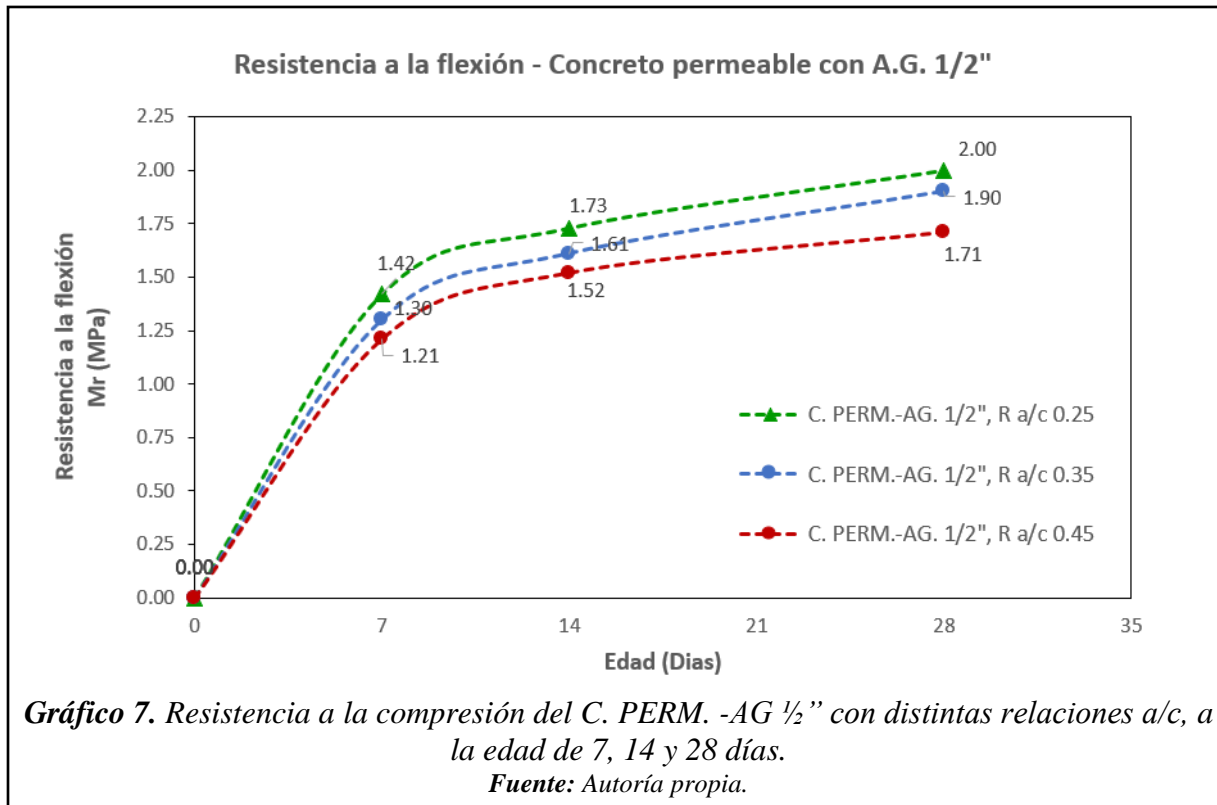


Similarmente al C. PERM. -AG 1/2", el enlace agua/cemento influye de forma drástica en la resistencia mecánica del concreto permeable. De igual manera se tomó como base el C. PERM. -AG 3/4" con R a/c de 0.25, demostrando una reducción de la fortaleza la compresión de 15.1% cuando la relación a/c aumenta a 0.35; y una disminución inclusive mayor de 28.2% cuando la relación a/c aumenta a 0.45, todos estos resultados obtenidos a la edad de 28 días de curado.

3.1.5.2 Resistencia a la flexión

A) Resistencia a flexión del C. PERM. -AG ½” con las distintas relaciones agua-cemento de 0.25, 0.35 y 0.45, a la edad de 7, 14 y 28 días.

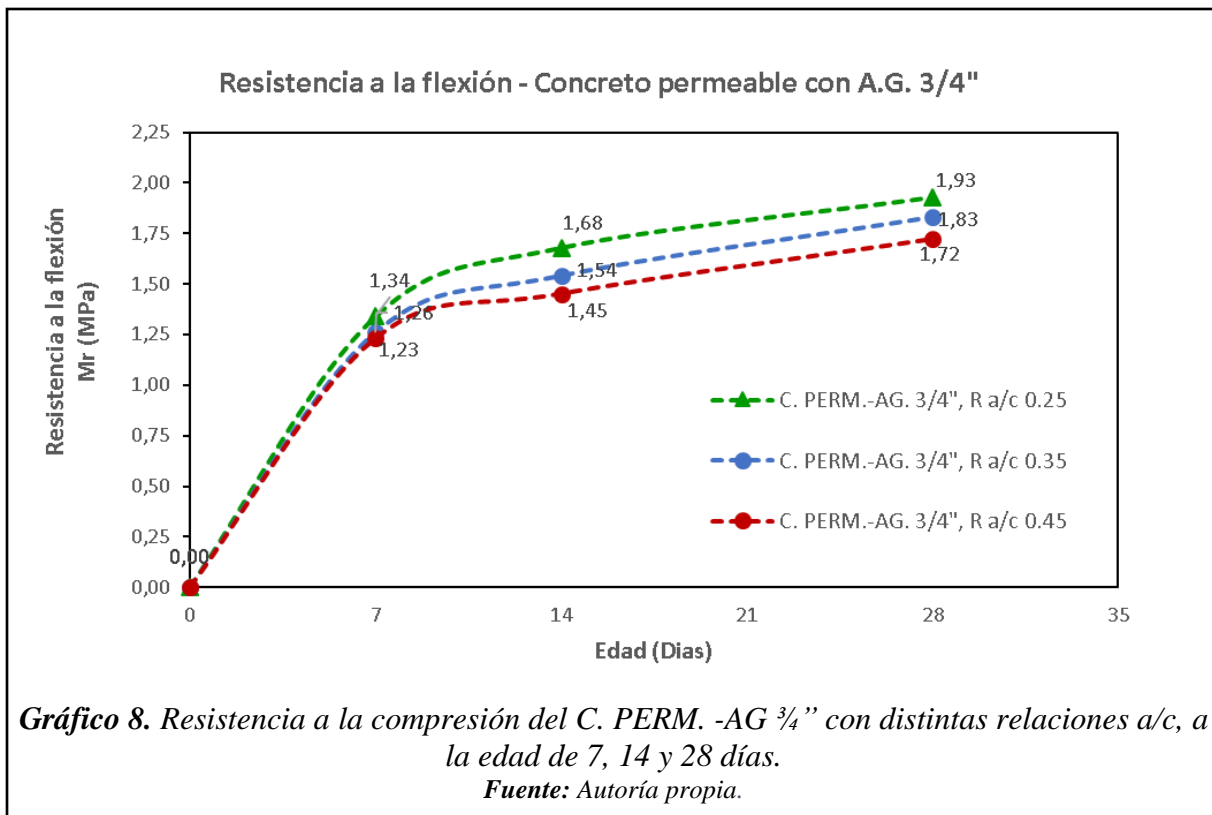
En el **Anexos 17** se muestran los cálculos detallados de los resultados obtenidos de la prueba de fortaleza a la flexión en viguetas de concreto poroso del diseño de mezcla C. PERM. -AG ½”, dichos resultados se esquematizados gráficamente en el **Gráfico 7**.



Los valores de la prueba a la flexión de vigas curadas a los 28 días, muestra al diseño C. PERM. -A.G. ½” con R a/c de 0.25 como el diseño de concreto poroso con mayor valor de Mr igual a 2 MPa; comparando con los diseños con relaciones a / c de 0.35 y 0.45, se muestra una reducción de 0.10 MPa y 0.29 MPa respectivamente, equivalente a una disminución de 5% y 14.5% del módulo de rotura.

B) Resistencia a flexión del C. PERM. -AG ¾” con las distintas relaciones agua-cemento de 0.25, 0.35 y 0.45, a la edad de 7, 14 y 28 días.

En el **Anexo 17** se muestran los cálculos detallados de los resultados obtenidos de la prueba de fortaleza a la flexión en viguetas de concreto poroso con diseño de mezcla C. PERM, -AG ¾”, los mencionados resultados están esquematizados gráficamente en el **Gráfico 8**.

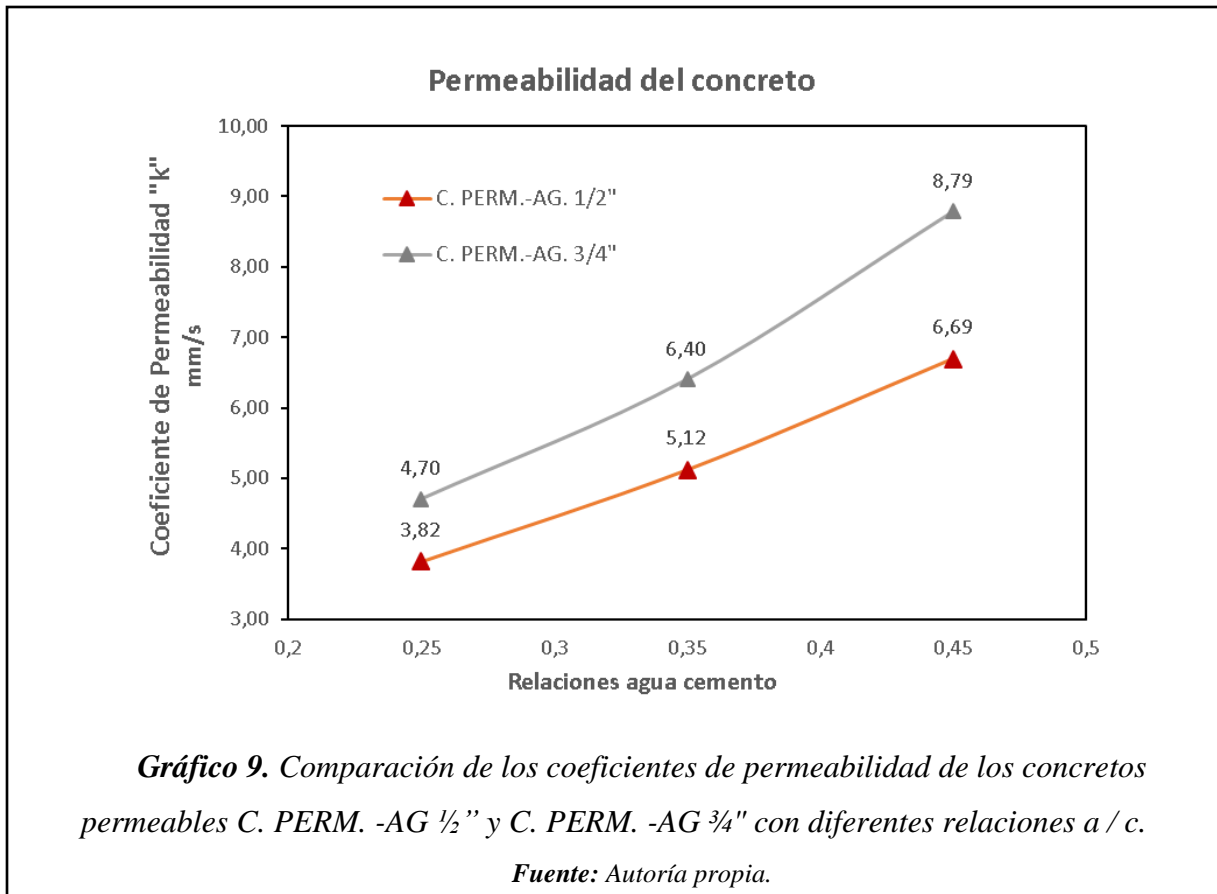


Los valores de la prueba a la flexión de vigas curadas a los 28 días, muestra al diseño C. PERM. -A.G. ¾” con R a/c de 0.25 como el diseño de concreto poroso con mayor valor de Mr igual a 1.93 MPa; comparando con los diseños con relaciones a / c de 0.35 y 0.45, se muestra una reducción de 0.10 MPa y 0.21 MPa respectivamente, equivalente a una disminución de 5.2% y 10.9% del módulo de rotura.

3.1.6 Evaluación de las propiedades hidráulicas del concreto permeable

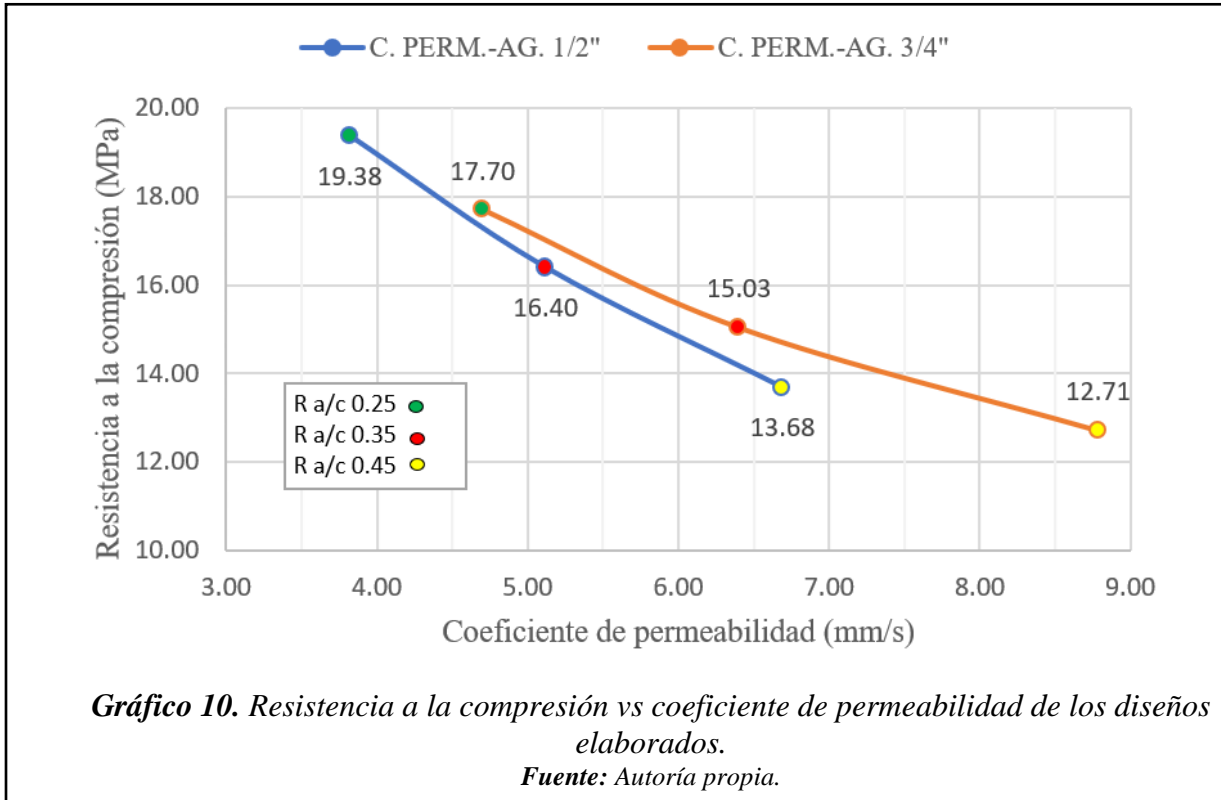
3.1.6.1 Ensayo de permeabilidad

Para este ensayo se ensayaron 2 probetas para cada diseño de mezcla el coeficiente de permeabilidad “*k*” posee valores en un rango de 3 a 7 mm/s para los diseños de C. PERM. -AG. ½”, con diferentes relaciones agua / cemento, mostrando la tendencia a aumentar conforme aumenta la relación agua / cemento; de manera similar sucede con los diseños de C. PERM. -AG. ¾”, presentando valores de *k* en un rango de 4 a 9 mm/s. De acuerdo al Gráfico 9, se puede comparar que los coeficientes de permeabilidad para el concreto permeable con agregado grueso de ¾” siempre son mayores a los valores conseguidos con agregado grueso de ½”, esto debido a que el primer diseño cuenta con una mayor cantidad de vacíos debido a tener partículas de mayor tamaño generando mayores espacios entre ellas. El cálculo completo de los coeficientes de permeabilidad “*k*” se encuentra el **Anexo 18**.



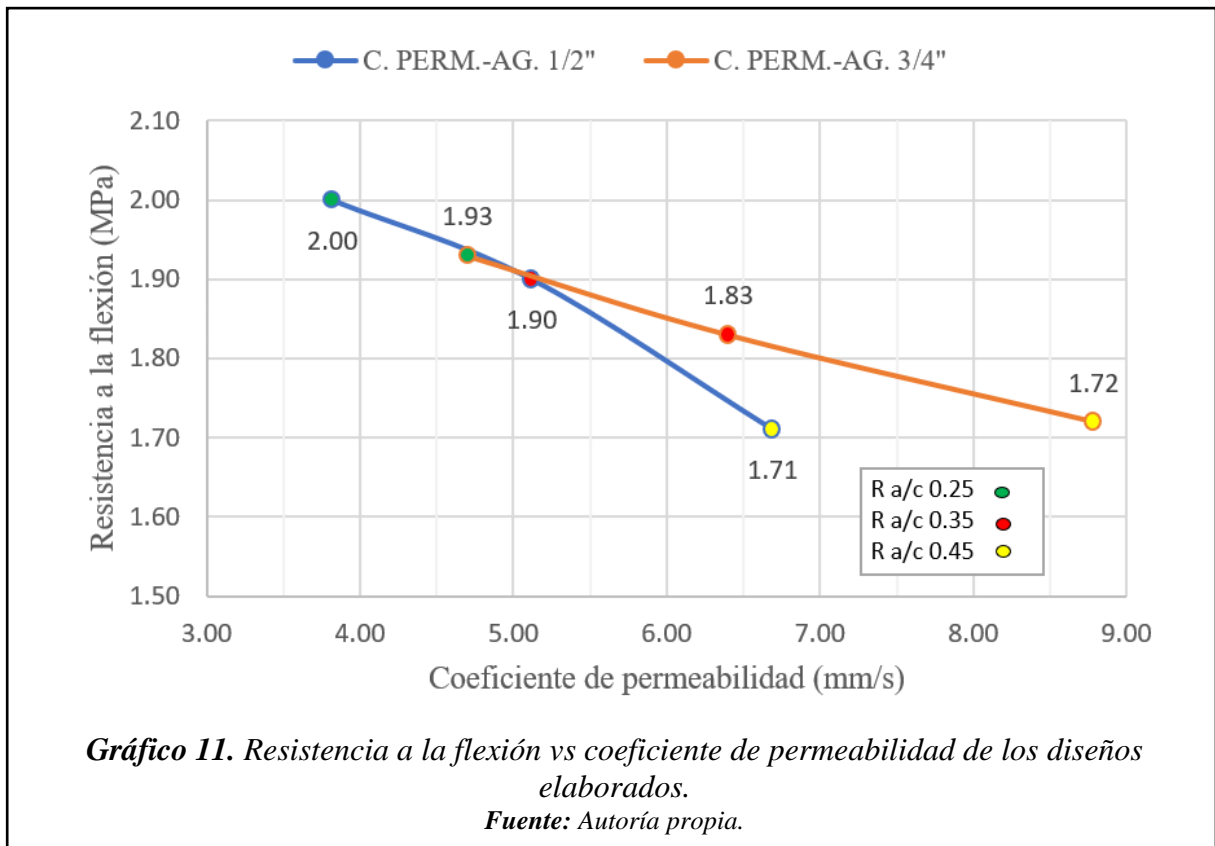
3.1.7 Selección de la proporción óptima del diseño de mezclas de concreto permeable con mejor desempeño.

Para seleccionar el diseño de mezcla óptimo, se analizó mediante el **Gráfico 10**, donde se hace una comparativa de los resultados de fortaleza a la compresión axial contra los valores obtenidos del ensayo de permeabilidad de los 6 diseños de mezclas elaborados en la investigación, obteniendo que entre mayor es la fortaleza a la compresión inferior es el coeficiente de permeabilidad y inferior es la relación a / c del diseño. Conforme a esta comparación se selecciona el diseño C. PERM. -AG 1/2" con R a/c 0.25, debido que posee la mayor fortaleza a la compresión y una porosidad adecuada para controlar el agua proveniente de futuras lluvias.



Por otra parte, en **Gráfico 11** se analiza el enlace que se halla entre la fortaleza a la flexión y el coeficiente de permeabilidad del concreto poroso, encontrando de forma parecida al gráfico anterior, que entre mayor sea el valor de fortaleza a la flexión, inferior será el resultado del coeficiente de permeabilidad, el cual está directamente relacionado con la relación agua / cemento del concreto permeable. El gráfico nos muestra que el diseño de mezcla C. PERM. -

AG. ½”, R a / c 0.25 posee una permeabilidad 3.82 mm/s con un Módulo de Rotura de 2.00 MPa, este mismo diseño es el que tiene la mayor resistencia a la compresión, por lo cual es el idóneo para su uso en pavimentos urbanos de bajo tránsito, y sobre todo por su permeabilidad, que, aunque sea la menor obtenida en la investigación, es lo suficiente para el paso del agua proveniente de lluvias.



3.2 Discusión de los resultados

3.2.1 Discusión del objetivo específico 1.

Las zonas urbanas que son de mayor afectación del distrito de Chiclayo según INDECI, manifiestan de un alto nivel de riesgo que son prevista ante inundaciones por precipitaciones intensas del fenómeno del Niño en Chiclayo 2017 pues fue de 36.1 mm/seg. (Dato de la estación meteorológica CORPAC-Chiclayo).

3.2.2 Discusión del objetivo específico 2.

Las características físicas tanto para el agregado fino de la cantera Pátapo y los áridos gruesos de ½” y ¾” del yacimiento “Pacherrez”, se demostró que su uso es correcto para la elaboración de concreto, debido a que sus características físicas se encuentran en los parámetros permisibles de la normativa ASTM C136. Además, comparando con los resultados obtenidos por Tarifeño (2019), se aprecia como similitud el uso de la cantera Pátapo para la obtención de la arena gruesa, por el contrario, para el agregado grueso, y opta por la cantera Tres Tomas, sin embargo, los resultados también se hallan en los límites ASTM C136, la cual es la normativa recomendada para agregados en concreto permeable según el ACI 522R-10.

3.2.3 Discusión del objetivo específico 2.

Se obtuvo que para los diseños con agregado grueso de ½” contenían alrededor de 13 a 22 kg más de cemento por m³ de concreto permeable debido a los ajustes por humedad de los agregados, así como por rendimiento de la mezcla. Comparando con otras investigaciones, Perez (2017) realizó diseños de mezcla con 3 tamaños diferentes de aridos gruesos (Nº4, 3/8” y 1/2”) sin variar la relación agua / cemento de 0.35 a diferencia de la investigación en curso; sin embargo, mantiene parámetros de no variar el contenido de vacíos y la cantidad de áridos finos en el diseño de mezcla. Además, el diseño de mezcla con agregado de ½” resulto en una cuantía de cemento de 366.97 kg por metro cubico de mezcla, similar a los 336.6 kg obtenido del diseño *C. PERM. -AG ½”, R a/c 0.35*, pese estar elaborado a partir de agregados de diferentes canteras.

3.2.4 Discusión del objetivo específico 3.

3.2.4.1 Propiedades físicas

1 Asentamiento del concreto fresco

Los asentamientos obtenidos en las mezclas de concreto permeable del estudio son inferiores a $\frac{1}{2}$ " tanto para los diseños con piedra chancada de $\frac{1}{2}$ " y piedra chancada de $\frac{3}{4}$ ", inclusive se obtuvo asentamientos igual a cero para las mezclas con la menor relación a / c de 0.25. Estos valores de asentamiento tan bajos son similares a los obtenidos por Bautista (2018) y Perez (2017), demostrando así la condición seca de este tipo de mezclas en estado fresco.

2 Peso unitario del concreto permeable

Los valores de peso unitario en estado fresco para los concretos permeable elaborados a partir de agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " varía de 1886.1 kg/m³ a 1999.28 kg/m³ correspondiendo el mayor valor a la menor relación a / c de 0.25. De manera similar sucede con los concretos permeables con agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ", los resultados varían de 1830 kg/m³ a 1944 kg/m³, siendo también el mayor valor correspondiente para la relación a / c de 0.25. Demostrando así que la densidad va en decrecimiento conforme va aumentando el contenido de agua en la mezcla. Además, se observó que para todas las relaciones a / c, los *C. PERM. -AG $\frac{1}{2}$ "* siempre obtuvieron mayores pesos unitarios que los *C. PERM. -AG $\frac{3}{4}$ "*, Perez (2017) obtiene resultados similares, donde los concretos permeables con menor tamaño de agregado, siempre presentan pesos unitarios superiores que los concretos permeables que tengan una mayor gradación; así mismo, Guizado & Curi (2017) obtiene el mayor peso unitario (2315 kg/m³) para un concreto permeable con arido grueso de $\frac{3}{8}$ " con una relación de vacíos de 15%, mientras que el menor valor de se obtiene (1832 kg/m³) con la única diferencia de utilizar agregado grueso de $\frac{3}{4}$ ".

3 Contenido de vacíos

Los resultados obtenidos demuestran que los contenidos de vacíos en estado fresco se relacionan inversamente al peso unitario en todos los diseños de concreto permeable, a mayor el peso unitario es menor su contenido de vacíos. En cálculo de los diseños de mezcla, el contenido de vacíos teórico establecido para los 6 diseños de mezcla fue de

20%, siendo el valor más alto de contenido de vacíos igual a 24.23%, presentando solo una diferencia de 4.23% respecto al diseño teórico. Yu et al. (2019) elaboró hasta 8 diseños de mezcla con diferentes tamaños de arido grueso, pero todos con un contenido de vacíos objetivo de 20% obteniendo como variación máxima de contenido de vacíos de 1.25%, por otra parte Guizado & Curi (2017) obtuvieron variaciones de hasta de 13% respecto a la densidad teorica de diseño.

4 *Temperatura*

En cuanto a la temperatura del concreto poroso en estado de preparación, es importante determinar esta característica debido a que esta tiene impacto sobre las características mecánicas del concreto endurecido. La temperatura de las mezclas de concreto permeable elaboradas en esta investigación se mantuvo entre 26.5 °C a 27 °C. El grado máximo de un concreto convencional es de 32°C, la cual no es excedida por los valores adquiridos. En comparación a la investigación realizada por Chaiña & Villanueva (2017), que obtiene resultados que varían de 18.4 °C a 26°C para el concreto permeable en proceso de preparación, puede acotarse que la temperatura de una mezcla de concreto depende más de factores externos como el lugar y las condiciones climaticas donde se realiza que a las características como tal de la mezcla (proporción de mezcla, tamaño de los agregados).

3.2.4. Discusión del objetivo específico 4.

1 *Resistencia a la compresión axial*

Los resultados de la fortaleza a la compresión axial del concreto permeable dependen en gran parte a la relación agua / cemento con la cual se trabaje, así como también el tamaño de agregado grueso a utilizar y el porcentaje de material granular fino que se utilice en el diseño; comparando los diseños con relación a /c igual 0.25 (los cuáles presentan la mayor fortaleza a la compresión, 19.38 MPa con agregado recio de ½” y 17.70 MPa con agregado recio ¾”) se determina que en con agregados de menor tamaño la resistencia mecánica mejora. Investigadores como Akkaya & Çağatay (2021), Yu et al. (2019) y Pérez (2017) coinciden con la afirmación que en cuanto inferior es el tamaño del arido grueso, mayor es la fortaleza a la compresión que se obtiene, como se puede apreciar en

la recopilación y comparación dada en la **Tabla 48**. Por otra parte, Lim et al. (2013) contrasta dicha afirmación al obtener una mayor resistencia con un agregado grueso de $\frac{3}{4}$ " que con uno de $\frac{1}{2}$ ", sin embargo, en su investigación se diferencia por la exclusión de agregados finos, así como también por el uso de un polímero acrílico en el diseño de mezcla, lo cual puede ser el ocasionaste de sus resultados obtenidos.

Tabla 48

Resultados del ensayo de la resistencia a la compresión del concreto permeable de diversas investigaciones.

Autores	Tamaños de agregado grueso	Contenido de vacíos	Relación a / c	% de agregado fino	Observación	Resistencia a la compresión (MPa)
Investigación propia	Huso 7 (1/2")	21.17 - 23.09%	0.25, 0.35 y	10%	Incluye superplastificante	13.68 - 19.38
	Huso 67 (3/4")	22.10 - 24.23%	0.45			12.71 - 17.70
(Lim et al., 2013)	Huso 7 (1/2")	8.36% - 23.8%	0.30	Sin finos	Incluye superplastificante y/o polímero acrílico	10.90 - 35.60
	Huso 67 (3/4")	5.24% - 22.2%		Sin finos		12.60 - 51.80
(Ćosić et al., 2015)	0 - 4 mm 4 - 8 mm 8 - 16 mm	14.24 - 22.20%	0.33	10%	Combinación de agregados de diferentes tamaños y tipos: dolomita y escoria de acero	20.20 - 26.60
(Yu et al., 2019)	2.36 - 4.75 mm a 10 - 15 mm	20.50 - 21.25%	0.31	Sin finos	Hasta 8 diferentes tamaños de agregado grueso	19.86 - 32.00
(Torres et al., 2020)	6.35 mm	19.40%	0.28	Sin finos	Diseño óptimo, incluye un 30% de sílice como reemplazo del cemento	21.63
(Singh & Singh, 2020)	4.75 - 10.00 mm 10.00 - 12.50 mm	16 - 26%	0.37	Sin finos	Agregados reciclados, incluye cenizas volantes y aditivo plastificante en su diseño de mezcla	8.14 - 13.96
(Akkaya & Çağatay, 2021)	2 - 4 mm	24.00 - 16.37%	0.23	Sin finos	Incluye humo de sílice como reemplazo parcial del cemento	15.00 - 35.02
	4 - 8 mm	21.33 - 30.38%	0.20			11.85 - 25.32
	8 - 16 mm	24.42 - 33.06%	0.19			10.49 - 13.10
Dai et al. (2019)	5-10 mm	-----	0.35	Sin finos	Diseño sin aditivos u otro material	18.9 - 18.94 - 19.97 MPa
	5- 15mm		0.40			18.53 - 18.88 - 19.87 MPa
	5- 20mm		0.45			18.44 - 18.79 - 19.82 MPa
Huang et al. (2020)	¾"	-----	0.36	#4	Diseño sin aditivo	165 kg/cm2
			0.38			194 kg/cm2
			0.44			129 kg/cm2
(Perez Gordillo, 2017)	4.75 mm	15.73%	0.35	8%	Diseño sin aditivos u otro material	20.56
	Huso 8 (3/8")	16.52%	0.35	8%		18.66
	Huso 7 (1/2")	17.21%	0.35	8%		17.66
(Chaiña Quispe & Villanueva Escobedo, 2017)	Huso 67 (3/4")	10%	0.40	10%	Diseño óptimo encontrado por los investigadores	32.75
(Bautista Pereda, 2018)	Huso 67 (3/4")	10%	0.27	10%	Diseño óptimo encontrado por el investigador	17.45
(Guizado Barrios & Curi Grados, 2017)	Huso 8 (3/8")	19.50%	0.27	Sin finos	Diseño óptimo, incluye adición de aditivo reductor de agua	22.20
Rodríguez Trujillo (2018)	1"	10%	0.40	#4	Diseño óptimo	181.44 kg/cm2
		15%				154.66 kg/cm2
		20%				139.94 kg/cm2
(Tarifeño Fonseca, 2019)	Huso 7 (1/2")	10%	0.35	20%	Diseño óptimo encontrado por el investigador	18.96
Jacinto Aquino (2021)	¾"	-----	0.30	0, 5%, 10%, 15% y 20%	Diseño óptimo y uso de plastificante con 500 mL	92.8, 117.8, 128.8, 154, y 213.4 kg/cm2

Fuente: Autoría propia.

2 Resistencia a la flexión

Los resultados de la fortaleza a la flexión del concreto poroso se ven influenciados principalmente por la rel. a/c con la cual se elaboraron las mezclas de concreto permeable, de manera similar que la fortaleza a la compresión, los diseños con agregado grueso de ½” tuvieron valores de Mr igual 1.90 MPa y 2.00 MPa para relaciones a/c de 0.35 y 0.25 respectivamente; superiores a los valores de 1.83 MPa y 1.93 MPa obtenidos con árido grueso de ¾”. Para la relación a/c 0.45, el C. PERM. -AG. ¾” obtuvo un Mr igual a 1.72 MPa, superior a los 1.71 MPa obtenidos para el C. PERM. -AG. ½”. Sin embargo, se han obtenido valores mayores de Mr, tal como 4.79 MPa para un concreto permeable con agregado grueso de ¾”, de incluyó mayor relación a/c igual 0.40 y con un menor contenido de finos de 10% (Chaiña & Villanueva, 2017); demostrando que no siempre una baja relación a / c (0.25) como en la presente investigación te asegura altos valores de resistencia a la flexión, se debe tener en cuenta otros factores como la energía de compactación. Por otra parte, Singh & Singh (2020) para un concreto permeable usando agregado con una gradación de 10 – 12.5 mm, similar al agregado grueso de ½” usado en el estudio se obtuvo valores en un rango de 0.95 a 1.63 MPa de resistencia a la flexión, inferiores pero parecidos a los adquiridos en el presente estudio. En la **Tabla 49** se detalla y compara los resultados de fortaleza a la flexión de diferentes investigaciones con resultados del investigador.

Tabla 49

Resultados del ensayo de la resistencia a la flexión del concreto permeable de diversas investigaciones.

Autores	Tamaños de agregado grueso	Contenido de vacíos	Relación a / c	% de agregado fino	Observación	Resistencia a la flexión (MPa)
Investigación propia	Huso 7 (1/2")	21.17 - 23.09%	0.25, 0.35 y 0.45	10%	Incluye superplastificante	1.71 - 2.00
	Huso 67 (3/4")	22.10 - 24.23%				1.72 - 1.93
(Lim et al., 2013)	Huso 7 (1/2")	8.36% - 23.8%	0.3	Sin finos	Incluye superplastificante y/o polímero acrílico	1.98 - 4.48
	Huso 67 (3/4")	5.24% - 22.2%		Sin finos		1.86 - 4.07
(Ćosić et al., 2015)	0 - 4 mm	14.24 - 22.20%	0.33	10%	Combinación de agregados de diferentes tamaños y tipos: dolomita y escoria de acero	2.80 - 4.90
	4 - 8 mm					
(Singh & Singh, 2020)	8 - 16 mm	16 - 26%	0.37	Sin finos	Agregados reciclados, incluye cenizas volantes y aditivo plastificante en su diseño de mezcla	0.95 - 1.63
	4.75 - 10.00 mm					
(Akkaya & Çağatay, 2021)	2 - 4 mm	24.00 - 16.37%	0.23	Sin finos	Incluye humo de sílice como reemplazo parcial del cemento	4.73 - 5.12
	4 - 8 mm	21.33 - 30.38%	0.2			3.04 - 3.83
	8 - 16 mm	24.42 - 33.06%	0.19			2.34 - 5.13
Dai et al. (2019)	5-10 mm	-----	0.35	Sin finos	Diseño sin aditivos u otro material	No presenta
	5- 15mm		0.40			
	5- 20mm		0.45			
Huang et al. (2020)	¾"	-----	0.36	#4	Diseño sin aditivo	No presenta
			0.38			
			0.44			
(Perez Gordillo, 2017)	4.75 mm	15.73%	0.35	8%	Diseño sin aditivos u otro material	3.32
	Huso 8 (3/8")	16.52%	0.35	8%		3.02
	Huso 7 (1/2")	17.21%	0.35	8%		2.80
(Chaiña Quispe & Villanueva Escobedo, 2017)	Huso 67 (3/4")	10%	0.4	10%	Diseño optimo encontrado por los investigadores	4.79
(Bautista Pereda, 2018)	Huso 67 (3/4")	10%	0.27	10%	Diseño optimo encontrado por el investigador	4.42
(Guizado Barrios & Curi Grados, 2017)	Huso 8 (3/8")	19.50%	0.27	Sin finos	Diseño optimo, incluye adición de aditivo reductor de agua	3.60
Rodriguez Trujillo (2018)	1"	10% 15% 20%	0.40	#4	Diseño optimo	No presenta
(Tarifeño Fonseca, 2019)	Huso 7 (1/2")	10%	0.35	20%	Diseño optimo encontrado por el investigador	6.64
Jacinto Aquino (2021)	¾"	-----	0.30	0, 5%, 10%, 15% y 20%	Diseño óptimo y uso de plastificante con 500 mL	No presenta

Fuente: Autoría propia.

3.2.5. Discusión del objetivo específico 5.

1 Permeabilidad

Siendo la permeabilidad la principal propiedad del concreto permeable, debido a que esta medirá la eficiencia del paso del agua a través de este característico tipo de concreto. Se obtuvieron valores de coeficiente de permeabilidad “k” de 3.82 mm/s, 5.12 mm/s y 6.69 mm/s para el C. PERM. -AG. ½” para relaciones a/c de 0.25, 0.35 y 0.45 respectivamente, del mismo orden para el C. PERM. -AG. ¾” los valores de k resultantes fueron 4.70 mm/s, 6.40 mm/s y 8.79 mm/s. Estableciendo la tendencia que entre mayor sea el tamaño del árido grueso y mayor sea la relación a / c, el valor del coeficiente de permeabilidad “k” será mayor. Esta tendencia también se ha podido apreciar en investigaciones como Pérez (2017) y Guizado & Curi (2017) donde los valores de permeabilidad eran superiores de acuerdo a la gradación del agregado recio utilizado. Analizando los valores adquiridos se puede afirmar que la permeabilidad se incrementa con por el tamaño de partícula de agregado recio y conforme se aumente la rel. A/C; sin embargo, esto afecta las características mecánicas del concreto como su fortaleza a la compresión y a la flexión. En la **Tabla 50** se resume y compara los valores de la prueba de permeabilidad de diferentes investigaciones. Los valores de la presente investigación se encuentran dentro de los parámetros recomendados por el ACI, siendo estos del rango de 1.4 mm/s a 12.2 mm/s.

Tabla 50

Resultados del ensayo de permeabilidad del concreto permeable de diversas investigaciones.

Autores	Tamaños de agregado grueso	Contenido de vacíos	Relación a / c	% de agregado fino	Observación	Permeabilidad (mm/s)
Investigación propia	Huso 7 (1/2")	21.17 - 23.09%	0.25, 0.35 y 0.45	20%	Incluye superplastificante	3.82 - 6.69
	Huso 67 (3/4")	22.10 - 24.23%				4.70 - 8.79
(Lim et al., 2013)	Huso 7 (1/2")	8.36% - 23.8%	0.3	Sin finos	Incluye superplastificante y/o polímero acrílico	2.19 - 20.90
	Huso 67 (3/4")	5.24% - 22.2%		Sin finos		1.13 - 14.60
(Torres et al., 2020)	6.35 mm	19.4%	0.28	Sin finos	Diseño optimo, incluye un 30% de sílice como reemplazo del cemento.	2.60
(Singh & Singh, 2020)	4.75 - 10.00 mm	16 - 26%	0.37	Sin finos	Agregados reciclados, incluye cenizas volantes y aditivo plastificante en su diseño de mezcla	5.00 - 10.00
	10.00 - 12.50 mm					
Dai et al. (2019)	5-10 mm	-----	0.35	Sin finos	Diseño sin aditivos u otro material	No presenta
	5- 15mm		0.40			
	5- 20mm		0.45			
Huang et al. (2020)	¾"	-----	0.36	#4	Diseño sin aditivo	0.106, 0.179 y 0.176 cm/s
			0.38			
			0.44			
(Pérez Gordillo, 2017)	4.75 mm	15.73%	0.35	8%	Diseño sin aditivos u otro material	1.47
	Huso 8 (3/8")	16.52%	0.35	8%		2.22
	Huso 7 (1/2")	17.21%	0.35	8%		2.07
(Chaiña Quispe & Villanueva Escobedo, 2017)	Huso 67 (3/4")	10%	0.4	10%	Diseño optimo encontrado por los investigadores	3.82
(Bautista Pereda, 2018)	Huso 67 (3/4")	10%	0.27	10%	Diseño optimo encontrado por el investigador	2.00
(Guizado Barrios & Curi Grados, 2017)	Huso 8 (3/8")	19.50%	0.27	Sin finos	Diseño optimo, incluye adición de aditivo reductor de agua	7.00
Rodriguez Trujillo (2018)	1"	10%	0.40	#4	Diseño optimo	0.684
		15%				0.913
		20%				1.169
(Tarifeño Fonseca, 2019)	Huso 7 (1/2")	10%	0.35	20%	Diseño optimo encontrado por el investigador	10.88
Jacinto Aquino (2021)	¾"	-----	0.30	0, 5%, 10%, 15% y 20%	Diseño óptimo y uso de plastificante con 500 mL	19.90 Lt/m2/s

Fuente: Autoría propia.

3.2.6. Discusión del objetivo específico 6.

Con la selección del diseño C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ ", R a/c 0.25 el cual es el diseño con mayores valores tanto para la fortaleza a la compresión y la fortaleza a la flexión, con resultados que ascienden a 19.83 MPa y 2.00 MPa respectivamente, con un coeficiente de permeabilidad igual a 3.82 mm/s, comparando con el diseño óptimo de otros autores, como se aprecia en la **Tabla 51**, se aprecia que tanto los resultados de fortaleza a la compresión y la variable de permeabilidad se encuentra dentro de los rangos obtenidos por las demás investigaciones. Por otra parte, la resistencia a la flexión del diseño seleccionado en esta investigación es una de las más bajas en comparación a los resultados de otras investigaciones.

Tabla 51*Comparación de los diseños seleccionados de concreto permeable en diversas investigaciones.*

Autores	Tamaños de agregado grueso	Contenido de vacíos	Relación a / c	% de agregado fino	Observación	Resistencia a la compresión (MPa)	Resistencia a la flexión (Mpa)	Permeabilidad (mm/s)
Investigación propia	Huso 7 (1/2")	21.17%	0.25	20.00%	Incluye superplastificante	19.38	2.00	3.82
(Ćosić et al., 2015)	4 - 8 mm 8 - 16 mm	13.60%	0.33	10.00%	Combinación de agregados de diferentes tamaños y tipos: dolomita y escoria de acero	26.50	4.00	--
(Yu et al., 2019)	4.75 - 9.50 mm	20.50%	0.31	Sin finos	Hasta 8 diferentes tamaños de agregado grueso	30.19	--	--
(Torres et al., 2020)	6.35 mm	19.40%	0.28	Sin finos	Diseño optimo, incluye un 30% de sílice como reemplazo del cemento	21.63	--	2.60
(Singh & Singh, 2020)	4.75 - 10.00 mm 10.00 - 12.50 mm	16.00%	0.37	Sin finos	Agregados reciclados, incluye cenizas volantes y aditivo plastificante en su diseño de mezcla	13.96	1.63	5.00
(Akkaya & Çağatay, 2021)	2 - 4 mm	16.37%	0.23	Sin finos	Incluye humo de sílice como reemplazo parcial del cemento	35.02	5.12	--
Dai et al. (2019)	5-10 mm 5- 15mm 5- 20mm	-----	0.35 0.40 0.45	Sin finos	Diseño sin aditivos u otro material	18.9 – 18.94 – 19.97 18.53 – 18.88 – 19.87 18.44 - 18.79 - 19.82	--	--
Huang et al. (2020)	¾"	-----	0.36 0.38 0.44	#4	Diseño sin aditivo	165 kg/cm2 194 kg/cm2 129 kg/cm2	--	--
(Chaiña Quispe & Villanueva Escobedo, 2017)	Huso 67 (3/4")	10.00%	0.40	10.00%	Diseño optimo encontrado por los investigadores	32.75	4.79	3.82
(Bautista Pereda, 2018)	Huso 67 (3/4")	10.00%	0.27	10.00%	Diseño optimo encontrado por el investigador	17.45	4.42	2.00
(Guizado Barrios & Curi Grados, 2017)	Huso 8 (3/8")	19.50%	0.27	Sin finos	Diseño optimo, incluye adición de aditivo reductor de agua	22.20	3.60	7.00
Rodriguez Trujillo (2018)	1"	10% 15% 20%	0.40	#4	Diseño optimo	181.44 kg/cm2 154.66 kg/cm2 139.94 kg/cm2	--	0.684 0.913 1.169
(Tarifeño Fonseca, 2019)	Huso 7 (1/2")	10.00%	0.35	20.00%	Diseño optimo encontrado por el investigador	18.96	6.64	10.88
Jacinto Aquino (2021)	3/4"	-----	0.30	0, 5%, 10%, 15% y 20%	Diseño óptimo y uso de plastificante con 500 mL	92.8, 117.8, 128.8, 154, y 213.4 kg/cm2	--	19.90 Lt/m2/s

Fuente: Autoría propia.

3.3. Aporte práctico

En dicho estudio, el investigador aporta de manera investigativa con la evaluación de las características mecánicas, físicas e hidráulicas de hasta 6 distintos diseños de mezclas de concreto poroso, variando el T.MN del material granular recio y las relaciones a / c de las mezclas, por ende, como aporte práctico esta investigación selecciona al diseño C. PERM. -AG ½”, R a/c 0.25 como el concreto permeable con las mejores propiedades, que satisfacen con los requisitos mínimos establecidos en el ACI 522r-10; teniendo como dosificación o proporciones, tanto en peso como volumen a las siguientes:

	Cemento:	Piedra Chancada ½”:	Arena:	Aditivo:	Agua
En peso:	1.0	: 3.18	: 0.33	: 0.248	: 10.6 L/pe ³

	Cemento:	Piedra Chancada ½”:	Arena:	Aditivo:	Agua
En vol. :	1.0	: 3.51	: 0.31	: 0.248	: 10.6 L/pe ³

Se plantea realizar y que se ejecute para dichas zonas (Mayor vulnerabilidad en el distrito de Chiclayo-Zona de estudio):

- ✓ Pueblo joven Saúl Cantoral de Chiclayo,
- ✓ El sector de Miraflores,
- ✓ El sector de 9 de octubre,
- ✓ El sector sur de Chiclayo,
- ✓ Urbanizaciones como Mariscal, Buenos aires, Santa Victoria y Satélite

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. Las zonas urbanas afectadas del distrito de Chiclayo, están en una zona MUY ALTO RIESGO frente a inundaciones por lluvias intensas, los efectos la mayoría de sectores presentan inundaciones, por lo tanto, se plantea realizar para dichas zonas:

Pueblo joven Saúl Cantoral de Chiclayo, el sector de Miraflores, el sector de 9 de octubre, el sector sur de Chiclayo, urbanizaciones como Mariscal, Buenos aires, Santa Victoria y Satélite.

2. Se concluye de las características físicas, de la Cantera Pacherez, tanto la piedra chancada $\frac{1}{2}$ " y piedra chancada $\frac{3}{4}$ " cumplen los rangos mínimos, y en cuanto al desgaste por resistencia a la abrasión, sus porcentajes de desgaste se encuentran muy por debajo (10.02% para piedra chancada $\frac{3}{4}$ " y 10.36% para $\frac{1}{2}$ ") al límite de 50%. Para la arena gruesa de la Cantera La Victoria, se adquirió como MF el valor de 3.11, clasificándolo como un material bien graduado; aparte que el porcentaje de terrones de arcilla y partículas desmenuzables fue de 2.5%, menor al límite de la norma.

3. Se concluye de los diseños de mezcla de concreto permeable, que manteniendo características similares en cuanto al porcentaje de vacíos (20%) y el porcentaje de agregados finos (10%) se refiere, los diseños de mezcla C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ " contienen mayor cantidad de cemento por metro cubico de mezcla que los diseños de mezcla C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ " para todas las relaciones a / c; debido a que la cantidad de cemento se encuentra relacionado a la cantidad de los agregados y estos a sus respectivos pesos unitarios, siendo el peso unitario de la grava chancada $\frac{3}{4}$ " mayor al de la grava chancada $\frac{1}{2}$ ".

4. De las propiedades físicas en estado fresco del concreto permeable, para el asentamiento. Se concluye que todas las mezclas varían dentro de un rango de 0 a 1.2 cm de asentamiento, asentamientos considerablemente bajos debido a la presencia mayoritaria de grava en los diseños de mezcla. En cuanto al peso unitario, el C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ " R a/c 0.25, presenta el mayor valor de 1999.28 kg/m³ y el menor valor de 1830.23 kg/m³ para C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ " R a/c 0.45, demostrando que a mayor relación a/c y mayor el tamaño de partícula del árido grueso,

menor es el valor de pesos unitario.

En cuanto el contenido de vacíos del concreto permeable, se aprecia que el tamaño del agregado grueso influye de tal manera que para los diseños con grava chancada de $\frac{3}{4}$ " se obtuvo mayores valores de porcentajes de contenido de vacíos, siendo el diseño de C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ " R a/c 0.45 con mayor porcentaje de contenido de vacíos de 24.23%, valor cercano al 20% de contenido de vacíos teórico que se dispuso en el diseño de mezclas. Para la temperatura del concreto permeable en estado fresco, la mayor temperatura se obtuvo para el C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ " R a/c 0.35.

5. De la resistencia a la compresión axial del concreto permeable se concluye que el diseño C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ " R a/c 0.25 presenta el mayor valor de $f'c = 197.59 \text{ kg/cm}^2$ ensayado a los 28 días de curado, demostrando un aumento de 9.5% respecto al $f'c = 180.48 \text{ kg/cm}^2$ del C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ " R a/c 0.25, el cual solo se diferencia en el tamaño de agregado grueso utilizado. De manera similar para las relaciones agua / cemento de 0.35 y 0.45, los diseños con grava chancada de $\frac{1}{2}$ " siempre resultaron con mayores resultados de $f'c$ para los diseños con grava de $\frac{3}{4}$ ".

Del ensayo de resistencia axial de las vigas de concreto permeable ensayadas a los 28 días, se concluye que los diseños C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ " con relaciones a/c de 0.25 y 0.35 presentan una mejora de M_r de 3.6% y 3.8% respectivamente a sus diseños similares de C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ ". Solo en la relación a/c de 0.45, el C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ " obtiene mayor valor de M_r respecto al C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ ". Además, al igual que ocurre con el ensayo de resistencia a la compresión axial, el mayor valor resultante se obtiene con el C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ " R a/c 0.25 siendo este un $M_r = 2.00 \text{ MPa}$.

6. Siendo la permeabilidad la propiedad más importante a destacar en un concreto permeable, se concluye que tanto para C. PERM. -AG. $\frac{1}{2}$ " y C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ " los mayores valores de coeficiente de permeabilidad "k" se obtienen para la relación a/c 0.45, siendo estos 6.69 mm/s y 8.79 mm/s. La permeabilidad se ve mejorada conforme se aumenta la relación a/c de la mezcla y también se ve influenciada de manera positiva al aumentar el TMN del agregado grueso utilizado como en este caso de $\frac{1}{2}$ " a $\frac{3}{4}$ ". El rango de valores del coeficiente "k" varía

entre 3.82 mm/s a 8.79 mm/s, siendo todos estos resultados conforme a los parámetros recomendados por ACI 522R-10.

7. En conclusión, la evaluación del desempeño del concreto permeable, analizando tanto sus propiedades físicas, mecánicas e hidráulicas, da como resultado al diseño C. PERM. -AG. ½" R a/c 0.25 como la propuesta óptima para mitigar las inundaciones de aguas pluviales en la ciudad de Chiclayo, debido a que presenta las mejores propiedades mecánicas en cuanto resistencia a la compresión y flexión se refiere siendo apto su uso como pavimento urbano de bajo tránsito; a pesar de poseer la menor permeabilidad de los 6 diseños analizados en esta investigación, sigue siendo la suficiente para garantizar la el paso del agua frente a posibles lluvias e inundaciones.

4.2. Recomendaciones

1. Se debe tener consideraciones estructurales (en zona urbana es prioridad un sistema de drenaje urbano alcantarillado pluvial, para las aguas de las escorrentías producto de lluvias intensas, considerar; topografía, suelos, hidrología, hidráulica, impacto ambiental, evaluación económica) y no estructurales (regulación del uso de suelos pausando su empleo en función al riesgo hídrico).
2. A pesar de que los agregados seleccionados en la presente investigación, tanto de la cantera Pátapo-La Victoria para la arena gruesa y la cantera Pacherez para las gravas chancadas presentaron adecuadas propiedades físicas para su uso en la elaboración de concreto permeable, se recomienda analizar los agregados de otras canteras de la zona de estudio.
3. Se recomienda y se cree necesario analizar el desempeño del concreto permeable con otras características diferentes a las establecidas en esta investigación, tales como otros porcentajes de contenido de vacío teórico distintos al 20%, otro porcentaje de contenido de agregado fino que difiera al 10%. Además, se puede variar las relaciones a/c utilizados en este estudio, así como también usar otro tamaño de partícula del agregado grueso.
4. Considerar que el tamaño de agregado y la relación agua-cemento es relevante en la preparación de mezcla ya que muestra un poco trabajabilidad al momento de disminuir esta y es vital utilizar aditivo plastificante.
5. Se recomienda también, analizar otras propiedades mecánicas importantes, tales como la resistencia a la tracción o módulo de elasticidad de probetas cilíndricas para una verificación de los resultados obtenidos en las pruebas de compresión y flexión.
6. Se recomienda utilizar áridos gruesos de mayores tamaños cuando se requiera altos valores de permeabilidad en el concreto permeable, debido a que se crean espacios de mayor tamaño entre partícula y partícula de agregado donde el paso del agua se dará con mayor velocidad.
7. El uso de la propuesta de concreto permeable con agregado grueso de $\frac{1}{2}$ " y una relación a/c de 0.25 es recomendable para pavimentos urbanos de bajo tránsito.

REFERENCIAS

- ACI 522r-10. (2010). *Report of Pervious Concrete*. Farmington Hills, MI: American Concrete Institute.
- Akkaya, A., & Çağatay, I. H. (2021). Experimental investigation of the use of pervious concrete on high volume roads. *Construction and Building Materials*, 279, 1-9. doi:10.1016/j.conbuildmat.2021.122430
- Arango Samuel. (2014). *Concreto Permeable: Desarrollo urbano de bajo impacto*. 360° *EN CONCRETO*.
- ARGOS. (2020). *Argos 360 en Concreto*. Obtenido de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/infraestructura-sostenible-ventajas-del-concreto-permeable>
- ASTM C150/C150M-12. (2012). *Standard Specification for Portland Cement*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM C1688/C1688M-08. (2008). *Standard Test Method for Density and Void Content of Freshly Mixed Pervious Concrete*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM C293-02. (2002). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam With Center-Point Loading)*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM C595-08. (2008). *Standard Specification for Blended Hydraulic Cement*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- ASTM C78-02. (2002). *Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading)*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Bautista Pereda, A. J. (2018). *Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10*. Universidad San Martín de Porres, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4928>
- Borja S., M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- C-131, A. (s.f.). *Método de Ensayo Normalizado para la resistencia a la degradación de los áridos gruesos de tamaño pequeño por el método de abrasión e impacto en la Máquina*
- Chaiña Quispe, J. L., & Villanueva Escobedo, Y. A. (2017). *Diseño de concreto permeable, para pavimentos rígidos, utilizando piedra huso 67 y arena gruesa de la cantera La*

- Poderosa, para la ciudad de Arequipa*. Tesis de grado, Universidad Católica de Santa María, Arequipa.
- Chandrappa, A. K., & Prapoorna Biligiri, K. (2016). Pervious concrete as a sustainable pavement material-Research findings and future prospects: A state-of-the-art-review. *Construction and Building Materials*, *111*, 262-274. doi:10.1016/j.conbuildmat.2016.02.054
- Colegio de Ingenieros del Perú. (2018). *Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de https://www.cip.org.pe/publicaciones/reglamentosCNCD2018/codigo_de_etica_del_cip.pdf
- Ćosić, K., Korat, L., Ducman, V., & Netinger, I. (2015). Influence of aggregate type and size on properties of pervious concrete. *Construction and Building Materials*, *78*, 69-76. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.12.073
- Crouch, L. K., Smith, N., Walker, A. C., Dunn, T. R., & Sparkman, A. (2006). Determining Pervious Portland Cement Concrete Permeability with Simple Triaxial Flexible-Wall Constant Head Permeameter. *The National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*, 1-15. Obtenido de <https://trid.trb.org/view/776401>
- Dai, S., Wu, X., Zhou, H., Li, W., Jiang, X., & Liang, B. (2019). Experimental Study on Mechanical Properties of Permeable Concrete. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (pág. 032037). Shanghai: IOP Publishing. doi:10.1088/1755-1315/233/3/032037
- Delgado Rojas, J. A., & Gonzales Ballena, D. A. (2019). *DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL Y PAVIMENTACIÓN PARA EL ÁREA URBANA DEL CENTRO POBLADO DE PAMPA GRANDE, DISTRITO DE CHONGOYAPE, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Elnaz, K. (2017). Properties of quiet pervious concrete containing oil palm Kernel shell and cockleshell. *Applied Acoustics*, *8*.
- Fernandez Arrieta, R., & Navas Carro, A. (2012). Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. *Infraestructura Vial*, *13*(24), 40-49. doi:10.15517/iv.v13i24.1982

- Fresno Chávez, C. (2019). *Metodología de la Investigación: así de fácil*. Córdoba: El Cid Editor. Obtenido de <https://www.worldcat.org/title/metodologia-de-la-investigacion/oclc/1083466582>
- Gaedicke, C., Marines, A., & Mata, L. (2015). Efecto del uso de materiales reciclados y métodos de compactación en las propiedades mecánicas e índice de reflectancia solar del hormigón permeable. *Ingeniería de construcción*, 9.
- Gonzales Vásquez, L. M. (2015). *DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE CHICLAYO MEDIANTE EL USO DE PAVIMENTOS PERMEABLES*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- Gonzales Vasquez, J. W., & Tullume Paiva, D. J. (2014). *Diseño de mezclas de concreto poroso para pavimentos de tránsito liviano*. Lambayeque: Repositorio USS.
- Guizado Barrios, A. X., & Curi Grados, E. R. (2017). *Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú*. Lima: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9831>
- Huang, B., Wu, H., Shu, X., & Burdette, E. G. (2009). Laboratory evaluation of permeability and strength of polymer-modified pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 24(5), 818-823. doi:10.1016/j.conbuildmat.2009.10.025
- Huang, B.-S., Li, Y.-F., Wu, C.-H., & Tang, C. (2020). Determination of pervious concrete mix by strength. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 812, pág. 012015. Taiwan: IOP Publishing. doi:10.1088/1757-899X/812/1/012015
- Ing. Pérez Ramos Daniel. (2009). *Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesítos*. México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Jacinto Aquino, J. E. (2021). *DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE AGREGADO FINO Y ADITIVOS EN LA CIUDAD DE CHICLAYO*. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Obtenido de <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3189>
- Jimenez Pesantes, H. J. (2019). *Evaluación del concreto permeable como una alternativa sostenible para el control de las aguas pluviales en la ciudad de Castilla, provincia Piura y departamento de Piura*. Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura, Piura. Obtenido de <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1904>

- Li, J., Zhang, Y., Liu, G., & Xinghai, P. (2017). Preparation and performance evaluation of an innovative pervious concrete pavement. *Construction and Building Materials*, 138, 479-485. doi:10.1016/j.conbuildmat.2017.01.137
- Lim, E., Hwee, K., & Fang, T. (2013). Effect of Mix Proportion on Strength and Permeability of Pervious Concrete for Use in Pavement. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 10, 1565-1575. doi:10.11175/EASTS.10.1565
- López Palacios, E. (2010). *Control de Calidad y Colocación de Concretos Permeables*. Mexico D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México. Obtenido de <http://132.248.52.100:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/559>
- Meininger, P. L. (1988). *A preliminary investigation of tern catching in Senegal, winter 1987/88*. Cambridge: International Council for Bird Preservation. doi:10.13140 / RG.2.2.29727.46243
- Mostacero León, G. A. (2020). *INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL AGREGADO DE LA CANTERA DE HUANCHACO Y DEL MILAGRO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE PARA DRENAJE, TRUJILLO 2020*. Trujillo: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27306/Mostacero%20Leon%2c%20Gilver%20Alex%20Andre%20%28parcial%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Neithalath, N., S.Sumanasooriya, M., & Deo, O. (2010). Characterizing pore volume, sizes, and connectivity in pervious concretes for permeability prediction. *Materials Characterization*, 61(8), 802-813. doi:10.1016/j.matchar.2010.05.004
- Oblitas Villanueva, S. H. (2021). *Diseño de un concreto permeable para pavimentos rígidos con agregados de la cantera La Victoria y adición del aditivo Chema 3 y fibras polipropileno en una vía colectora en la ciudad de Chiclayo 2019*. Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Escuela de Ingeniería Civil Ambiental, Chiclayo. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12423/3737>
- Omkar, D., Milani, S., & Narayanan, N. (2010). Permeability Reduction in pervious concretes due to clogging: Experiments and modeling. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 22(7), 741-751. doi:10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0000079
- Perez Gordillo, J. J. (2017). *Influencia de la granulometría del agregado grueso en las propiedades mecánicas e hidráulicas de un concreto permeable, Trujillo 2017*. Tesis de

- grado, Universidad Privada del Norte, Trujillo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/12351>
- Pérez Ramos, D. (2009). *Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos*. Tesis de magister, Universidad Nacional Autónoma de México., México, D.F. Obtenido de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000647494
- Porras Morales, J. M. (2017). *Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad*. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería en construcción, San José. doi:<https://hdl.handle.net/2238/7109>
- Rodríguez Trujillo, L. D. (2018). *Determinación de la permeabilidad y resistencia de un concreto permeable con 10%, 15% y 20% de relación de vacíos*. Huaraz: Universidad San Pedro. Obtenido de http://repositorio.usanpedro.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/7961/Tesis_57458.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sánchez Zeña, J. (2011). *Evaluación de la resistencia de un concreto poroso, mediante la adición de un aditivo plastificante*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.
- Sequera Cabello, S., Vera Campuzano, L., Correa, E. J., & Mendieta, S. C. (2015). Concreto poroso, constitución, variables influyentes y protocolos para su caracterización. *CUMBRES, Revista Científica*, 1(1), 64-69. Obtenido de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/5084>
- Singh, D., & Singh, S. P. (2020). Influence of grading recycled concrete aggregates on the properties of pervious concrete. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Construction Materials*, 1-33. doi:10.1680/jcoma.20.00046
- Tarifeño Fonseca, B. Y. (2019). *Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018*. Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán, Pimentel. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6425>
- Torres, A., Federico, A., Geadicke, C., Nerby, P., Cavazoz, M., & Nerby, C. (2020). Developing High Strength Pervious Concrete Mixtures with Local Materials. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 8(1), 20-34. doi:10.4236/msce.2020.81003

- Torres, A., Hu, J., & Ramos, A. (2015). The effect of the cementitious paste thickness on the performance of pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 95, 850-859. doi:10.1016/j.conbuildmat.2015.07.187
- Vega Ysela. (22 de Octubre de 2013). Chiclayo desprevenido ante un Fenómeno de El Niño por falta de un drenaje pluvial. *La República - Región Norte*.
- Vicerrectorado de Investigación. (2019). *Código de Ética para la investigación de la Universidad Señor de Sipán S.A.C.* Universidad Señor de Sipán, Pimentel. Obtenido de <https://www.uss.edu.pe/uss/TransparenciaDoc/RegInvestigacion/Codigo%20de%20Etica%20USS.pdf>
- Willan D, M., & Bradley J, P. (2016). Comparison of methods for measuring porosity of porous paving mixtures. *Construction and building materials*, 7.
- Yahia, A., & Kabagire, K. D. (2014). New approach to proportion pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 62, 38-46. doi:10.1016/j.conbuildmat.2014.03.025
- Yang, J., & Jiang, G. (2003). Experimental study on properties of pervious concrete pavement materials. *Cement and Concrete Research*, 33, 381-386.
- Yu, F., Sun, D., Wang, J., & Hu, M. (2019). Influence of aggregate size on compressive strength of pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 209, 463-475. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.03.140
- Zhong, R., & Wille, K. (2015). Material design and characterization of high performance pervious concrete. *Construction and Building Materials*, 98, 51-60. doi:10.1016/j.conbuildmat.2015.08.027

ANEXOS

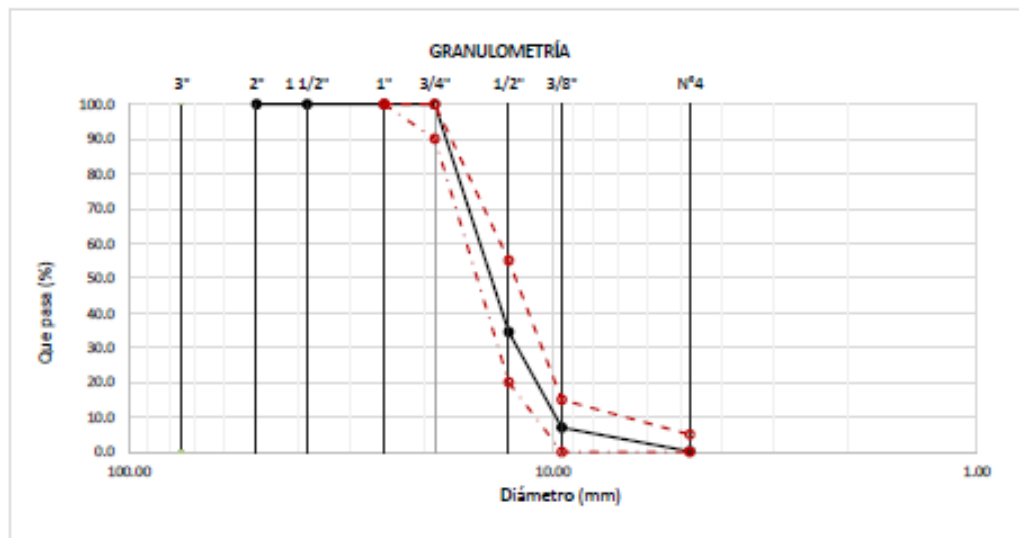
ANEXO 1: Informes de ensayo de Laboratorio, Análisis granulométrico de los agregados gruesos y finos.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 1/2"

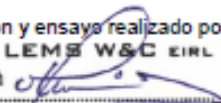
Cantera : Pacherras

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	6
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
1/2"	12.70	65.6	65.6	34.4	20 - 55
3/8"	9.52	27.5	93.0	7.0	0 - 15
N°4	4.75	6.8	99.8	0.2	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					1/2"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

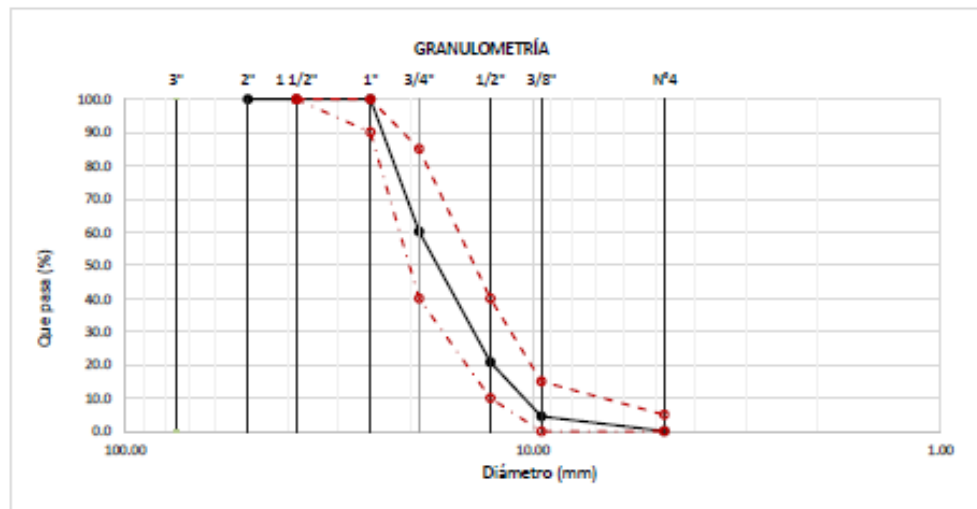

 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA DE REFERENCIA : N.T.P. 400.012 / ASTM C-136

Muestra : Piedra Chancada 3/4"


Cantera : Pacherras

Análisis Granulométrico por tamizado					
N° Tamiz	Abertura (mm)	% Retenido	% Acumulados Retenido	% Que pasa Acumulados	HUSO
2"	50.00	0.0	0.0	100.0	56
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	100.0	100
1"	25.00	0.0	0.0	100.0	90 - 100
3/4"	19.00	39.9	39.9	60.1	40 - 85
1/2"	12.70	39.3	79.1	20.9	10 - 40
3/8"	9.52	16.4	95.5	4.5	0 - 15
N°4	4.75	4.4	99.9	0.1	0 - 5
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL					3/4"



OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



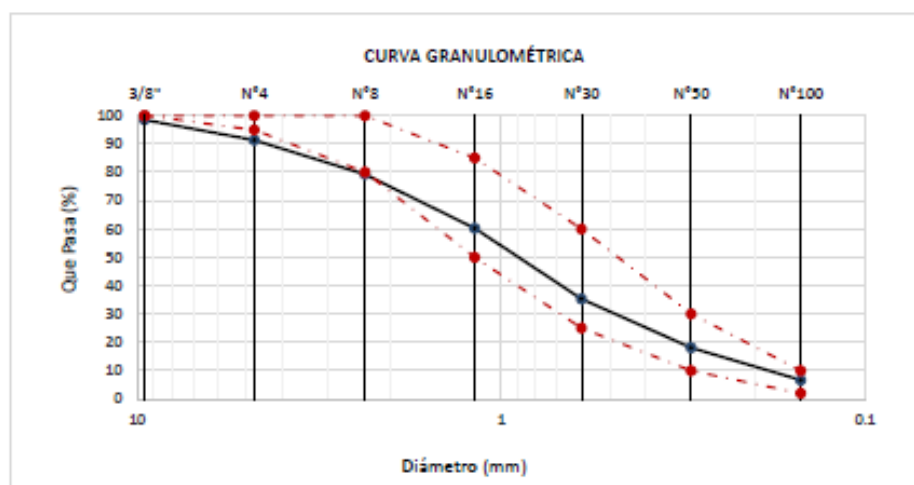
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. Grueso y global.
 NORMA : N.T.P. 400.012
 Muestra : Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

Malla		% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Acumulado	GRADACIÓN "C"
Pulg.	(mm.)				
3/8"	9.520	1.5	1.5	98.5	100
Nº 4	4.750	7.2	8.7	91.3	95 - 100
Nº 8	2.360	12.0	20.7	79.3	80 - 100
Nº 16	1.180	19.1	39.8	60.2	50 - 85
Nº 30	0.600	25.0	64.8	35.2	25 - 60
Nº 50	0.300	17.1	81.9	18.1	10 - 30
Nº 100	0.150	11.4	93.3	6.7	2 - 10
MODULO DE FINEZA					3.11



Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.

ANEXO 2: Informes de ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de humedad de los agregados gruesos y finos.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherras - Pacherras

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1371.49
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1363.84
Contenido de Humedad	(%)	0.56
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1522.33
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1513.84
Contenido de Humedad	(%)	0.56

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacheres - Pacheres


Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1433.24
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1426.28
Contenido de Humedad	(%)	0.49
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1555.52
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1547.98
Contenido de Humedad	(%)	0.49

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado
 Referencia : NTP 400.017:2011 (revisada el 2016)
 NTP 339.185:2013

Muestra : Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

Peso Unitario Suelto Humedo	(Kg/m ³)	1628.26
Peso Unitario Suelto Seco	(Kg/m ³)	1623.35
Contenido de Humedad	(%)	0.30
Peso Unitario Compactado Humedo	(Kg/m ³)	1770.93
Peso Unitario Compactado Seco	(Kg/m ³)	1765.59
Contenido de Humedad	(%)	0.30

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 3: Informes de ensayo de Laboratorio, Peso Específico y Absorción de los agregados gruesos y finos.

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.


REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra : Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.711
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.474

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 1 de 1

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.

REFERENCIA : N.T.P. 400.021

Muestra : Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.639
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	1.305

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

REFERENCIA : N.T.P. 400.022

Muestra : Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

1.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(gr/cm ³)	2.533
2.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	%	0.563

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 4: Informes de ensayo de Laboratorio, Porcentaje de finos que pasan el tamiz N°200.

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Lunes, 07 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (Nº200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013

Muestra : Piedra Chancada 1/2"

Cantera : Pacherras

Material más fino que pasa por el tamiz N°200.	(%)	0.18
--	-----	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Se utilizó procedimiento A.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Lunes, 07 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (Nº200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013

Muestra : Piedra Chancada 3/4"

Cantera : Pacherras

Material más fino que pasa por el tamiz Nº200.	(%)	1.82
--	-----	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Se utilizó procedimiento A.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Lunes, 07 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75µm (Nº200) por lavado en agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.018-2013

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria - Pátapo

Material más fino que pasa por el tamiz Nº200. (%)	4.07
--	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Se utilizó procedimiento A.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 5: Informes de ensayo de Laboratorio, Resistencia a la degradación de los agregados gruesos.

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.019

Muestra : Piedra Chancada 1/2"

Cantera : PACHERRES

% de desgaste por abrasión	%	10.36
-----------------------------------	----------	--------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "B", Nº de esferas : 11, Revoluciones : total 500



LEMS W&C FIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.

ENSAYO : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles

REFERENCIA : NORMA N.T.P. 400.019

Muestra : Piedra Chancada 3/4"

Cantera : PACHERRES

% de desgaste por abrasión	%	10.02
-----------------------------------	----------	--------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Método de ensayo a usar: Gradación "A", Nº de esferas : 12, Revoluciones : total 500



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 6: Informe de ensayo de Laboratorio, Contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en el agregado fino.

INFORME

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de ensayo : Lunes, 07 de junio del 2021.

NORMA : AGREGADO. Determinación del contenido de terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados.

REFERENCIA : N.T.P. 400.015-2020

Muestra : Arena Gruesa

Cantera : La Victoria - Pátapo

Partículas Desmenuzables y Terrones de Arcilla	(%)	2.50
--	-----	------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- Se utilizó procedimiento A.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 7: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. -AG. ½”, R a / c 0.25.

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de recepción : Lunes, 07 de junio del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL

R a/c 0.25

CEMENTO

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

ADITIVO

1.- Tipo de Aditivo : Plastificante - Sikament 290N
2.- Peso específico : 1200 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547 gr/cm³
3.- Peso unitario suelto 1.623 Kg/m³
4.- Peso unitario compactado 1.766 Kg/m³
5.- % de absorción 0.6 %
6.- Contenido de humedad 0.3 %
7.- Módulo de finesa 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa 2.705 gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.747 gr/cm³
3.- Peso unitario suelto 1.364 Kg/m³
4.- Peso unitario compactado 1.514 Kg/m³
5.- % de absorción 1.5 %
6.- Contenido de humedad 0.6 %
7.- Tamaño máximo 3/4" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal 1/2" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	65.6	34.4
3/8"	27.5	7.0
Nº 04	6.8	0.2
Fondo	0.2	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C FIRI
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENVIOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Fecha de recepción : Lunes, 07 de junio del 2021.
DISEÑO DE MEZCLA FINAL R a/c 0.25

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 0 Cm
 Peso unitario del concreto fresco : 1999 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 141 Kg/cm²
 Factor cemento por M³ de concreto : 9.9 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.250

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	419 Kg/m ³	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	105 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	140 Kg/m ³	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1335 Kg/m ³	: Piedra Chancada 1/2" - Cantera Pacherras - Pacherras
Aditivo	2.26 L	: Sikament 290N

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Aditivo	Agua	
	1.0	0.33	3.18	0.248	10.6	Lts/ple ³

Proporción en volumen :	1.0	0.31	3.51	0.248	10.6	Lts/ple ³
-------------------------	-----	------	------	-------	------	----------------------

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYÁ AGUILAR
 TEC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 8: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. -AG. ½”, R a / c 0.35.

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de recepción : Lunes, 07 de junio del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL Ra/c 0.35
CEMENTO

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

ADITIVO

1.- Tipo de Aditivo : Plastificante - Sikament 290N
 2.- Peso específico : 1200 Kg/m³

AGREGADOS :
Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa	2.533	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.547	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1.623	Kq/m ³
4.- Peso unitario compactado	1.766	Kg/m ³
5.- % de absorción	0.6	%
6.- Contenido de humedad	0.3	%
7.- Módulo de fineza	3.11	

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa	2.705	gr/cm ³
2.- Peso específico de masa S.S.S.	2.747	gr/cm ³
3.- Peso unitario suelto	1.364	Kq/m ³
4.- Peso unitario compactado	1.514	Kg/m ³
5.- % de absorción	1.5	%
6.- Contenido de humedad	0.6	%
7.- Tamaño máximo	3/4"	Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal	1/2"	Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	65.6	34.4
3/8"	27.5	7.0
Nº 04	6.8	0.2
Fondo	0.2	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. EN INGENIERÍA DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Fecha de recepción : Lunes, 07 de Junio del 2021.
DISEÑO DE MEZCLA FINAL Ra/c 0.35

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 1 Cm
 Peso unitario del concreto fresco : 1935 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 117 Kg/cm²
 Factor cemento por M³ de concreto : 7.9 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.350

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	337 Kg/m ³	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	118 L	: Potable de la zona.
Agregado fino	153 Kg/m ³	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1328 Kg/m ³	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Aditivo	1.92 L	: Sikament 290N

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Aditivo	Agua	
	1.0	0.45	3.94	0.248	14.9	Lts/pe ³
Proporción en volumen :	1.0	0.42	4.35	0.248	14.9	Lts/pe ³

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 9: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. -AG. ½”, R a / c 0.45.

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de recepción : Lunes, 07 de Junio del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL
R a/c 0.45
CEMENTO

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

ADITIVO

1.- Tipo de Aditivo : Plastificante - Sikament 290N
 2.- Peso específico : 1200 Kg/m³

AGREGADOS :
Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa : 2.533 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.547 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 2 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 2 Kg/m³
 5.- % de absorción : 0.6 %
 6.- Contenido de humedad : 0.3 %
 7.- Módulo de finza : 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pachernes - Pachernes

1.- Peso específico de masa : 2.705 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. : 2.747 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto : 1 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado : 2 Kg/m³
 5.- % de absorción : 1.5 %
 6.- Contenido de humedad : 0.6 %
 7.- Tamaño máximo : 3/4" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal : 1/2" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	0.0	100.0
1/2"	65.6	34.4
3/8"	27.5	7.0
Nº 04	6.8	0.2
Fondo	0.2	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 C.I.P. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Fecha de recepción : Lunes, 07 de Junio del 2021.
DISEÑO DE MEZCLA FINAL R a/c 0.45

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 1.2 Cm
 Peso unitario del concreto fresco : 1886 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 99 Kg/cm²
 Factor cemento por M³ de concreto : 6.8 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.450

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	287	Kg/m ³	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	129	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	156	Kg/m ³	:	Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1313	Kg/m ³	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Aditivo	1.67	L	:	Sikament 290N

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Aditivo	Agua
	1.0	0.54	4.57	0.248	19.1 Lts/pie ³
Proporción en volumen :	1.0	0.50	5.04	0.248	19.1 Lts/pie ³

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solidante.
- En obra corregir por humedad.



WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. EN ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 10: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a / c 0.25.

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL R a/c 0.25

CEMENTO

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

ADITIVO

1.- Tipo de Aditivo : Plastificante - Sikament 290N
2.- Peso específico : 1200 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547 gr/cm³
3.- Peso unitario suelto 1623 Kg/m³
4.- Peso unitario compactado 1766 Kg/m³
5.- % de absorción 0.6 %
6.- Contenido de humedad 0.3 %
7.- Módulo de fineza 3.11

Agregado grueso :

Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherras - Pacherras
1.- Peso específico de masa 2.639 gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.673 gr/cm³
3.- Peso unitario suelto 1426 Kg/m³
4.- Peso unitario compactado 1548 Kg/m³
5.- % de absorción 1.3 %
6.- Contenido de humedad 0.5 %
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.9	60.1
1/2"	39.3	20.9
3/8"	16.4	4.5
Nº 04	4.4	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C FIRI
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL Ra/c 0.25

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 0 Cm
 Peso unitario del concreto fresco : 1944 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 126 Kg/cm²
 Factor cemento por M³ de concreto : 9.3 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.250

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	397	Kg/m ³	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	99	L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	129	Kg/m ³	:	Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1319	Kg/m ³	:	Piedra Chancada 3/4" - Cantera Pacherras - Pacherras
Aditivo	2.26	L	:	Sikament 290N

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Aditivo	Agua	
	1.0	0.32	3.32	0.248	10.6	Lts/ple ³
Proporción en volumen :	1.0	0.30	3.50	0.248	10.6	Lts/ple ³

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 11: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a / c 0.35.

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chidayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de recepción : Lunes, 07 de junio del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL R a/c 0.35

CEMENTO

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

ADITIVO

1.- Tipo de Aditivo : Plastificante - Sikament 290N
2.- Peso específico : 1200 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo

1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547 gr/cm³
3.- Peso unitario suelto 2 Kg/m³
4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m³
5.- % de absorción 0.6 %
6.- Contenido de humedad 0.3 %
7.- Módulo de finiza 3.11

Agregado grueso :

: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras

1.- Peso específico de masa 2.639 gr/cm³
2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.673 gr/cm³
3.- Peso unitario suelto 1 Kg/m³
4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m³
5.- % de absorción 1.3 %
6.- Contenido de humedad 0.5 %
7.- Tamaño máximo 1" Pulg.
8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. EN AVOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESTIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Fecha de recepción : Lunes, 07 de junio del 2021.
DISEÑO DE MEZCLA FINAL R a/c 0.35

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido : 2/5 Pulgadas
 Peso unitario del concreto fresco : 1901 Kg/m³
 Resistencia promedio a los 7 días : 106 Kg/cm²
 Factor cemento por M³ de concreto : 7.6 bolsas/m³
 Relación agua cemento de diseño : 0.350

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	323	Kg/m ³	: Tipo I - PACASMAYO.
Agua	113	L	: Potable de la zona.
Agregado fino	150	Kg/m ³	: Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1315	Kg/m ³	: Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Aditivo	1.92	L	: Sikament 290N

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Aditivo	Agua	
	1.0	0.46	4.07	0.248	14.9	Lts/pe ³

Proporción en volumen :						
	1.0	0.43	4.29	0.248	14.9	Lts/pe ³

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 12: Informe de ensayo de Laboratorio, Diseño de mezcla de Concreto permeable C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a / c 0.45.

INFORME

Pag. 01 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de recepción : Lunes, 07 de junio del 2021.

DISEÑO DE MEZCLA FINAL R a/c 0.45

CEMENTO

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

ADITIVO

1.- Tipo de Aditivo : Plastificante - Sikament 290N
 2.- Peso específico : 1200 Kg/m³

AGREGADOS :

Agregado fino :

Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
 1.- Peso específico de masa 2.533 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.547 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto 2 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m³
 5.- % de absorción 0.6 %
 6.- Contenido de humedad 0.3 %
 7.- Módulo de finza 3.11

Agregado grueso :

Piedra Chancada - Cantera Pachernes - Pachernes
 1.- Peso específico de masa 2.639 gr/cm³
 2.- Peso específico de masa S.S.S. 2.673 gr/cm³
 3.- Peso unitario suelto 1 Kg/m³
 4.- Peso unitario compactado 2 Kg/m³
 5.- % de absorción 1.3 %
 6.- Contenido de humedad 0.5 %
 7.- Tamaño máximo 1" Pulg.
 8.- Tamaño máximo nominal 3/4" Pulg.

Granulometría :

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
3/8"	1.5	98.5
Nº 04	7.2	91.3
Nº 08	12.0	79.3
Nº 16	19.1	60.2
Nº 30	25.0	35.2
Nº 50	17.1	18.1
Nº 100	11.4	6.7
Fondo	6.7	0.0

Malla	% Retenido	% Acumulado que pasa
2"	0.0	100.0
1 1/2"	0.0	100.0
1"	0.0	100.0
3/4"	39.7	60.3
1/2"	39.5	20.8
3/8"	16.7	4.1
Nº 04	4.0	0.1
Fondo	0.1	0.0

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENsayos DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

INFORME

Pag. 02 de 02

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto : TESIS: "DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO"
 Fecha de recepción : Lunes, 07 de junio del 2021.
DISEÑO DE MEZCLA FINAL R a/c 0.45

Resultados del diseño de mezcla :

Asentamiento obtenido	:	1.2 Cm
Peso unitario del concreto fresco	:	1830 Kg/m ³
Resistencia promedio a los 7 días	:	100 Kg/cm ²
Factor cemento por M ³ de concreto	:	6.4 bolsas/m ³
Relación agua cemento de diseño	:	0.450

Cantidad de materiales por metro cúbico :

Cemento	270 Kg/m ³	:	Tipo I - PACASMAYO.
Agua	122 L	:	Potable de la zona.
Agregado fino	173 Kg/m ³	:	Arena Gruesa - La Victoria - Pátapo
Agregado grueso	1265 Kg/m ³	:	Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras
Aditivo	1.67 L	:	Sikament 290N

Proporción en peso :	Cemento	Arena	Piedra	Aditivo	Agua	
	1.0	0.64	4.68	0.248	19.1	Lts/pe ³

Proporción en volumen :						
	1.0	0.59	4.94	0.248	19.1	Lts/pe ³

OBSERVACIONES :

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.
- En obra corregir por humedad.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TEC. EN ANÁLISIS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Ángel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 13: Informe de ensayo de Laboratorio, Asentamiento del concreto permeable en estado fresco.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.
 Referencia : N.T.P. 339.035:2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento Obtenido (cm)
DM-01	Diseño 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	0.00
DM-02	Diseño 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	1.00
DM-03	Diseño 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	1.20
DM-04	Diseño 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	0.00
DM-05	Diseño 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	1.00
DM-06	Diseño 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	1.20

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

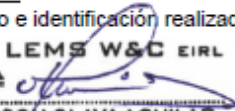
ANEXO 14: Informe de ensayo de Laboratorio, Peso Unitario y Contenido de vacíos del concreto permeable en estado fresco.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la densidad y contenido de vacío del concreto permeable fresco.
 Referencia : N.T.P. 339.230:2018

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Fecha de Ensayo (Días)	Densidad (D) (Peso Unitario) Kg/m ³	Densidad Teórica (T) Kg/cm ³	Contenido de Vacíos (U) %
DM-01	Diseño 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	1999	2536	21.2
DM-02	Diseño 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	1935	2487	22.2
DM-03	Diseño 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	1886	2452	23.1
DM-04	Diseño 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	1944	2496	22.1
DM-05	Diseño 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	1901	2449	22.4
DM-06	Diseño 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	1830	2415	24.2

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 15: Informe de ensayo de Laboratorio, Temperatura del concreto permeable en estado fresco.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
 Referencia : N.T.P. 339.184

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Diseño 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	26.5
DM-02	Diseño 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	26.5
DM-03	Diseño 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	26.8
DM-04	Diseño 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	27.0
DM-05	Diseño 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	26.5
DM-06	Diseño 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	26.7

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 16: Informes de ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Compresión Axial del Concreto Permeable.

Informe para C. PERM. -AG. ½”, R a / c 0.25.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	24/08/2021	7	11506	10.17	81	142
02	Testigo 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	24/08/2021	7	11314	10.19	81	139
03	Testigo 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	24/08/2021	7	11365	10.19	81	139
04	Testigo 4 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	31/08/2021	14	13648	10.15	81	169
05	Testigo 5 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	31/08/2021	14	13128	10.11	80	164
06	Testigo 6 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	31/08/2021	14	13516	10.13	81	168
07	Testigo 7 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	14/09/2021	28	15854	10.18	81	195
08	Testigo 8 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	14/09/2021	28	16374	10.16	81	202
09	Testigo 9 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	14/09/2021	28	16157	10.25	82	196

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.




LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS




Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Informe para C. PERM. -AG. ½”, R a / c 0.35.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel , Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	Fc (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	24/08/2021	7	9710	10.15	81	120
02	Testigo 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	24/08/2021	7	9628	10.19	82	118
03	Testigo 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	24/08/2021	7	9174	10.16	81	113
04	Testigo 4 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	31/08/2021	14	11840	10.22	82	144
05	Testigo 5 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	31/08/2021	14	11177	10.12	80	139
06	Testigo 6 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	31/08/2021	14	11539	10.17	81	142
07	Testigo 7 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	14/09/2021	28	13543	10.14	81	168
08	Testigo 8 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	14/09/2021	28	13197	10.14	81	163
09	Testigo 9 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	14/09/2021	28	13919	10.20	82	170

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 T.E.C. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS


 **Miguel Angel Ruiz Perales**
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Informe para C. PERM. -AG. ½”, R a / c 0.45.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	24/08/2021	7	7930	10.16	81	98
02	Testigo 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	24/08/2021	7	7835	10.17	81	97
03	Testigo 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	24/08/2021	7	8183	10.19	82	100
04	Testigo 4 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	31/08/2021	14	9701	10.18	81	119
05	Testigo 5 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	31/08/2021	14	9657	10.12	80	120
06	Testigo 6 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	31/08/2021	14	9702	10.20	82	119
07	Testigo 7 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	14/09/2021	28	10911	10.18	81	134
08	Testigo 8 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	14/09/2021	28	11674	10.14	81	145
09	Testigo 9 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	14/09/2021	28	11374	10.18	81	140

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe para C. PERM. -AG. 3/4", R a / c 0.25.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	Fc (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	25/08/2021	7	10048	10.17	81	124
02	Testigo 2 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	25/08/2021	7	10313	10.14	81	128
03	Testigo 3 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	25/08/2021	7	10084	10.13	81	125
04	Testigo 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	01/09/2021	14	12424	10.19	81	152
05	Testigo 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	01/09/2021	14	12133	10.13	81	151
06	Testigo 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	01/09/2021	14	12393	10.16	81	153
07	Testigo 7 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	15/09/2021	28	14274	10.10	80	178
08	Testigo 8 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	15/09/2021	28	14841	10.15	81	183
09	Testigo 9 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	15/09/2021	28	14568	10.16	81	180

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

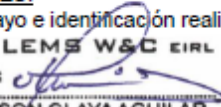
Informe para C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a / c 0.35.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	f _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	25/08/2021	7	8715	10.13	81	108
02	Testigo 2 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	25/08/2021	7	8785	10.16	81	108
03	Testigo 3 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	25/08/2021	7	8578	10.15	81	106
04	Testigo 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	01/09/2021	14	10450	10.16	81	129
05	Testigo 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	01/09/2021	14	10320	10.15	81	128
06	Testigo 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	01/09/2021	14	10184	10.16	81	126
07	Testigo 7 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	15/09/2021	28	12488	10.16	81	154
08	Testigo 8 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	15/09/2021	28	12428	10.11	80	155
09	Testigo 9 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	15/09/2021	28	12223	10.16	81	151

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe para C. PERM. -AG. 3/4", R a / c 0.45.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycuir.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la dterminación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
 Referencia : N.T.P. 339.034:2015

Muestra Nº	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	Carga (Kgf)	Diámetro (Cm)	Área (cm ²)	Fc (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	25/08/2021	7	8141	10.12	80	101
02	Testigo 2 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	25/08/2021	7	7965	10.17	81	98
03	Testigo 3 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	25/08/2021	7	8058	10.15	81	100
04	Testigo 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	01/09/2021	14	8679	10.16	81	107
05	Testigo 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	01/09/2021	14	9066	10.23	82	110
06	Testigo 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	01/09/2021	14	8764	10.16	81	108
07	Testigo 7 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	15/09/2021	28	10415	10.16	81	128
08	Testigo 8 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	15/09/2021	28	10594	10.14	81	131
09	Testigo 9 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	15/09/2021	28	10388	10.13	81	129

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.


LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
 TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

ANEXO 17: Informes de ensayo de Laboratorio, Resistencia a la Flexión del Concreto Permeable.

Informe para C. PERM. -AG. ½”, R a / c 0.25.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	24/08/2021	7	10540	450	150	150	0	1.41	14.33
02	Testigo 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	24/08/2021	7	10840	450	150	150	0	1.45	14.74
03	Testigo 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	24/08/2021	7	10620	450	150	150	0	1.42	14.44
04	Testigo 4 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	31/08/2021	14	13000	450	150	150	0	1.73	17.68
05	Testigo 5 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	31/08/2021	14	12840	450	150	150	0	1.71	17.46
06	Testigo 6 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	31/08/2021	14	12990	450	150	150	0	1.73	17.66
07	Testigo 7 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	14/09/2021	28	15000	450	150	150	0	2.00	20.39
08	Testigo 8 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	14/09/2021	28	15120	450	150	150	0	2.02	20.56
09	Testigo 9 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	17/08/2021	14/09/2021	28	14980	450	150	150	0	2.00	20.37

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TEC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe para C. PERM. -AG. 1/2", R a / c 0.35.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswyeirl.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	24/08/2021	7	9840	450	150	150	0	1.31	13.38
02	Testigo 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	24/08/2021	7	9720	450	150	150	0	1.30	13.22
03	Testigo 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	24/08/2021	7	9770	450	150	150	0	1.30	13.28
04	Testigo 4 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	31/08/2021	14	12000	450	150	150	0	1.60	16.32
05	Testigo 5 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	31/08/2021	14	12170	450	150	150	0	1.62	16.55
06	Testigo 6 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	31/08/2021	14	11990	450	150	150	0	1.60	16.30
07	Testigo 7 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	14/09/2021	28	14450	450	150	150	0	1.93	19.65
08	Testigo 8 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	14/09/2021	28	14240	450	150	150	0	1.90	19.36
09	Testigo 9 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	17/08/2021	14/09/2021	28	14090	450	150	150	0	1.88	19.16

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.

LEMS W&C EIRL

 WILSON OLAYA AGUILAR
 TÈC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS

Miguel Angel Ruiz Perales
 INGENIERO CIVIL
 CIP. 246904

Informe para C. PERM. -AG. 1/2", R a / c 0.45.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswcoeirl.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _f (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	24/08/2021	7	9020	450	150	150	0	1.20	12.26
02	Testigo 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	24/08/2021	7	9110	450	150	150	0	1.21	12.39
03	Testigo 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	24/08/2021	7	9070	450	150	150	0	1.21	12.33
04	Testigo 4 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	31/08/2021	14	11470	450	150	150	0	1.53	15.59
05	Testigo 5 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	31/08/2021	14	11290	450	150	150	0	1.51	15.35
06	Testigo 6 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	31/08/2021	14	11520	450	150	150	0	1.54	15.66
07	Testigo 7 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	14/09/2021	28	12880	450	150	150	0	1.72	17.51
08	Testigo 8 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	14/09/2021	28	12730	450	150	150	0	1.70	17.31
09	Testigo 9 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	17/08/2021	14/09/2021	28	12930	450	150	150	0	1.72	17.58

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Informe para C. PERM. -AG. $\frac{3}{4}$ ", R a / c 0.25.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _t (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	25/08/2021	7	9990	450	150	150	0	1.33	13.58
02	Testigo 2 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	25/08/2021	7	10020	450	150	150	0	1.34	13.62
03	Testigo 3 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	25/08/2021	7	10110	450	150	150	0	1.35	13.75
04	Testigo 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	01/09/2021	14	12520	450	150	150	0	1.67	17.02
05	Testigo 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	01/09/2021	14	12670	450	150	150	0	1.69	17.23
06	Testigo 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	01/09/2021	14	12590	450	150	150	0	1.68	17.12
07	Testigo 7 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	15/09/2021	28	14290	450	150	150	0	1.91	19.43
08	Testigo 8 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	15/09/2021	28	14670	450	150	150	0	1.96	19.95
09	Testigo 9 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	18/08/2021	15/09/2021	28	14380	450	150	150	0	1.92	19.55

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON CLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

Informe para C. PERM. -AG. 3/4", R a / c 0.35.



Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswceirl.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _t (Mpa)	M _c (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	25/08/2021	7	9500	450	150	150	0	1.27	12.92
02	Testigo 2 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	25/08/2021	7	9430	450	150	150	0	1.26	12.82
03	Testigo 3 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	25/08/2021	7	9490	450	150	150	0	1.27	12.90
04	Testigo 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	01/09/2021	14	11480	450	150	150	0	1.53	15.61
05	Testigo 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	01/09/2021	14	11590	450	150	150	0	1.55	15.76
06	Testigo 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	01/09/2021	14	11520	450	150	150	0	1.54	15.66
07	Testigo 7 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	15/09/2021	28	13750	450	150	150	0	1.83	18.69
08	Testigo 8 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	15/09/2021	28	13690	450	150	150	0	1.83	18.61
09	Testigo 9 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	18/08/2021	15/09/2021	28	13700	450	150	150	0	1.83	18.63

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



Informe para C. PERM. -AG. 3/4", R a / c 0.45.



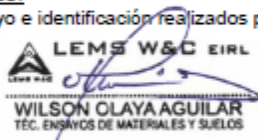
Prolongación Bolognesi Km. 3.5
Chiclayo – Lambayeque
R.U.C. 20480781334
Email: servicios@lemswycieirl.com

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS "EFECTO DE CONCHA DE MEJILLÓN Y PUZOLANA EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DEL CONCRETO TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Pimentel, Prov. Chiclayo, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo.
 Referencia : N.T.P. 339.078:2012

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado (Días)	Fecha de ensayo (Días)	Edad (Días)	P (N)	L (mm)	b (mm)	h (mm)	a (mm)	M _c (Mpa)	M _f (Kg/Cm ²)
01	Testigo 1 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	25/08/2021	7	9250	450	150	150	0	1.23	12.58
02	Testigo 2 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	25/08/2021	7	9180	450	150	150	0	1.22	12.48
03	Testigo 3 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	25/08/2021	7	9210	450	150	150	0	1.23	12.52
04	Testigo 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	01/09/2021	14	10980	450	150	150	0	1.46	14.93
05	Testigo 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	01/09/2021	14	10820	450	150	150	0	1.44	14.71
06	Testigo 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	01/09/2021	14	10850	450	150	150	0	1.45	14.75
07	Testigo 7 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	15/09/2021	28	12990	450	150	150	0	1.73	17.66
08	Testigo 8 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	15/09/2021	28	12890	450	150	150	0	1.72	17.53
09	Testigo 9 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	18/08/2021	15/09/2021	28	12850	450	150	150	0	1.71	17.47

OBSERVACIONES:

- Muestreo, ensayo e identificación realizados por el solicitante.



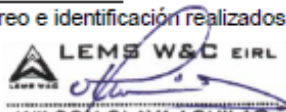
ANEXO 18: Informe de ensayo de Laboratorio, Ensayo de Permeabilidad.

Solicitante : GONZALES GONZALES WALTER ALEXANDER
 Proyecto / Obra : TESIS: "DESEMPEÑO DE CONCRETO PERMEABLE COMO PROPUESTA PARA MITIGAR LAS INUNDACIONES DE AGUAS PLUVIALES EN LA CIUDAD DE CHICLAYO - LAMBAYEQUE"
 Ubicación : Dist. Chiclayo, Prov. Pimentel, Depart. Lambayeque.
 Fecha de apertura : Lunes, 07 de junio del 2021.
 Ensayo : Método de Ensayo para determinar la coeficiente de permeabilidad en Concretos Porosos
 Referencia : ACI-522R

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	L (cm)	a (cm ²)	h1 (cm)	A (cm ²)	H2 (cm)	Tiempo (seg)	k (cm/seg)
DM-01	Diseño 1 - Piedra 1/2", Ra/c 0.25	20.0	80.9	20.0	80.6	1.0	158	0.38
DM-02	Diseño 2 - Piedra 1/2", Ra/c 0.35	20.0	80.9	20.0	80.6	1.0	118	0.51
DM-03	Diseño 3 - Piedra 1/2", Ra/c 0.45	20.0	80.9	20.0	80.6	1.0	90	0.67
DM-04	Diseño 4 - Piedra 3/4", Ra/c 0.25	20.0	80.9	20.0	80.6	1.0	128	0.47
DM-05	Diseño 5 - Piedra 3/4", Ra/c 0.35	20.0	80.9	20.0	80.6	1.0	94	0.64
DM-06	Diseño 6 - Piedra 3/4", Ra/c 0.45	20.0	80.9	20.0	80.6	1.0	69	0.88

OBSERVACIONES:

- Muestreo e identificación realizados por el solicitante.



LEMS W&C EIRL
WILSON OLAYA AGUILAR
TÉC. ENSAYOS DE MATERIALES Y SUELOS



Miguel Angel Ruiz Perales
INGENIERO CIVIL
CIP. 246904

ANEXO 19: Panel Fotográfico.

I. Preparación de los especímenes de concreto permeable

- a. Peso de los materiales de acuerdo a las proporciones obtenidas en los diseños de mezcla.



b. Mezclado del concreto permeable mediante uso de la mezcladora.



c. Control de temperatura de las mezclas de concreto permeable.



d. Moldeo de las vigas y probetas de concreto permeable.



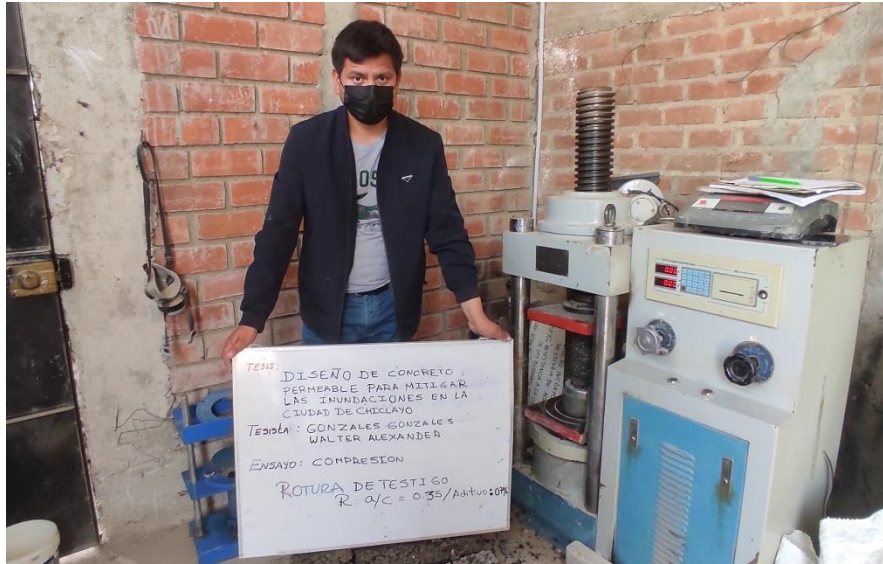


e. Curado de las vigas y probetas de concreto permeable.



II. Ensayos a los especímenes de concreto permeable

a. Ensayo de resistencia a la compresión axial.





b. Ensayo de resistencia a la flexión





c. Ensayo de permeabilidad

