



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Aplicación de concreto permeable como alternativa para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018.”

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

**AUTOR:**

Leon Pozo, Christian Angel Luis

**ASESOR**

Mg. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de infraestructura vial

**LIMA - PERU**

**2018**

## PÁGINA DEL JURADO

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 2
--	---------------------------------------	---

El **Jurado** encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

**Christian Angel Luis Leon Pozo**

cuyo título es:

"Aplicación de concreto permeable como alternativa para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018"

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

..... 16 (número) ... Dieciseis ..... (letras).

Lugar y fecha, 13 - Dic - 2018

  
 .....  
**PRESIDENTE**  
Ing. Damites  
 Grado y nombre

  
 .....  
**SECRETARIO**  
Dr. Ing. Oscar Tello M.  
 Grado y nombre

  
 .....  
**VOCAL**  
Hs. Cecilia Espinoza Morales  
 Grado y nombre

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

### **DEDICATORIA**

A mis padres, Luis José Leon Chávez y Roció M. Pozo Puchoc, que me brindaron su apoyo incondicional a lo largo de mi vida, a mi hermana Esperanza Leon P. que me dio su respaldo frente a la adversidad, a mi hermana Samantha Leon P. que cada mañana me daba un motivo más para continuar, asimismo a Fabiola V. por estar conmigo fielmente durante todo este proceso y a Dios por darme la oportunidad de ser mejor.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecimiento especial a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo por la adecuada formación académica.

A mi familia y amistades por su apoyo, colaboración y la confianza depositada en mí a lo largo de la investigación.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Christian Angel Luis Leon Pozo con DNI N° 704775520, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 18 de octubre de 2018



---

Leon Pozo, Christian Angel Luis

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación de concreto permeable como alternativa para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Civil.

Christian Angel Luis Leon Pozo

## RESUMEN

El título del proyecto es “Aplicación de concreto permeable como alternativa para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018”, y cuenta con un objetivo principal que es proponer una alternativa para reducir la escorrentía superficial de las precipitaciones pluviales en las vías del distrito El Tambo—Huancayo.

En cuanto a la metodología la presente investigación contrastará la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c 0.27, 0.28 y 0.34 frente a las intensidades promedio de precipitaciones pluviales del distrito El Tambo – Huancayo. Para lograr ello se recolectó información de la estación pluviométrica Santa Ana ubicada en el distrito antes mencionado, esta estación es administrada por el SENAMHI, por otro lado, se elaboró un equipo capaz de medir la capacidad de absorción del concreto, este equipo es el permeámetro que fue construido por el autor y validado por expertos. Así mismo se validó una ficha de recolección de datos para registrar los valores de capacidad de absorción del concreto y también una ficha de recolección de datos para evaluar la resistencia a la compresión. La muestra estuvo conformada por un total de 45 probetas de concreto de 4” por 8”, de las cuales 36 probetas fueron destinadas para los ensayos de compresión y los 9 restantes para los ensayos de permeabilidad.

Para el procesamiento de resultados, una vez obtenido los datos de los ensayos realizados, se hicieron análisis comparativos entre capacidad de filtración e intensidad de precipitaciones, así mismo se relacionó la capacidad de filtración con la resistencia a la compresión.

Finalmente, con el cruce de datos realizado se concluyó que el concreto permeable de relación a/c 0.27, 0.28 y 0.34 contrarrestan la intensidad promedio de precipitaciones pluviales del distrito el Tambo- Huancayo. Ya que las capacidades de absorción del concreto van desde 18.78 l/s hasta 27.48 l/s por m<sup>2</sup>, mientras que la intensidad promedio del distrito El Tambo es de 5.18 mm que equivalen a 5.18 l/m<sup>2</sup>, por cuanto se puede concluir que la capacidad de absorción supera por mucha la intensidad de precipitaciones y adicional a ello se concluye que una alternativa para reducir la escorrentía superficial de precipitaciones pluviales sería la aplicación del concreto permeable, bajo un estándar de pavimento rígido orientado a pavimentos urbanos especiales.

Palabras clave: Concreto, dosificación, permeabilidad, absorción, resistencia.

## ABSTRACT

The title of the project is "Application of permeable concrete as an alternative to reduce surface runoff in the roads of the district El Tambo-Huancayo, 2018", and has a main objective is to propose an alternative to reduce surface runoff from rainfall on the tracks of the El Tambo - Huancayo district.

In current research, the absorption capacity of pervious concrete of the ratio  $a / c$  0.27, 0.28 and 0.34 is an average of the rainfall of El Tambo - Huancayo district. To achieve this, information can be collected from the Santa Ana rainfall station located in the aforementioned district, this station is administered by SENAMHI, on the other hand, a team capable of measuring the absorption capacity of the concrete is elaborated, this is the permeameter. which was built by the author and validated by experts. Likewise, a data collection form was validated to record the concrete absorption capacity values and also a data collection form to evaluate the compressive strength. The sample consisted of a total of 45 specimens of 4 "by 8" concrete, of which 36 specimens were tested for the compression tests and the 9 results for the permeability tests.

For the processing of the results, once the data of the tests carried out were obtained, comparative analyzes were made of the capacity to maintain the intensity of the precipitations, as well as the relationship of the capacity with the resistance to compression. Finally, with the data crossing performed, it was concluded that the pervious concrete of  $a / c$  ratio 0.27, 0.28 and 0.34 counteract the average intensity of rainfall in the Tambo Huancayo district. Since the capacities of absorption of concrete go from 18.78 l / s to 27.48 l / s per  $m^2$ , while the average intensity of the district The tambo is 5.18 mm that equals 5.18 l /  $m^2$ , so you can realize of which capacity of absorption exceeds by much intensity of precipitations and additionally in the same sense that an alternative to reduce the superficial run-off of the pluvial precipitations, the application of the permeable concrete, under a standard of rigid pavement oriented to special urban pavements.

Keywords: Concrete, dosage, permeability, absorption, resistance.



## INDICE

<b>PÁGINA DEL JURADO .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>IV</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....</b>	<b>V</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>VI</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>VII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>VIII</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. Realidad Problemática .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2. Trabajos Previos.....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.1. Antecedentes Nacionales .....</b>	<b>17</b>
<b>1.2.2. Antecedentes Internacionales .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3. Teorías Relacionadas al Tema .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.1. Concreto Permeable .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.1.1 Definición .....</b>	<b>21</b>
<b>1.3.1.2 Aplicaciones .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.1.2.1 Aplicación en pavimentos urbanos especiales .....</b>	<b>22</b>
<b>1.3.1.3 Propiedades.....</b>	<b>23</b>
<b>1.3.1.3.1. En estado fresco .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1.3.1.1. Trabajabilidad .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1.3.1.2. Contenido de vacíos y densidad (American Society for Testing and Materials - ASTM C1688).....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1.3.2. En estado endurecido .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1.3.2.1. Resistencia a la compresión NTP 339.034 (ASTM C39) .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3.1.3.2.2. Infiltración – ACI 522R-10 .....</b>	<b>25</b>
<b>1.3.1.4. Relación de parámetros que influyen en la capacidad del concreto permeable...26</b>	
<b>1.3.1.4.1. Contenido de vacíos y resistencia. ....</b>	<b>26</b>
<b>a) Contenido de vacíos y resistencia a la compresión .....</b>	<b>26</b>
<b>1.3.1.4.2. Tamaño del agregado y dimensión de poros.....</b>	<b>28</b>
<b>1.3.1.4.3. Relación agua-cemento y el porcentaje de contenido de vacíos.....</b>	<b>28</b>
<b>1.3.1.5. Dosificación del concreto permeable. ....</b>	<b>28</b>
<b>1.3.1.5.1. Paso 1: Obtención del contenido del agregado frueso: .....</b>	<b>29</b>
<b>1.3.1.5.2. Paso 2: Obtención del volumen de pasta:.....</b>	<b>30</b>
<b>1.3.1.5.3. Paso 3: Obtención del peso de cemento.....</b>	<b>30</b>
<b>1.3.1.5.4. Paso 4: Obtención del peso del agua.....</b>	<b>31</b>
<b>1.3.1.5.5. Paso 5: Obtención del contenido de arena .....</b>	<b>31</b>

1.3.1.5.6. Paso 6: Obtención del contenido de arena .....	31
1.3.1.5.6. Paso 7: Verificación del volumen a 1m3 .....	31
1.3.2. Precipitaciones .....	31
1.3.2.1 Formas de Precipitación.....	32
1.3.2.2 Clasificación de la Precipitación.....	32
1.3.2.3 Factores de la precipitación .....	33
• Intensidad.....	33
1.3.2.1 Medición de la precipitación.....	33
1.3.3 Escorrentía .....	34
1.3.3.1 Factores de la escorrentía superficial.....	35
a) Factores meteorológicos .....	35
• Forma y tipo de precipitación:.....	35
1.3.4 Construcción del Permeámetro .....	36
1.3.4.1 Accesorios y herramientas empleadas.....	36
1.3.4.2 Proceso constructivo.....	37
1.3.4.3 Aplicación del permeámetro. ....	38
1.3.4.4 Validación y pruebas del permeámetro. ....	39
1.4. Formulación del Problema.....	40
1.4.1. Problema General.....	40
1.4.2. Problemas Específicos .....	40
1.5. Justificación del Estudio .....	40
1.6. Hipótesis .....	41
1.6.1. Hipótesis General.....	41
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	41
1.7. Objetivos .....	41
1.7.1. Objetivo General .....	41
1.7.2. Objetivos Específicos.....	41
<b>II. MÉTODO</b>	
2.1. Enfoque, método, tipo y nivel de investigación.....	44
2.1.1. Enfoque de investigación.....	44
2.2. Variables, Operacionalizaciones.....	45
2.2.1. Variable Independiente: Escorrentía superficial de precipitaciones pluviales .....	45
2.2.2. Variable Dependiente: Concreto Permeable .....	45
2.2.3. Operacionalización.....	45
2.3. Población y muestra. ....	45
2.3.1. Población .....	45

2.3.2.	Muestra .....	46
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	46
2.4.1.	Técnica. ....	46
2.4.2.	Instrumento.....	47
2.4.3.	Validez.....	47
2.4.4.	Confiabilidad. ....	47
2.5.	Métodos de análisis de datos.....	48
2.5.1.	Ubicación de la zona de estudio.....	48
2.6.	Aspectos éticos. ....	48
<b>III. RESULTADOS</b>		
3.1	Descripción de la zona de estudio.....	50
3.1.1	Ubicación Geográfica y entorno .....	50
3.2	Recopilación de Información.....	50
3.2.1	Variable independiente: Escorrentía superficial de precipitaciones pluviales.....	50
3.2.1.1	Información Hidrológica de la zona de estudio .....	50
3.2.1.2	Resumen de datos de precipitaciones .....	51
3.2.2.	Variable Dependiente: Concreto Permeable .....	53
3.2.2.2	Propiedades físicas del agregado grueso.....	53
3.2.2.2.1	Granulometría .....	53
3.2.2.2.2	Peso Específico y peso Unitario del Agregado Grueso .....	55
3.2.2.3	Propiedades físicas del Cemento .....	55
3.2.2.4	Diseño del Concreto Permeable.....	55
3.2.2.4.1	Dosificación del Concreto Permeable de Relación a/c= 0.27 .....	56
3.2.2.5	Resistencia a la compresión del concreto permeable .....	58
3.2.2.6	Capacidad de filtración del concreto permeable.....	61
3.2.3.	Comparación de datos entre la variable independiente y la variable dependiente... 64	
3.2.3.1.	Capacidad de filtración del concreto permeable de relación a/c 0.27 .....	64
3.2.3.2.	Capacidad de filtración del concreto permeable de relación a/c 0.28.....	66
3.2.3.3.	Capacidad de filtración del concreto permeable de relación a/c 0.34.....	68
3.2.3.4.	Relación entre dosificación, resistencia a la compresión y capacidad de absorción. 71	
3.3.	Contrastación de Hipótesis. ....	72
3.3.1.1.	Capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c 0.27, 0.28 y 0.34 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales.....	72
<b>IV. DISCUSIÓN</b>		
<b>V. CONCLUSIONES</b>		
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>		

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

### **VIII. ANEXOS**

**ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE**

**ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO DE POSIBLES VÍAS DE APLICACIÓN**

**ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO DE REGISTROS DE TRABAJOS EN LABORATORIO**

**ANEXO 5: DATOS DE PRECIPITACIONES DE LA ESTACIÓN SANTA ANA SOLICITADOS AL SENAMHI**

**ANEXO 7: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ENSAYO DE PERMEABILIDAD**

**ANEXO 8: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**

**ANEXO 9: CARTA DE PATROCINIO DEL LABORATORIO CALYDAT**

**ANEXO 10: INFORME DE ENSAYO REALIZADO EN EL LABORATORIO CALYDAT**

**ANEXO 11: RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**

**ANEXO 12: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA BALANZA**

**ANEXO 13: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS TAMICES**

## ÍNDICE DE TABLAS.

<b>Tabla 1.</b> Requisitos para pavimentos especiales. ....	23
<b>Tabla 2.</b> Relaciones b/bo para distintas variables de mezcla .....	29
<b>Tabla 3.</b> Niveles de Intensidad .....	33
<b>Tabla 4.</b> Resumen de validación del instrumento .....	39
<b>Tabla 5.</b> Composición de muestras para la resistencia del concreto.....	46
<b>Tabla 6.</b> Composición de muestras para medir la capacidad de absorción del concreto permeable. .....	46
<b>Tabla 7.</b> Parámetros de validez para el instrumento.....	47
<b>Tabla 8.</b> Resumen de validación del permeámetro .....	47
<b>Tabla 9.</b> Datos de precipitación total diaria de la Estación Santa Ana ubicada en el distrito El Tambo - Huancayo, 2017. ....	50
<b>Tabla 10.</b> Resumen de precipitaciones de la Estación Santa Ana ubicada en el distrito El Tambo – Huancayo, 2017.....	51
<b>Tabla 11.</b> Leyenda de intensidad de precipitaciones.....	51
<b>Tabla 12.</b> Resultados de granulometría del agregado grueso. ....	53
<b>Tabla 13.</b> Características del agregado Grueso .....	55
<b>Tabla 14.</b> Características del Cemento .....	55
<b>Tabla 15.</b> Dosificación del concreto permeable de relación a/c 0.27 .....	56
<b>Tabla 16.</b> Dosificación del concreto permeable de relación a/c 0.28.....	56
<b>Tabla 17.</b> Dosificación del concreto permeable de relación a/c 0.34 .....	57
<b>Tabla 18.</b> Resultados de la resistencia a la compresión de la dosificación a/c 0.27. ....	58
<b>Tabla 19.</b> Resultados de la resistencia a la compresión de la dosificación a/c 0.28 .....	58
<b>Tabla 20.</b> Resultados de la resistencia a la compresión de la dosificación a/c 0.34 .....	59
<b>Tabla 21.</b> Comparación de resultados de resistencia a la compresión.....	60
<b>Tabla 22.</b> Datos obtenidos del ensayo de permeabilidad y capacidad de filtración mediante el permeámetro de carga variable. ....	62
<b>Tabla 23.</b> Capacidad de filtración por m <sup>2</sup> para cada tipo de dosificación de concreto permeable. 63	
<b>Tabla 24.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación mínima cuya intensidad es ligera. ....	64
<b>Tabla 25.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es moderada. ....	65
<b>Tabla 26.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es fuerte.....	65
<b>Tabla 27.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación mínima cuya intensidad es ligera. ....	66
<b>Tabla 28.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es moderada. ....	67
<b>Tabla 29.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación máxima cuya intensidad es fuerte.....	68
<b>Tabla 30.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación mínima cuya intensidad es ligera. ....	68
<b>Tabla 31.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es moderada. ....	69
<b>Tabla 32.</b> Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación máxima cuya intensidad es fuerte.....	70
<b>Tabla 33.</b> Comparación entre dosificación, resistencia y capacidad de absorción. ....	71

<b>Tabla 34.</b> Prueba de Chi Cuadrado .....	72
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Permeámetro de caída simple .....	26
Figura 2. Relación entre el contenido de vacíos y resistencia a la compresión .....	26
Figura 3. Relación entre el contenido de vacíos y resistencia a la flexión .....	27
Figura 4. Relación entre el tamaño del agregado grueso y la dimensión de los poros en el concreto permeable.....	28
Figura 5. Relación entre el tamaño el porcentaje de contenido de vacíos y la relación a/c. ....	28
Figura 6. Relación entre el volumen de pasta y el contenido de vacíos para el agregado grueso. ...	30
Figura 7. Esquema de la precipitación por convección.....	32
Figura 8. Esquema de la precipitación orográfica.....	33
Figura 9. Pluviómetro .....	34
Figura 10. Accesorios para el permeámetro.....	36
Figura 11. "Unión de la T de 4" con la tapa de 4" .....	37
Figura 12. Unión de la válvula tipo bola con el niple y reducción.....	37
Figura 13. Unión de los pasos 1 y 2. ....	37
Figura 14. Permeámetro culminado.....	38
Figura 15. Esquema de trabajo del permeámetro .....	39
Figura 16. Ubicación del distrito El Tambo - Huancayo. ....	48
Figura 17. Resumen de Precipitaciones de la Estación Pluviométrica Santa Ana ubicada en el Distrito El Tambo – Huancayo, 201. ....	52
Figura 18. Curva Granulométrica del agregado grueso .....	54
Figura 19. Tamices empleados para el análisis granulométrico .....	54
Figura 20. Trompo empleado para la preparación de la mezcla.....	55
Figura 21. Muestras vertidas en moldes de acero de 4" por 8". ....	57
Figura 22. Especímenes de concreto para el ensayo de resistencia a la compresión .....	58
Figura 23. Curva de resistencia a la compresión del concreto permeable de dosificación a/c 0.27	58
Figura 24. Curva de resistencia a la compresión del concreto permeable de dosificación a/c 0.27	59
Figura 25. Curva de resistencia a la compresión del concreto permeable de dosificación a/c 0.34	59
Figura 26. Curva de resistencia de las distintas dosificaciones.....	60
Figura 27. Proceso de ensayo de resistencia a la compresión.....	60
Figura 28. Permeámetro empleado para determinar el coeficiente de permeabilidad. ....	61
Figura 29. Capacidad de filtración (Caudal "Q" l/s) promedio por cada tipo de diseño de concreto. ....	62
Figura 30. Coeficiente de permeabilidad promedio por cada tipo de diseño de concreto.....	63
Figura 31. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación mínima. ....	64
Figura 32. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación promedio.....	65
Figura 33. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación máxima.....	66
Figura 34. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación mínima .....	67

Figura 35. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación promedio.....	67
Figura 36. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación máxima.....	68
Figura 37. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación mínima.....	69
Figura 38. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación promedio.....	69
Figura 39. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación máxima.....	70
Figura 40. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación máxima.....	71

## **I. INTRODUCCIÓN**



## **1.1. Realidad Problemática**

La escorrentía superficial en las vías del distrito del Tambo – Huancayo, representan un serio problema que afecta a toda la población, esta situación se refleja en inundaciones debido a la intensidad de la lluvia y un drenaje pluvial ineficiente, asimismo se refleja en accidentes peatonales (caídas y/o deslizamientos), igualmente se manifiesta en accidentes automovilísticos debido al hidropneumático, pérdida de fricción entre el neumático y la vía al momento de frenar; todas estas situaciones podrían conllevar a pérdidas materiales y en el peor de los casos, pérdidas humanas.

A nivel nacional la norma técnica OS. 60 (El Peruano, 2006) del reglamento nacional de edificaciones tiene como objetivo establecer los criterios generales de diseño que permitan la elaboración de proyectos de Drenaje Pluvial Urbano que comprenden la recolección, transporte y evacuación de las aguas pluviales que se precipitan sobre un área urbana. Entre estos criterios están la implementación de cunetas, sumideros, rejillas, etc.

Sin embargo, estos elementos contemplados para el drenaje pluvial, no se dan el abasto suficiente puesto que, en casos de una precipitación moderada, las vías terminan cubiertas por una capa hídrica, debido a la saturación, ineficiente diseño y/o ubicación de estos sistemas de drenaje.

Cabe resaltar que no todas las vías del distrito del Tambo-Huancayo están pavimentadas, lo cual es una situación favorable para poder desarrollar proyectos de pavimentación que contrarresten de manera eficaz la problemática planteada.

Es por ello que se busca una alternativa como es la aplicación de concreto permeable, que ayudaría con la reducción de la escorrentía superficial en las vías del distrito del tambo de agua contribuyendo al drenaje de las aguas pluviales. Y adicional a ello contribuiría al estudio de la ingeniería en el Perú, debido a actualmente no hay ninguna norma o reglamento nacional que establezcan los parámetros de diseño del concreto permeable.

## **1.2. Trabajos Previos**

### **1.2.1. Antecedentes Nacionales**

*Flores Quispe y Pacompia Calcina (2015) en la tesis titulada “Diseño de mezcla de concreto permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f’c 175 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno”* Fijó como objetivo: Evaluar la incidencia que tiene la incorporación de tiras de

plástico (polipropileno) en las características del concreto permeable  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> diseñado para firmes en la ciudad de Puno, aplicando el método del ACI (American Concrete Institute). Aplicó la metodología: Tipo correlacional debido a que relaciona y vincula las características del concreto permeable con la inclusión de porcentajes de Tiras de Polipropileno en su diseño. Finalmente, fija como conclusión: La incorporación de tiras de polipropileno (3 mm x 30 mm) en el diseño de mezcla de un concreto permeable diseñado para pavimentos  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno, mejora parcialmente las propiedades del mismo, específicamente su resistencia a la compresión. Se ha determinado que la adición de dichas tiras en dos porcentajes (de los tres estudiados), incrementa la resistencia a la compresión del concreto permeable. Y respecto a las otras propiedades estudiadas, como el contenido de vacíos y coeficiente de permeabilidad, se ha determinado que la adición de tiras de polipropileno produce una variación ligera en sus magnitudes, presentando una tendencia a la reducción de los mismos conforme se incrementa el porcentaje de adición de las Tiras.

*Nelida Yovana Díaz Silva (2017) en la tesis titulada "Diseño de mezcla de concreto permeable elaborado con aditivo y adición de fibra de polipropileno para uso en pavimentos, en la ciudad de Cajamarca".* Fijó como objetivo: Diseñar una mezcla de concreto permeable para uso en pavimentos en la ciudad de Cajamarca, utilizando aditivo y adición de fibra de polipropileno para una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup> y a la flexión de 42 kg/cm<sup>2</sup>. La cual tiene propósito descriptivo del diseño de mezcla de concreto permeable y las propiedades físicas y mecánicas del mismo en estado fresco y endurecido, elaborado con aditivo y adición de fibra de polipropileno. Su población de estudio es un conjunto de especímenes de concreto permeable, teniendo como muestra 132 especímenes, de los cuales los subdividió de la siguiente manera, 78 fueron derivados para pruebas de resistencia a la compresión, 42 para ensayos de resistencia a la flexión y 12 muestras para realizar ensayos de permeabilidad. Finalmente, fija como conclusión: Se diseñó una mezcla de concreto permeable de código RDBIII-AD1-FPP1(codificación para designar los especímenes elaborados), cuya resistencia a la compresión a los 28 días es de 22.35 MPa (227.78 kg/cm<sup>2</sup>) con una desviación estándar de 6.29 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de variación de 2.76% y cuya resistencia a la flexión es de 4.34 MPa (44.21 kg/cm<sup>2</sup>) con una desviación estándar de 1.39 kg/cm<sup>2</sup> y un coeficiente de variación de 3.14%, por tanto, se concluyó que dicho diseño cumplió con las resistencias mecánicas mínimas de 210 kg/cm<sup>2</sup> en resistencia a compresión y de 42 kg/cm<sup>2</sup> en resistencia a la flexión, establecidas para ser usado en pavimentos de transito normal en la ciudad de Cajamarca. Así como se comprobó el buen

comportamiento del concreto permeable ante la incorporación de aditivo “Chemaplast” en la proporción de 250 ml/bolsa de cemento, que incrementó la trabajabilidad de la mezcla y aumentando la resistencia a la compresión en el orden de 21.78%.

*La Unión de Concreteras S.A. (UNICON,2011) en su artículo “Concreto Ecológico para sistemas urbanos sostenibles”, tuvo como objetivo diseñar un concreto que permita el paso de agua a través de la masa de concreto teniendo un comportamiento resistente para áreas de aplicación deseadas, su población estuvo determinada por especímenes de concreto, finalmente fija como conclusión que se lograron alcanzar resistencias a la compresión de 140, 175 y 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de curado, usando agregado grueso de ¾”, reportando un contenido de vacíos de 15% a 20% y un asentamiento de 1” a 2”, asimismo añaden que el concreto tiene un tiempo de manejabilidad hasta la llegada a obra de 2.5 horas, el tiempo de fraguado inicial desde la salida de planta es de 7 a 9 horas, con un peso unitario de 2200 kg/m<sup>3</sup> a 2300 kg/m<sup>3</sup>. Adicional a ello recomienda el uso de este tipo de concreto en pavimentos, losas, veredas y como protector de erosión de finos en un determinado suelo, asimismo determinó que este concreto es ecológico debido a su bajo impacto en el medio ambiente, contribuyendo con la recarga de acuíferos gracias a su capacidad de filtración, además afirma que evita empozamientos de agua en pavimentos, tales como estacionamientos, pistas y veredas que están sujetas a flujos de agua constantes debido a lluvias, inundaciones o regadíos.*

De la revisión de los antecedentes nacionales, podemos resaltar que la desventaja del concreto permeable (baja resistencia a la compresión), tiene una solución por cuanto este no significaría un problema al momento de aplicar este tipo de concreto en pavimentos, puesto que se pueden alcanzar las resistencias mínimas establecidas en el reglamento nacional de edificaciones, cabe resaltar que estas resistencias dependen del tipo de vía.

### **1.2.2. Antecedentes Internacionales**

*Yalil Felipe Mouhir y Luis F. Castañeda U. (2014) En la tesis titulada “Diseño y Aplicación de Concreto Poroso Para Pavimentos, Cali-Colombia” Fijó como objetivo: Diseñar un concreto poroso enfocado en estructuras de pavimento rígido, confrontando la inserción o no de agregado finos en la mezcla. Aplico la metodología: Experimental puesto que diseñan*

un nuevo tipo de concreto evaluando diferentes parámetros, resistencia, porosidad, etc. Tomando como población probetas de concreto de 150 mm por 300 mm, teniendo como muestra 140 probetas para dos tipos de diseño (Tipo I con finos y Tipos II sin finos), de los cuales sometió 56 probetas a pruebas de compresión, 56 probetas a pruebas de flexión y evaluó 28 probetas para determinar el coeficiente de permeabilidad. Finalmente, fija como conclusión: El diseño de concreto Tipo I, contribuye con la reducción de la escorrentía superficial, esto gracias a la gran cantidad de poros que contiene, la cual le otorga la propiedad mecánica de la permeabilidad, por ende logra que los fluidos atraviesen su estructura con mayor facilidad que el concreto convencional, asimismo afirma que este sirve como una alternativa de mitigación ambiental debido a que la propiedad de filtración permite que el agua de lluvia atraviese su estructura, derivando el agua filtrada hacia los acuíferos subterráneos, conllevando a que estos se recarguen. Por otro lado, concluye que el promedio de permeabilidad de la mezcla Tipo II sin finos, es mayor que la mezcla Tipo I con finos, debido a una diferencia de vacíos que son ocupados por el agregado fino.

*Natalia Ixchel Rodas Ralda (2012) En la Tesis titulada: “Desarrollo Y Uso De Bloques De Concreto Permeable En Senderos Ecológicos, Guatemala”.* Fijó como objetivo: Diseñar bloques de concreto permeable en senderos ecológicos, es decir en áreas de tránsito peatonal donde el agua producto de las precipitaciones pueda ser infiltrada. Teniendo como población probetas de 4” x 8”, cuya muestra es de 18 probetas, las cuales sometió a ensayos de resistencia a la compresión, flexión, impacto y permeabilidad. Finalmente, fija como conclusión: Los vacíos del concreto permeable afectan directamente la resistencia a la compresión y flexión, por lo que se diseñó una mezcla con un cementante de alta resistencia, presentando resistencias entre los límites establecidos de 28 - 280 kg/cm<sup>2</sup> para compresión y 10 - 38 kg/cm<sup>2</sup> para flexión. Asimismo, se utilizó agregado fino, determinando que, al incrementarlo en una baja proporción, la relación entre vacíos con la infiltración disminuye rotundamente. Por otro lado, determinó que el factor incidente en la tasa de filtración está relacionado con el tipo de suelo donde es ubicado el concreto, puesto que este suelo debería contar también con la propiedad de filtración. Adicional a ello afirma que no es necesario el empleo de aditivos en las mezclas, puesto que, debido al clima de la ciudad de Guatemala, no hay inconvenientes con la trabajabilidad ni resistencia.

*Eduardo García Haba (2011) En la Tesis titulada: “Control De Escorrentías Urbanas Mediante Pavimentos Permeables: Aplicación En Climas Mediterráneos”.* Fijó como

objetivo: Realizar una exhaustiva revisión del estado del conocimiento respecto de la conceptualización de los pavimentos permeables como técnica de drenaje urbano sostenible, así como de las reglas de diseño (hidrológicas e hidráulicas, y estructurales) para el dimensionamiento de los elementos característicos de los pavimentos permeables. Así como Seleccionar una aplicación real de pavimento permeable para estudiar su respuesta hidráulica frente a condiciones pluviométricas características de clima mediterráneo. Su población de estudio estuvo compuesta por una parcela localizada en Benaguacil- Valencia, su muestra está delimitada por una superficie de aplicación de 825 m<sup>2</sup>, en la cual desarrolló una aplicación práctica. Finalmente, fija como conclusión: Los sistemas de saneamiento y drenaje urbano han sufrido una importante evolución a lo largo de la historia, motivada fundamentalmente por los problemas de diferente índole que iban surgiendo. No obstante, todavía a fecha de hoy, los sistemas de saneamiento convencionales muestran ciertas carencias que se manifiestan en forma de inundaciones, afecciones desfavorables en los medios receptores y malos olores entre otros. El rápido crecimiento de las ciudades y su impermeabilización, provocan con suma facilidad la saturación de los viejos e infra dimensionados sistemas de drenaje en periodos de lluvia.

De la revisión de los antecedentes internacionales, se destaca su resistencia y aplicación del concreto permeable en pavimentos, resaltando su capacidad para contrarrestar los climas húmedos y lluviosos, por cuanto estos antecedentes respaldan la presente investigación.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

#### **1.3.1. Concreto Permeable**

##### **1.3.1.1 Definición**

Según el American Concrete Institute (ACI 522R-10,2010), El concreto permeable, es compuesto por cemento Portland, grava de tamaño uniforme, poco o nada de agregado y agua. Estos ingredientes permiten obtener una aglomeración de grava rodeada por una fina capa de pasta de cemento endurecido en sus puntos de contacto. Esta proporción produce abertura interconectadas típicamente de tamaños entre 1mm a 5mm, que permite que el agua infiltre fácilmente. El contenido de vacíos que permite que el agua fluya está en el rango de 15 y 35% con una resistencia a la compresión típica de 28 a 280 kg/cm<sup>2</sup>. La permeabilidad se encuentra aproximadamente entre 81 y 730 L/min/m<sup>2</sup> y depende del tamaño de los agregados y la densidad de la mezcla.

### **1.3.1.2 Aplicaciones**

Teniendo como propiedad principal su capacidad de infiltración esta le da cabida a un control de aguas pluviales, derivando en distintos usos resaltando su aplicación en pavimentos. Las ventajas de la aplicación de este concreto permeable en pavimentos a comparación del concreto convencional son los siguientes: el control de agentes contaminante en las aguas pluviales; control de la escorrentía generada por las aguas pluviales; aumento del área para estacionamientos debido a la exoneración de áreas para la retención de agua; reducción del riesgo de hidroplaneo en carreteras y autopistas; reducción del brillo en la capa superficial del pavimento en horario nocturno; reducción de la contaminación auditiva generada por la fricción e interacción entre el neumático y el pavimento; reducción o eliminación de elementos para el drenaje pluvial; adicional a ello este concreto tiene una ventaja relacionada al medio ambiente puesto que su capacidad de infiltración permite que el agua llegue a las raíces de los árboles; entre otros (ACI 522R-10, 2010).

El concreto permeable también es empleado en estacionamientos y vías de bajo tránsito. Un caso resaltante está ubicado en el estado de Florida - Estados Unidos ya que muchos estacionamientos han empleado el concreto permeable como capa de rodadura, destacando tres razones. La primera, en este Estado de EE. UU se presentan intensas lluvias que conllevan a una gran acumulación de agua en amplias áreas y el concreto permeable reduce el volumen de la escorrentía de estas aguas pluviales. La segunda razón parte del criterio de los diseñadores de pavimento puesto que estos prefieren que el agua pluvial sea retenida en el sitio para que este recargue el agua del subsuelo. Y finalmente destaca el costo de la aplicación del concreto permeable como pavimento en lugar de un pavimento convencional, ya que con la aplicación del concreto permeable este reduce el costo al momento de eliminar o reducir los drenajes pluviales que podrían proyectarse al usar un diseño de pavimento convencional. (ACI 522R-10, 2010).

#### **1.3.1.2.1 Aplicación en pavimentos urbanos especiales**

En la Norma CE.010 de Pavimentos Urbanos, establecen que los pavimentos especiales están conformados por aceras o veredas; pasajes peatonales y ciclo vías.

En esta norma se establecen los requisitos mínimos que deben tener los pavimentos, a continuación, se mostrará una tabla en la cual nos centraremos en el área de pavimento rígido ya que nuestro concreto permeable llega a ser considerado como tal.

**Tabla 1.** Requisitos para pavimentos especiales.

Elemento \ Tipo de Pavimento		Aceras o Veredas	Pasajes Peatonales	Ciclo vías
		Sub-rasante		95 % de compactación: Suelos Granulares - Proctor Modificado Suelos Cohesivos - Proctor Estándar
		Espesor compactado: ≥ 150 mm		
Base		CBR ≥ 30 %		CBR ≥ 60%
Espesor de la capa de rodadura	Asfáltico	≥ 30 mm		
	Concreto de cemento Portland	≥ 100 mm		
	Adoquines	≥ 40 mm (Se deberán apoyar sobre una cama de arena fina , de espesor comprendido entre 25 y 40 mm)		
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico*		
	Concreto de cemento Portland	$f_c \geq 175 \text{ Kg/cm}^2$ (17,5 MPa)		
	Adoquines	$f_c \geq 320 \text{ Kg/cm}^2$ (32 MPa)		N.R. **

\* El concreto asfáltico debe ser hecho preferentemente con mezcla en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificado.

\*\* N.R.: No Recomendable.

Fuente: (CE.010, 2010)

Entonces una vez establecido el tipo de pavimento al cual está orientado la investigación nos centraremos en la posible aplicación del concreto permeable en pavimentos urbanos especiales en las vías del distrito El Tambo que aún no han sido pavimentadas. Tales como la avenida la Av. Ferrocarril entre la Av. La Esperanza y Av. Miguel Grau, la Avenida Mariscal Castilla entre la Av. Circunvalación y Av. La Esperanza. Ver imágenes en Anexo 3.

### 1.3.1.3 Propiedades

Las diversas propiedades del concreto permeable son dependientes de la porosidad (contenido de vacíos), contenido de cemento, relación a/c, nivel de compactación y de la gradación y calidad del agregado. El Subcomité C09.49 de ASTM ha desarrollado métodos para medir las propiedades del concreto permeable, tales como prueba para resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, densidad / porosidad in situ y permeabilidad in situ. Acotando que se debe tener precaución al hacer referencia a los métodos de prueba para concreto permeable que están destinados al concreto habitual. (ACI 522R, 2010).

### **1.3.1.3.1. En estado fresco**

#### **1.3.1.3.1.1. Trabajabilidad**

De acuerdo al comité ACI 309R, “la trabajabilidad es un parámetro del concreto en estado fresco, que se refleja en la facilidad y homogeneidad con la que puede ser mezclado, transportado, colocado, compactado y acabado.”

#### **1.3.1.3.1.2. Contenido de vacíos y densidad (American Society for Testing and Materials - ASTM C1688)**

La densidad y el contenido de vacíos en estado fresco se determina mediante ensayos estandarizados y utilizando formulas dadas en el ASTM 1688. Se calcula la masa medida del concreto consolidado, el volumen del recipiente y la masa total de los materiales en la mezcla. El compactado de la mezcla puede ser utilizando dos métodos: Martillo Próctor estándar o martillo Marshall estándar.

El procedimiento con Martillo Próctor estándar, se deberá ejecutar antes de que transcurran cinco minutos luego de haber obtenido la muestra de concreto. Durante el procedimiento el envase cilíndrico deberá estar en una superficie nivelada aislado de vibraciones, colocando dos capas de un mismo espesor dentro del envase, esto con ayuda de una cuchara, resaltando que esta colocación de concreto deberá ser distribuida de forma uniforme alrededor de cilindro.

Empleando el martillo Proctor este se soltará veinte veces de forma vertical por cada capa de concreto con altura de 12”. El martillo deberá caer de forma equitativa en toda la superficie del concreto para obtener una mezcla uniforme. Antes de completar la última capa se deberá llenar hasta sobrepasar el tope del envase cilíndrico teniendo como referencia 1/8 de exceso en su altura de la mezcla de concreto permeable. Posteriormente se quitará el exceso de concreto para así enrasar la mezcla del concreto con la parte superior del envase cilíndrico. Finalmente se deberá hacer una limpieza exterior del recipiente y se determinará la masa del concreto con ayuda del envase cilíndrico. (ASTM C1688).

### **1.3.1.3.2. En estado endurecido**

#### **1.3.1.3.2.1. Resistencia a la compresión NTP 339.034 (ASTM C39)**

La resistencia a la compresión es la capacidad que tiene el concreto de aportar esfuerzos de compresión debido a las cargas sobre las estructuras. En el concreto permeable, las propiedades son principalmente afectadas por el diseño de la mezcla y el método de compactación (ACI 522R-10, 2010).

El ACI 522R-10 señala que de acuerdo a estudios realizados los principales factores que reducen la resistencia a la compresión del concreto permeable son el grado de compactación, las características físicas de los agregados, los aditivos poliméricos y minerales. Asimismo, tanto la relación agua/cemento (a/c) y el contenido total de cemento es importante para la resistencia a la compresión y el contenido de



vacíos puesto que una cantidad pobre de cemento se traduce a un agregado con poco revestimiento lo cual transciende en la resistencia a la compresión teniendo resultados desfavorables.

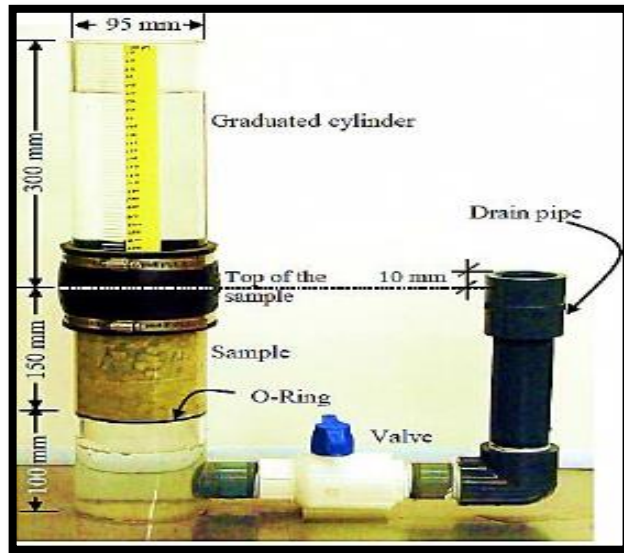
Para la investigación, el ensayo de compresión del concreto permeable estará regido bajo la norma ASTM C29 para concreto convencional, debido a que aún no está estandarizado los ensayos de compresión para concreto permeable.

#### **1.3.1.3.2.2. Infiltración – ACI 522R-10**

La propiedad más relevante del concreto permeable es la capacidad de filtración puesto que esta permite que el agua infiltre a través de este tipo de concreto. El nivel de filtración está ligado a la porosidad y el tamaño de estos, cabe resaltar que es necesario obtener un valor de porosidad del 15% para poder obtener resultados significativos al momento de realizar la infiltración. (Meininger, 1988).

Mientras que, el grado de infiltración incrementa a medida que el contenido de vacíos aumenta la resistencia a la compresión y flexión decrece, entonces el objetivo del diseño de concreto permeable es lograr un equilibrio entre la capacidad de filtración y la resistencia tanto a la compresión como a la flexión.

La permeabilidad del concreto permeable se puede medir con un permeámetro de caída simple como se muestra en la figura 1 (Neithalath, 2004). En este esquema, la muestra está forrada con una membrana de látex para evitar que el agua fluya por los lados de la muestra. Se agrega agua al cilindro graduado para llenar la celda del espécimen y la tubería de drenaje. La muestra se prea condiciona permitiendo que el agua drene a través de la tubería hasta que el nivel en el cilindro graduado sea el mismo que la parte superior de la tubería de drenaje. Esto minimiza cualquier bolsa de aire en la muestra y asegura que la muestra esté completamente saturada. Con la válvula cerrada, el cilindro graduado se llena de agua. La válvula se abre, y el tiempo en segundos  $t$  requerido para que el agua caiga desde una cabeza inicial  $h_1$  a una cabeza final  $h_2$  se mide. El equipo está calibrado con una cabeza inicial de 0.10 m de diámetro y una altura inicial de 0.30 m y una altura final de 0.29 m. La permeabilidad  $k$  (m / s) se puede expresar como  $k = (A / t.)$  donde  $A$  es una constante igual al área de la probeta de 0.10 m de diámetro. A continuación, se mostrará una imagen referencial del permeámetro de caída simple.



Fuente: (Neithalath, 2004)

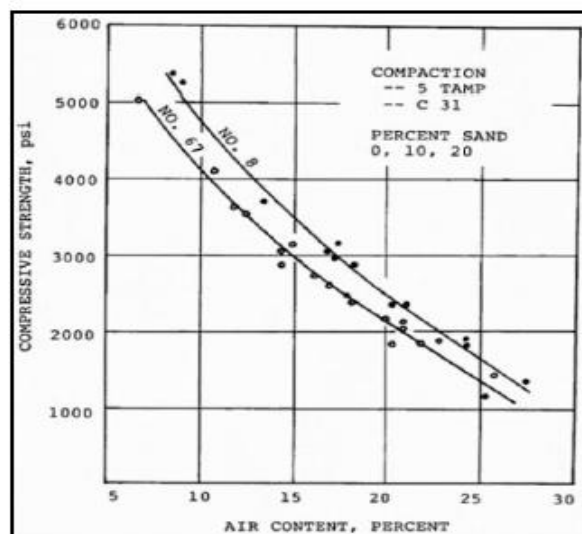
Figura 1. Permeámetro de caída simple

### 1.3.1.4. Relación de parámetros que influyen en la capacidad del concreto permeable.

#### 1.3.1.4.1. Contenido de vacíos y resistencia.

##### a) Contenido de vacíos y resistencia a la compresión

“Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la compresión con agregados gruesos de diferente gradación y distintos esfuerzos de compactación” (Meininger, 1988, p.25).



Fuente: (Meininger, 1988, p.25).

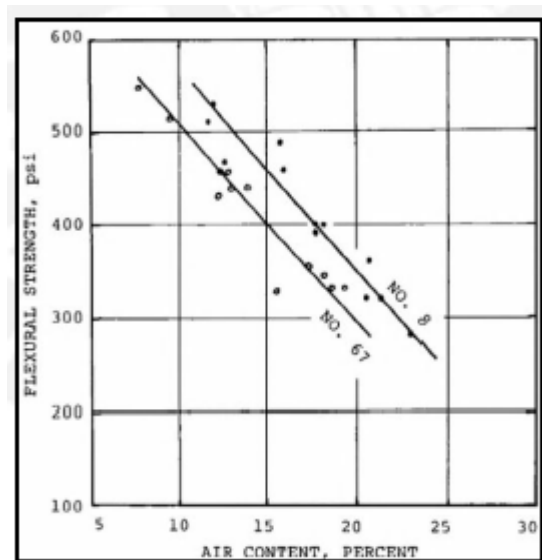
Figura 2. Relación entre el contenido de vacíos y resistencia a la compresión

Para analizar la figura 2 se establece la conversión de  $1 \text{ kg/cm}^2 = 14.2233 \text{ psi}$ .

Entonces se muestra que para un porcentaje de vacíos de 10% se logran resistencias aproximadas de  $288 \text{ kg/cm}^2$  y  $337 \text{ kg/cm}^2$  para gravas del N°67 y 8, respectivamente. Para un contenido de vacíos de 15%, se logran aproximadamente  $210 \text{ kg/cm}^2$  y  $246 \text{ kg/cm}^2$  para gravas del N°67 y 8, respectivamente. Para un contenido de vacíos de 20%, se logran aproximadamente  $147 \text{ kg/cm}^2$  y  $175 \text{ kg/cm}^2$  para gravas del N°67 y 8, respectivamente.

### b) Contenido de vacíos y resistencia a la flexión.

“Relación entre el contenido de vacíos y la resistencia a la flexión con agregados gruesos de diferente gradación y distintos esfuerzos de compactación” (Meininger, 1988, p.26).



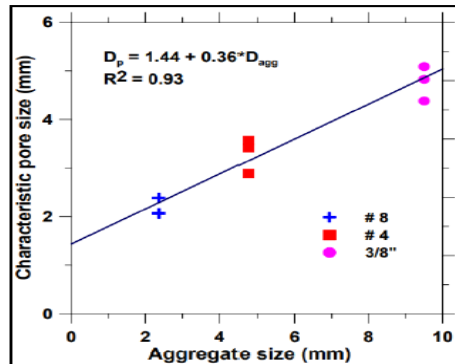
Fuente: (Meininger, 1988, p.26).

Figura 3. Relación entre el contenido de vacíos y resistencia a la flexión

Se puede observar que para un contenido de vacíos del 10% se logran alcanzar aproximadamente un módulo de ruptura de  $35 \text{ kg/cm}^2$  y  $38.6 \text{ kg/cm}^2$  para una grava N° 67 y 8, respectivamente. Para un contenido de vacíos de 15%, se logran aproximadamente  $28 \text{ kg/cm}^2$  y  $32 \text{ kg/cm}^2$  para gravas del N°67 y 8, respectivamente. Para un contenido de vacíos de 20%, se logran aproximadamente  $20 \text{ kg/cm}^2$  y  $25 \text{ kg/cm}^2$  para gravas del N°67 y 8, respectivamente.

### 1.3.1.4.2. Tamaño del agregado y dimensión de poros.

“Los tamaños de poros en concreto permeable es también un factor importante que influye en sus propiedades. Se ha documentado la influencia de los tamaños de poro en la permeabilidad del agua y la absorción acústica” (Neithalath, 2004).

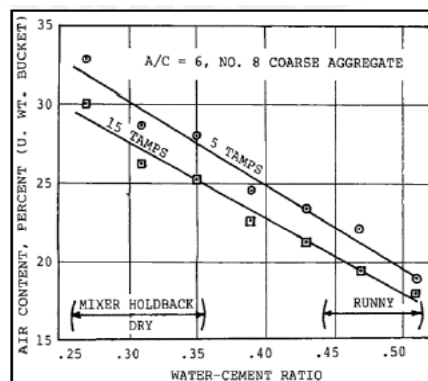


Fuente: (Neithalath, 2004).

Figura 4. Relación entre el tamaño del agregado grueso y la dimensión de los poros en el concreto permeable.

### 1.3.1.4.3. Relación agua-cemento y el porcentaje de contenido de vacíos.

El concreto permeable debe ser proporcionado con una relación relativamente baja de material cementoso-agua (a / c) (típicamente 0.25 a 0.40) porque una cantidad excesiva de agua conducirá al drenaje de la pasta y a la obstrucción subsiguiente del sistema de poros. (ACI 522R-10, 2010).



Fuente: (Neithalath, 2004).

Figura 5. Relación entre el tamaño el porcentaje de contenido de vacíos y la relación a/c.

### 1.3.1.5. Dosificación del concreto permeable.

Se seguirá lo descrito por la norma ACI 522R-10 para la dosificación del concreto permeable. Cabe resaltar que se asumirán 3 tipos de relaciones de agua/cemento recomendados por el ACI., los cuales son los siguientes,  $a/c = 0,27$ ,  $a/c = 0,28$  y  $a/c = 0,34$ .

A continuación, se describirá los pasos, lineamientos para establecer las dosificaciones de las 3 mezclas a investigar.

### 1.3.1.5.1. Paso 1: Obtención del contenido del agregado grueso:

Meininger (1988) estableció una tabla que relaciona el volumen del agregado grueso y el volumen del concreto permeable. Los cuales van a depender de tres variables de la mezcla: el contenido de arena, el huso del agregado grueso y el grado de compactación. Esta tabla es adoptada por el ACI 522R para el diseño de mezclas.

En la tabla N° 2 se muestran los valores de b/bo para agregados gruesos de husos N°8 y N° 67 con contenido de arena de 0, 0.10 y 0.20 del total del agregado, y dos niveles de compactación, bien compactado (ASTM C31) y compactación ligera (5golpes con un pisón). Donde:

b/bo: Volumen seco de agregado grueso compactado por volumen unitario de concreto.

b: volumen solido de agregado grueso por volumen unitario de concreto

bo : volumen solido de agregado grueso por volumen unitario de agregado grueso

**Tabla 2.** Relaciones b/bo para distintas variables de mezcla

% Arena	b/bo			
	5-Golpes		C31	
	Nro. 8	Nro. 67	Nro. 8	Nro. 67
0	0.92	0.92	0.99	0.99
10	0.84	0.85	0.93	0.93
20	0.78	0.78	0.85	0.86

Fuente: (Meininger, 1988)

Para obtener el peso del agregado grueso (grava) se empleará la siguiente ecuación:

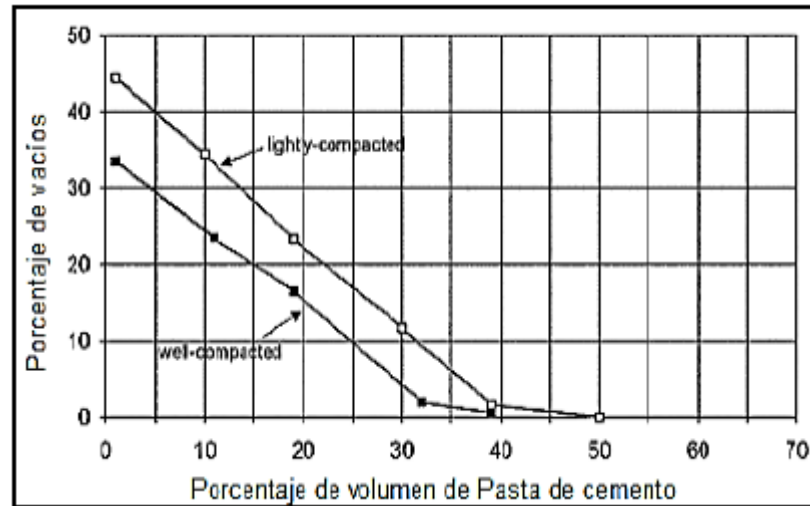
$$Peso\ grava\ (kg) = Peso\ unitario_{grava} \left( \frac{kg}{m^2} \right) * \frac{b}{bo} * 1m^3 \quad \text{Ecuación 1.}$$

Se obtiene el volumen absoluto de la grava dividiendo el peso de la grava (Ec.1) entre el peso específico “p.e.” seco de la grava.

$$Volumen_{grava} = \frac{Peso_{grava}(kg)}{p.e_{grava} * 1000kg/m^3} \quad \text{Ecuación 2.}$$

### 1.3.1.5.2. Paso 2: Obtención del volumen de pasta:

Con los del porcentaje de vacíos asumidos y una vez obtenido el volumen de la pasta de cemento por 1 m<sup>3</sup>, se procederá a determinar el volumen de la esta mediante la relación establecida por el ACI 522R-10 en el siguiente gráfico.



Fuente: (ACI 522R-10, 2010)

Figura 6. Relación entre el volumen de pasta y el contenido de vacíos para el agregado grueso.

### 1.3.1.5.3. Paso 3: Obtención del peso de cemento

Luego de obtener el volumen de pasta de cemento, se puede despejar el peso del cemento en función del volumen de pasta, el peso específico del cemento y la relación a/c.

$$\text{Volumen de pasta } V_p \text{ (m}^3\text{)} = \text{Volumen de cemento} + \text{Volumen de agua} \text{ Ec. 3.}$$

Reemplazando datos obtenemos

$$V_p \text{ (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso}_{\text{Cemento}}}{\text{Peso específico}_{\text{cemento}} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3} + \frac{\text{Peso}_{\text{agua}}}{1000 \text{ kg/m}^3} \text{ Ec. 4}$$

Reemplazando el peso del agua = a/c \* Peso del cemento “c” y despejando la variable peso del cemento “c”, se obtendrá:

$$\text{Peso de cemento kg} = \frac{\text{Volumen de la pasta (m}^3\text{)}}{\frac{1}{3.15} + a/c} * 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ Ec. 5}$$

#### 1.3.1.5.4. Paso 4: Obtención del peso del agua

Con el dato de la relación agua/cemento “w/c” (0.38) y el dato obtenido de la ecuación 5 (peso del cemento), se puede determinar el peso del agua “w” con la siguiente ecuación.

$$Peso_{agua} "w" \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Peso_{cemento} \left(\frac{kg}{m^3}\right) * \left(\frac{a}{c}\right) \quad \text{Ec. 6}$$

#### 1.3.1.5.5. Paso 5: Obtención del contenido de arena

Se tiene como dato la relación arena/Agregado Global “a/A” y el volumen de la grava “g” hallada, por lo tanto, el volumen de la arena “a” se despeja como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Volumen arena (m^3) = Volumen grava (kg) * \left(\frac{a}{A}\right) / \left(1 - \frac{a}{A}\right) \quad \text{Ec. 7}$$

$$Peso arena Va(kg) = Volumen ar. (m^3) * Peso unit. arena \left(\frac{kg}{m^3}\right) \quad \text{Ec. 8}$$

#### 1.3.1.5.6. Paso 6: Obtención del contenido de arena

Se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$Volumen arena (m^3) = Vol. grava (kg) * \left(\frac{a}{A}\right) / \left(1 - \frac{a}{A}\right) \quad \text{Ec. 9}$$

$$Peso arena Va(kg) = Vol. arena (m^3) * Peso unit. arena \left(\frac{kg}{m^3}\right) \quad \text{Ec. 10}$$

#### 1.3.1.5.6. Paso 7: Verificación del volumen a 1m<sup>3</sup>

Luego de determinar los diferentes volúmenes en los 6 pasos anteriores, se calcula el porcentaje de vacíos de diseño realizando la diferencia de 1m<sup>3</sup> menos la suma de volúmenes antes mencionado:

$$\%Vacíos de diseño = 1 - Vol. gra. + Vol. cem. + Vol. agua + Vol. Arena \quad \text{Ec. 11}$$

### 1.3.2. Precipitaciones

Para Wender Chereque Moran (1989, p. 15), “la precipitación es toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las garuas y nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación”.

### 1.3.2.1 Formas de Precipitación

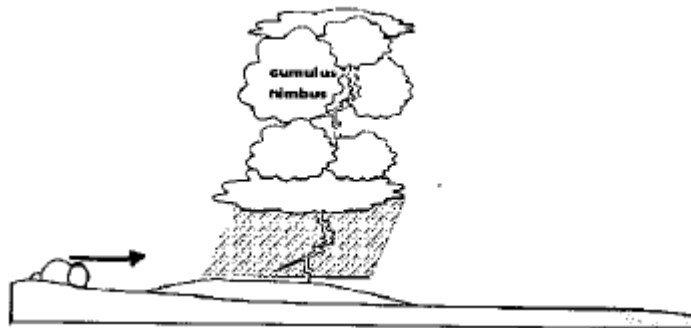
Máximo Villón (2002, p. 70) establece los siguientes tipos de precipitación, llovizna (gotas de agua de 0.1 a 0.5mm), lluvia (gotas de diámetro mayor a 0.5 mm), escarcha (pequeñas capas de hielo transparente y suave), nieve (cristales de hielo traslúcido de forma compleja) y granizo (hielo de formas irregulares que tienen diámetro entre 5 y 125 mm).

### 1.3.2.2 Clasificación de la Precipitación

Máximo Villón (2002, p.70). establece la siguiente clasificación:

- **Precipitación de Convección:**

Debido a la intensidad del calor se produce una cantidad considerable de evaporación a partir de la superficie del agua, lo cual genera masas de vapor de agua, que sufren un enfriamiento logrando que se eleven [...]. Estas se aglomeran en puntos de convección. A partir de ello, estas masas pueden seguir elevándose hasta llegar a altitudes pronunciadas, donde hallan condiciones para lograr la condensación y precipitación. Habitualmente son acompañados de rayos y truenos. Máximo Villón (2002, p.71).



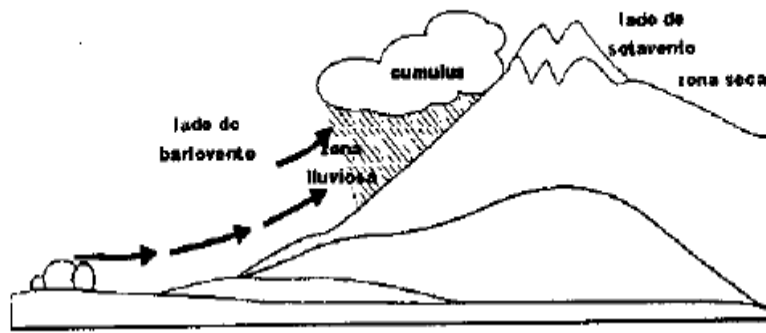
Fuente: Máximo Villón (2002, p.71).

Figura 7. Esquema de la precipitación por convección.

- **Precipitación orográfica:**

Se produce debido a que el vapor de agua formado en la superficie de agua es arrastrado por el viento hacia las montañas, ascendiendo alturas considerables, llegando a un punto en el cual logra la condensación y por ende la consiguiente precipitación. Máximo Villón (2002, p.70).





Fuente: Máximo Villón (2002, p.70).  
 Figura 8. Esquema de la precipitación orográfica.

### 1.3.2.3 Factores de la precipitación

- **Intensidad**

Según Máximo Villón menciona “La intensidad se refiere a la cuantía de agua que cae en un determinado tiempo, interpretándose de la siguiente manera,  $i_{max} = P/t$ .” (2002, p. 27).

En la siguiente tabla se establecen los niveles de intensidad.

**Tabla 3. Niveles de Intensidad**

INTENSIDAD	Mm/h	Criterios
Ligera	2.5 o menos	Las gotas son fácilmente identificables, unas de otras, las superficies expuestas secas tardan más de dos minutos en mojarse completamente.
Moderada	2.5 – 7.5	No se pueden identificar gotas individuales, los charcos se forman rápidamente. Las salpicaduras de la precipitación se observan hasta ciertas alturas de suelo o de otras superficies planas.
Fuerte	>7.5	La visibilidad es bastante restringida y las salpicaduras que se producen sobre la superficie se levantan varias pulgadas.

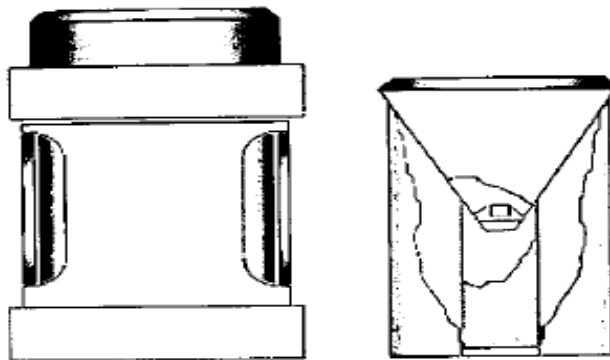
Fuente: Máximo Villón (2002, p.27).

### 1.3.2.1 Medición de la precipitación

La precipitación se mide en términos de la altura de lámina de agua (hp), expresada comúnmente en milímetros. Esta altura del agua que se acumularía en una superficie horizontal, si la precipitación permaneciera donde cayó. Los aparatos de medición, se basan en la exposición a la intemperie de un recipiente de forma cilíndrica, abierto en su parte superior, en el cual se recoge el agua producto de la lluvia u otro tipo de precipitación, registrando su altura. (Máximo Villón, 2002, p.73).

- **Pluviómetro**

Es una herramienta de forma cilíndrica, de aproximadamente 0.20m de diámetro y de 0.60 m de alto. Cuya cubierta tiene forma de embudo, el cual es un receptor, que se comunica con una probeta de sección 10 veces menor que la de la tapa. Lo cual permite medir la lluvia con aproximaciones de hasta décimas de milímetro, teniendo como lectura que cada centímetro medido en la probeta, corresponde a un milímetro de altura de lluvia; para calcular los niveles pluviales se extrae la probeta y se introduce una regla graduada, con la cual se toma lectura; usualmente las lecturas se realizan diariamente. (Máximo Villón, 2002, p.74).



Fuente: Máximo Villón (2002, p.74).

*Figura 9. Pluviómetro*

Para la presente investigación, se recolectarán los datos de la estación pluviométrica Santa Ana perteneciente al Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú - SENAMHI, ubicado en el distrito El Tambo, provincia de Huancayo en el departamento de Junin.

### 1.3.3 Escorrentía

Máximo Villón, lo define como:

[...] “agua proveniente de la precipitación, que transita sobre o bajo la superficie terrestre, y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca” (2002, p. 136).

- **Escorrentía Superficial**

“Es agua que escurre por la superficie del suelo, producto de la precipitación no infiltrada. Este efecto se genera durante una tormenta o una vez que esta concluya” (Máximo Villon, 2002, p. 136).

### 1.3.3.1 Factores de la escorrentía superficial

#### a) Factores meteorológicos

- **Forma y tipo de precipitación:**

El origen de la precipitación y la forma que adopta, influye directamente en la distribución al momento de escurrir por la cuenca. Por ejemplo, las precipitaciones orográficas ocurren en zonas montañosas en la parte alta de la cuenca, por lo que los escurrimientos se regularizan considerablemente durante la senda. Si la precipitación (lluvia) tiene una duración e intensidad prolongada, el escurrimiento superficial se presentará inmediatamente. (Máximo Villón, 2002, p. 138).

- **Intensidad de Precipitación**

“Esta intensidad se presenta cuando se satura la capacidad de infiltración del suelo, que por ende continúa con un escurrimiento superficial, lo cual repercute en los aumentos de caudales que son transportados en una determinada sección” (Máximo Villón, 2002, p. 138).

- **Duración de la Precipitación**

La duración de la precipitación depende de la intensidad y tiempo prolongado de la tormenta, este se refleja en los niveles de infiltración del suelo, debido a que tiende a disminuir ya que, durante la precipitación, el suelo se verá saturado debido a la caída constante de precipitación, esto se resume en que los casos de tormentas severas, el nivel freático puede ascender a la superficie debido a la saturación del suelo. (Máximo Villón, 2002, p. 139).

#### b) Factores Fisiográficos

- **Pendiente**

La pendiente media, es un factor que influye directamente en el tiempo de escurrimiento sobre el suelo y cauces naturales, que repercuten en la magnitud de descargas; influye así mismo, en la infiltración, la humedad del suelo y la probable aparición de aguas subterráneas, aunque no se ha estimado de forma cuantitativa el efecto de la pendiente sobre el escurrimiento. (Máximo Villón, 2002, p. 142).

- **Tipo y uso del suelo**

La dimensión de las partículas del suelo, su clasificación, balance y su contenido de elementos lechosos, etc. Son factores que determinan la capacidad de filtración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo, así como su uso, influye de manera notable en la distribución de escurrimientos. (Máximo Villón, 2002, p. 142).

- **Estado de humedad antecedente del suelo**

La cuantía hídrica existente en los mantos superficiales del suelo, afecta al coeficiente de infiltración. Si la saturación del suelo, es moderada durante una tormenta, la cuenca generará caudales mayores debido a la disminución de la capacidad de filtración. (Máximo Villón, 2002, p. 142).

### 1.3.4 Construcción del Permeámetro

La elaboración del permeámetro fue de acuerdo a la norma ACI 522R-2010, en la cual se muestra el equipo final de medición. Partiendo de ello, se utilizaron materiales que repliquen la funcionalidad de este aparato, ya que en la norma no había una descripción detallada de los materiales empleados, sin embargo, se logra diferenciar que el material usado es en base a PVC es entonces que se decide armar el permeámetro con elementos del mismo material.

#### 1.3.4.1 Accesorios y herramientas empleadas

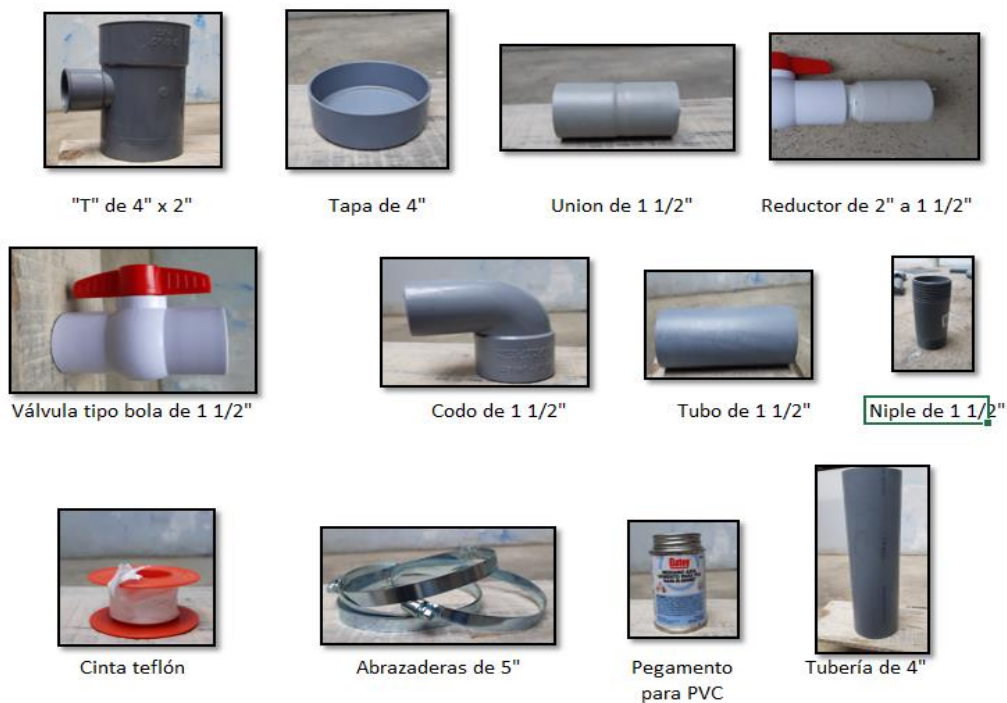


Figura 10. Accesorios para el permeámetro.

#### Ilustración 1

Los elementos usados son en de PVC, usualmente usados en instalaciones sanitarias, todos los accesorios usados se asemejan en dimensión y forma del permeámetro mostrado en la Norma ACI 522R-2010.

### 1.3.4.2 Proceso constructivo

1. Se comenzó con la construcción de la base del permeámetro, partiendo por la unión entre la "T" con la tapa de 4", cabe resaltar que se redujo la altura de la "T" para lograr una altura de 10 cm entre la base del equipo y la reducción de 2", ya que de esta forma se asemejan las medidas del equipo mostrado en la norma.



Figura 11. "Unión de la T de 4" con la tapa de 4"

2. Se procedió a unir la Válvula tipo bola con la reducción de 2" a 1 ½" y así mismo se empalmó el niple de 1 ½", para posteriormente unirla con la "T".



Figura 12. Unión de la válvula tipo bola con el niple y reducción.

3. Se une los elementos detallados en el paso 1 y 2, luego se empalma el final del elemento con un codo de 1 ½" y se continúa con la colocación del tubo de 1 ½", ese deberá estar nivelado a +0.01m sobre el nivel de la probeta de concreto que deberá estar colocada en el otro extremo que tiene embocadura de 4".

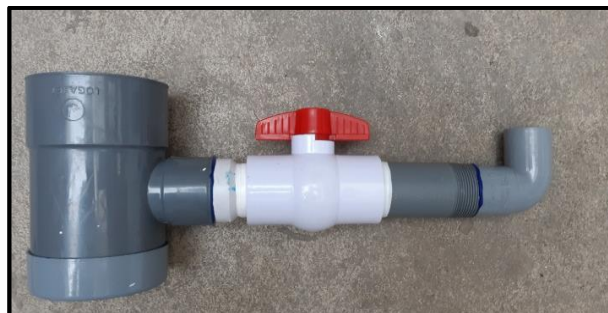


Figura 13. Unión de los pasos 1 y 2.

4. Finalmente tenemos el elemento terminado, cuyos empalmes quedarán de la siguiente manera, al lado izquierdo deberá estar la tubería de 4", ahí se colocará la probeta y sobre la probeta estará un tubo de 4" de altura igual a 0.30m el cual deberá estar graduado para hacer las lecturas de alturas iniciales y finales. Cabe resaltar que se colocó un taco de tecnopor para poder nivelar el permeámetro. Cabe resaltar que se usaron tiras de latex en los empalmes entre la tubería de 4" y la probeta para evitar filtraciones.



Figura 14. Permeámetro culminado.

#### 1.3.4.3 Aplicación del permeámetro.

El procedimiento de evaluación del permeámetro consiste en colocar la muestra a los 28 días de curado en el permeámetro, ajustando cuidadosamente el empalme entre la tubería de 4" y la probeta para evitar filtraciones. Luego se llena el sistema con agua hasta llegar a un estado saturado, evitando así vacíos, una vez realizado ello se cierra la válvula. Después, se vierte agua en la tubería de 4" hasta llegar a una altura de 0.30 m, la cual medimos desde la parte superior de la probeta. Con la ayuda de un cronómetro se iniciará el ensayo, iniciando la cuenta del cronómetro junto con la apertura de la válvula, dejando que el agua fluya a través del sistema hasta que el agua deje de rebalsar por la tubería de drenaje (1 ½"). Finalmente se toma el tiempo transcurrido y se determina el coeficiente de permeabilidad, así como el caudal pasante por la probeta,

El coeficiente de permeabilidad será determinado de acuerdo a la Ley de Darcy.

$$K = \frac{A_1 * l}{A_2 * t} * \text{Logn}\left(\frac{h_2}{h_1}\right)$$

De esta fórmula podemos determinar que el área 1 y área 2 corresponden a la sección de la muestra y la tubería respectivamente y “l” es la altura de la muestra y “t” es el tiempo en que el agua pasa por el sistema y deja de rebalsar por la tubería de drenaje.

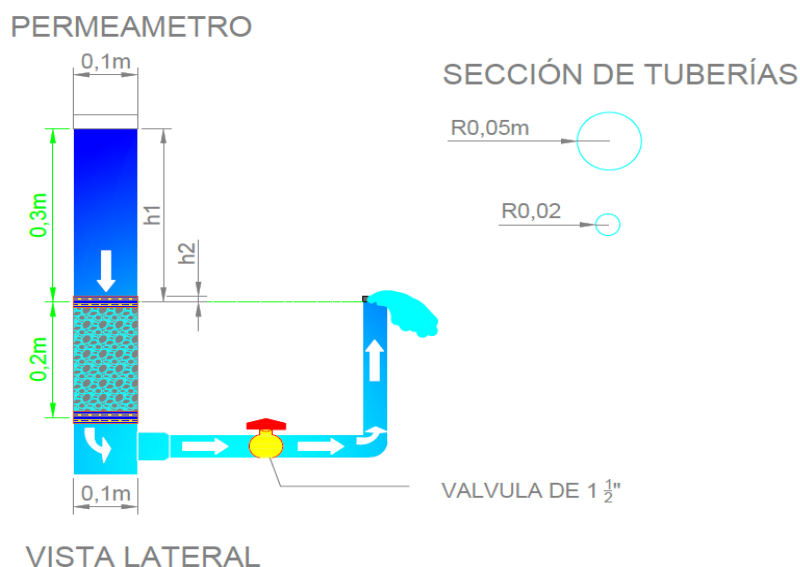


Figura 15. Esquema de trabajo del permeámetro

#### 1.3.4.4 Validación y pruebas del permeámetro.

La validación del permeámetro se realizó mediante el juicio de expertos, conformado por 3 ingenieros que evaluaron la composición, construcción y funcionalidad del equipo; estos expertos pudieron validar el equipo de forma visual y experimental, ya que se realizaron ensayos para demostrar la funcionalidad del permeámetro. Ver anexo 6.

Tabla 4. Resumen de validación del instrumento

VALIDACIÓN DEL PERMEAMETRO	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO DE PUNTUACIÓN
	Ing. Santos Ricardo Padilla Pichen	Ing. Margarita Boza Olaechea	Ing. Carlos Villegas	
PUNTUACIÓN	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

Como podemos observar en la tabla 4, el promedio de puntuación realizado por el juicio de expertos es mayor a 0.5 por ende se determina que el instrumento es validado.

Los resultados obtenidos durante el ensayo también fueron validados por el juicio de expertos, los cuales presenciaron la realización del ensayo, posteriormente los resultados fueron llevados a una tabla de recolección de datos, la cual fue firmada por los 3 expertos. Ver anexo 7.

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1. Problema General**

¿En qué medida la aplicación del concreto permeable reducirá la escorrentía superficial en las vías del distrito del Tambo- Huancayo, 2018?

### **1.4.2. Problemas Específicos**

Considerando que la norma ACI 522R-10, 2010 indica que el diseño del concreto permeable está determinada por la relación agua/cemento (a/c), se establecen los siguientes problemas.

¿Cuál es la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.27 frente a la intensidad promedio de precipitaciones? del distrito El Tambo – Huancayo, 2018

¿Cuál es la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.28 frente a la intensidad promedio de precipitaciones? del distrito El Tambo – Huancayo, 201

¿Cuál es la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.34 frente a la intensidad promedio de precipitaciones? del distrito El Tambo – Huancayo, 2018

## **1.5. Justificación del Estudio**

**La presente investigación se justifica porque se planteará una alternativa (concreto permeable) para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito del Tambo-Huancayo, 2018.**

**A. Justificación Metodológica.** - Se implementará el diseño del pavimento de concreto permeable tomando como referencias estudios precedentes y ensayos de laboratorio para poder evaluar el comportamiento del concreto permeable.

**B. Justificación Teórica.** - Utilizar todos los conocimientos adquiridos en asignaturas vinculadas a la tesis, tales como hidrología, diseño de concreto y escudriñamiento de las normas extranjeras relacionadas a nuestro proyecto de investigación para diseñar de manera eficiente el concreto permeable.

**C. Justificación técnica.** - Proponer una alternativa de solución que complemente a los sistemas de drenaje pluviales. Asimismo, aportar al área de ingeniería respecto al diseño de concreto permeable, puesto que aún no ha sido normado en nuestro país.



**D. Justificación económica.** – Recomendar una selección de materiales más adecuados para reducir los costos de inversión y gastos al momento de ejecutar el proyecto de aplicación del concreto permeable para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito del Tambo-Huancayo, 2018.

**E. Justificación social.** - Brindar una alternativa de solución a la población para mejorar su calidad de vida, evitando riesgos al momento de transitar por las vías del distrito El Tambo – Huancayo durante un evento hídrico de gran intensidad.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis General**

El concreto permeable reduce la escorrentía superficial en las vías del distrito del Tambo-Huancayo, 2018.

### **1.6.2. Hipótesis Específicas**

La capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0,27$  contrarresta la intensidad promedio de precipitaciones del distrito El Tambo – Huancayo, 2018.

La capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0,28$  contrarresta la intensidad promedio de precipitaciones del distrito El Tambo – Huancayo, 2018.

La capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0,34$  contrarresta la intensidad promedio de precipitaciones del distrito El Tambo – Huancayo, 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo General**

Proponer una alternativa para reducir la escorrentía superficial de las precipitaciones pluviales en las vías del distrito del Tambo—Huancayo, 2018.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

Evaluar la capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0,27$  frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales, en el distrito El Tambo – Huancayo, 2018.

Determinar la capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0,28$  frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales, en el distrito El Tambo – Huancayo, 2018.

Estimar la capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0,34$  frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales, en el distrito El Tambo – Huancayo, 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Enfoque, método, tipo y nivel de investigación.**

En la presente investigación se determinará el enfoque de investigación de mejor adaptación, así como el método, tipo y nivel a emplear.

### **2.1.1. Enfoque de investigación.**

La presenta investigación es de enfoque cuantitativo, al desarrollar lo descrito por Hernández.

El enfoque cuantitativo representa procesos de forma secuenciales y probatorias. [...] Parte de una idea, que va delimitándose para luego plantear objetivos e interrogaciones de investigación, se revisa materiales bibliográficos y se edifica un marco teórico. De las preguntas se fundan hipótesis y establecen variables; se desarrolla una estrategia para probarlas (diseño) y poder medirlas; para luego ser evaluadas mediante el método más adecuado para consecuentemente establecer una serie de conclusiones y recomendaciones en base a las hipótesis planteadas. (Hernández S., 2014, p. 4)

### **2.1.2. Método.**

El método científico es el proceso establecido para seguir una investigación, esta sigue un determinado procedimiento que nos conlleva a descubrir objetivos, estableciendo relaciones internas y externas para luego generalizar y ahondar los conocimientos adquiridos y finalmente demostrarlos con validez, avalado por el experimento y técnicas empleadas. (Ruiz, 2007, p.6)

Por cuanto, el método a emplear en este proyecto es el método **científico** que establece el uso de técnicas e instrumentos para poder realizar un análisis o recopilación de teorías e hipótesis para así formular un descubrimiento científico

### **2.1.3. Tipos y nivel de investigación.**

“La esencia de la investigación está orientada en la solución de problemas sobreponiéndose a la formulación de teorías relacionadas a un determinado tema, por cuanto este tipo de investigación es aplicada.” (Valderrama, 2013, p. 165).

La investigación de tipo aplicada identifica posibles problemas para así poder establecer una estrategia y en consecuencia emitir una solución a los cuadros planteados en diversos eventos.

### **2.1.4. Diseño.**

“Se refiere a un estudio en el que se manipulan intencionalmente una o más variables independientes (supuestas causas-antecedentes), para analizar las consecuencias que la manipulación tiene sobre una o más variables dependientes (supuestos efectos-consecuentes), dentro de una situación de control para

el investigador. Esta definición quizá parezca compleja; sin embargo, conforme se analicen sus componentes se aclarará el sentido de la misma. (Hernández S., 2014, p. 121)

La investigación es experimental, de modo que observaremos fenómenos provocados intencionalmente por el investigador.

## **2.2. Variables, Operacionalizaciones.**

### **2.2.1. Variable Independiente: Escorrentía superficial de precipitaciones pluviales**

Borja S. describe que “Es la variable que genera un efecto sobre la variable dependiente”. (2012, p. 23)

### **2.2.2. Variable Dependiente: Concreto Permeable**

Borja S. determina que “Es la consecuencia debido a acción de la variable independiente”. (2012, p. 23)

### **2.2.3. Operacionalización.**

“La operacionalización consiste en el establecimiento de significados para los términos del estudio en la estipulación de las operaciones o situaciones observables, en virtud de lo cual algo quedará ubicado en determinada categoría o será medido en cierto aspecto”. (Monje A., 2012, p. 87)

La matriz de operacionalización de variable se encuentra en el anexo, N° 3: Matriz de operacionalización de variables.

## **2.3. Población y muestra.**

### **2.3.1. Población**

“La población objetiva, es un universo finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación” (Arias, 2012, pág. 81)

En esta investigación la conformación de la población está dada por elementos infinitos, probetas de concreto de 6”x12” que dependerán de los parámetros, tales como la relación agua cemento, resistencia a la compresión, flexión, tamaño de agregados y tipo de cemento.

### 2.3.2. Muestra

(Latorre, Rincón y Arnal, 2003, p. 78) “Conjunto de casos extraídos de una población, seleccionador por algún método de muestreo.”

Por lo descrito, en esta investigación la muestra estará compuesta por 45 probetas de 4”x8”. Estas se subdividirán en 36 probetas para pruebas de resistencia a la compresión siguiendo los lineamientos de la Norma Técnica Peruana – NTP 339.034 y 9 probetas para pruebas de infiltración teniendo en cuenta lo descrito en la Norma ACI 522R-10.2010.

**Tabla 5.** Composición de muestras para la resistencia del concreto.

Probetas de concreto para pruebas de resistencia					SUB TOTAL
Tipo de dosificación	Edad del concreto (días)				
	7 días	14 días	21 días	28 días	
Dosificación 1	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras	12
Dosificación 2	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras	12
Dosificación 3	3 muestras	3 muestras	3 muestras	3 muestras	12
TOTAL					36

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 6.** Composición de muestras para medir la capacidad de absorción del concreto permeable.

Tipos de dosificación	Concreto endurecido a los 28 días
Dosificación 1	3 muestras
Dosificación 2	3 muestras
Dosificación 3	3 muestras
TOTAL	9

Fuente: Elaboración Propia

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

### 2.4.1. Técnica.

Según (Mejía, 2005) menciona:

“La recolección de datos se pueden obtener de distintas formas; estas recolecciones de datos están basadas en el empleo de técnicas en base a la experiencia o normas”. (p.76)

La técnica empleada será la observación y análisis de los elementos a investigar.

#### 2.4.2. Instrumento.

“El instrumento es una herramienta abocada en el registro de información que tiene como fin apoyar al objeto de estudio”. (Pineda, Alvarado y Canales, 1964)

Para la presente investigación los instrumentos a emplear se pueden ver en el Anexo N°3, N° 4 y N°5.

#### 2.4.3. Validez.

“El instrumento es una herramienta abocada en el registro de información que tiene como fin apoyar al objeto de estudio”. (Pineda, Alvarado y Canales, 1964)

**Tabla 7.** *Parámetros de validez para el instrumento*

0.53 a menos	Validez nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Válida
0.66 a 0.71	Muy Válida
0.72 a 0.99	Excelente Validez
1.00	Validez Perfecta

Fuente: Según Oseda (2011)

En base al instrumento realizado en este proyecto, se contará con 3 ingenieros civiles, que determinarán el nivel de valides según el cuadro expuesto anteriormente,

**Tabla 8.** *Resumen de validación del permeámetro*

VALIDACIÓN DEL PERMEAMETRO	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO DE PUNTUACIÓN
	Ing. Santos Ricardo Padilla Pichen	Ing. Margarita Boza Olaechea	Ing. Carlos Villegas	
PUNTUACIÓN	1	1	1	1

Fuente: Elaboración Propia

La validez obtenida por los tres expertos tiene un promedio 1 la cual se encuentra en un rango de validez perfecta. Ver Anexo 6.

#### 2.4.4. Confiabilidad.

(Bernal, 2006, p.214) manifiesta que “la confiabilidad es el nivel de afinidad que se obtiene entre el objeto de estudio y el instrumento a emplear”.

Respecto a ello la confiabilidad se obtendrá con la validez del instrumento.

## 2.5. Métodos de análisis de datos.

En el presente estudio se empleará el Microsoft Excel, donde se registrarán los datos y parámetros para la dosificación del concreto a diseñar, posterior a ello, se determinará su resistencia a la compresión mediante ensayos de laboratorio, de estos datos se determinará la resistencia promedio por tipo de dosificación, asimismo se determinará la capacidad de absorción mediante el permeámetro. Por otro lado, se recolectará la información de precipitaciones promedio en un cuadro Excel, los datos se obtendrán del Senamhi y serán procesados en el instrumento que contempla la dimensión de intensidad de precipitaciones pluviales. Al finalizar el registro y evaluación de datos, se realizará un gráfico donde se relacione y/o vincule la resistencia y capacidad de absorción del concreto diseñado.

### 2.5.1. Ubicación de la zona de estudio.

El proyecto de investigación se encuentra en el departamento de Junín, en la provincia de Huancayo, en el distrito El Tambo a 3260 m.s.n.m.

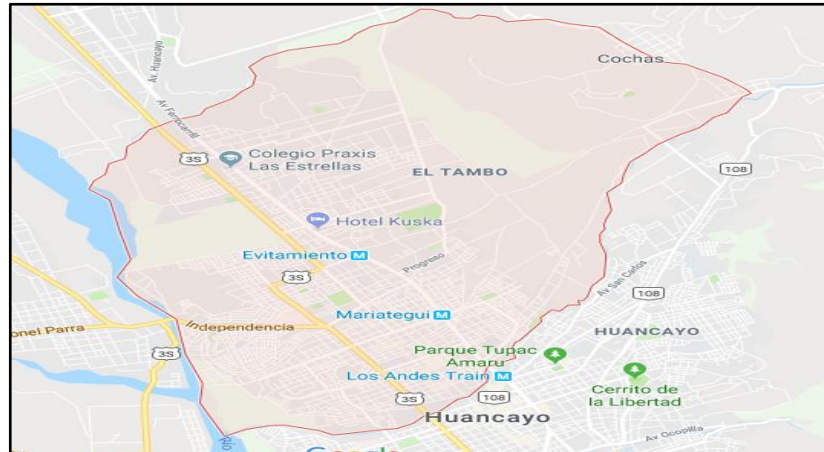


Figura 16. Ubicación del distrito El Tambo - Huancayo.

## 2.6. Aspectos éticos.

De acuerdo a los principios éticos y morales que respalda la presente investigación, toda la información recolectada no será manipulada ni orientada. Para avalar este proyecto, se establece que el desarrollo de esta tomó como referencia el sistema ISO 690. Asimismo, mediante el software TURNITIN será evaluada la presente investigación para avalar el desarrollo de mi autoría.



### **III. RESULTADOS**

### 3.1 Descripción de la zona de estudio

#### 3.1.1 Ubicación Geográfica y entorno

El distrito de El Tambo se ubica en el departamento de Junín en la provincia de Huancayo, con una altitud de 3260 m.s.n.m., teniendo como límite por el Norte la quebrada Honda y el distrito de San Agustín de Cajas, por el Este limita con Marancocha, por el Sur se encuentra con el río Shullcas y por el Oeste con el Río Mantaro.

### 3.2 Recopilación de Información

#### 3.2.1 Variable independiente: Escorrentía superficial de precipitaciones pluviales

##### 3.2.1.1 Información Hidrológica de la zona de estudio

La variable hidrológica a evaluar es la precipitación total diaria, cuya información ha sido recolectada de la estación pluviométrica Santa Ana, ubicada en el distrito El Tambo, esta estación es administrada por el Senamhi. Cabe resaltar que se tomaron valores del año 2017, ya que es la última recolección completa de datos por año, por cuanto refleja la situación actual.

*Tabla 9. Datos de precipitación total diaria de la Estación Santa Ana ubicada en el distrito El Tambo - Huancayo, 2017.*

PRECIPITACIÓN TOTAL DIARIA (mm)												
DÍA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	9.00	0.00	3.20	0.00	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20	0.00
2	5.00	3.00	2.10	4.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	9.20
3	6.90	0.00	9.00	5.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.80	0.00
4	14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	2.70	2.00	1.90	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	8.90
6	0.40	3.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.10	0.00
7	0.80	0.00	9.00	3.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.20	8.70	1.70	31.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	1.50	0.00	0.00
9	2.40	1.20	9.20	8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00
10	9.60	2.60	2.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.40	0.00
11	4.50	16.70	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	S/D	0.00	0.00	1.60	0.00
12	10.80	11.60	0.00	2.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	2.30	0.00	0.00
13	4.20	9.80	2.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.10	0.90	0.00	2.70
14	2.70	0.00	6.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	1.00	0.00	0.00	1.20
15	15.10	0.00	4.20	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.50	8.40	0.00	0.00
16	3.70	20.00	3.80	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.10	0.00
17	7.20	8.10	15.00	1.50	0.00	0.00	0.00	1.70	0.00	8.40	5.60	10.40
18	0.00	0.20	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	2.20	2.10

19	17.50	22.50	0.00	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	3.60	0.00	0.00	0.00	1.10	0.00	0.00	0.00	0.00	8.00	0.00	4.30
21	1.20	0.60	0.00	2.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	5.20
22	2.60	3.10	2.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	2.70	0.00	3.00
23	2.70	7.00	0.80	17.40	0.90	0.20	0.00	0.00	0.20	18.70	0.00	5.60
24	12.50	0.80	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.50	0.00	0.00	0.00
25	4.20	3.20	26.40	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	2.60	0.70	0.00	0.00
26	12.30	13.20	0.60	4.60	0.00	0.00	0.00	0.00	9.30	0.00	0.00	0.00
27	7.40	0.80	0.50	0.50	4.00	0.00	0.00	0.00	4.20	6.10	29.40	3.80
28	0.00	2.80	3.10	3.50	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.60	3.20	5.50
29	0.00	-	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.60	0.00	0.40
30	0.00	-	2.50	2.20	0.50	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	4.50	16.00
31	0.00	-	0.00	-	S/D	-	0.00	0.00	-	0.00	-	5.50

Fuente: Adaptación del Senamhi (2017)

### 3.2.1.2 Resumen de datos de precipitaciones

Se sintetizaron los datos obtenidos en la estación pluviométrica, seleccionando los valores menores, mayores y promedios por cada mes de estudio, cabe resaltar que se tomaron valores del año 2017, ya que es la última recolección completa de datos por año, por cuanto refleja la situación actual.

**Tabla 10.** Resumen de precipitaciones de la Estación Santa Ana ubicada en el distrito El Tambo – Huancayo, 2017.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	VALOR MÁXIMO
PRECIPITACIÓN MÍNIMA (mm)	0.20	0.00	1.50	0.5	0.3	0.2	0	0.6	0.2	1.5	0.8	0.4	1.50
PRECIPITACIÓN MÁXIMA (mm)	17.50	22.50	26.40	31.30	4.00	0.60	0.00	1.70	31.50	18.70	29.40	16.00	31.50
PRECIPITACIÓN PROMEDIO (mm)	5.18	5.09	3.53	3.03	0.48	0.03	0.00	0.13	1.87	2.22	2.13	2.70	5.18

Fuente: Adaptación del SENAMHI (2017)

**Tabla 11.** Leyenda de intensidad de precipitaciones.

LEYENDA DE INTENSIDAD DE PRECIPITACIONES	
LIGERA	< 2.5mm
MODERADA	2.5-7.5mm
FUERTE	>7.5 mm

Fuente: Máximo Villón (2002, p.27).

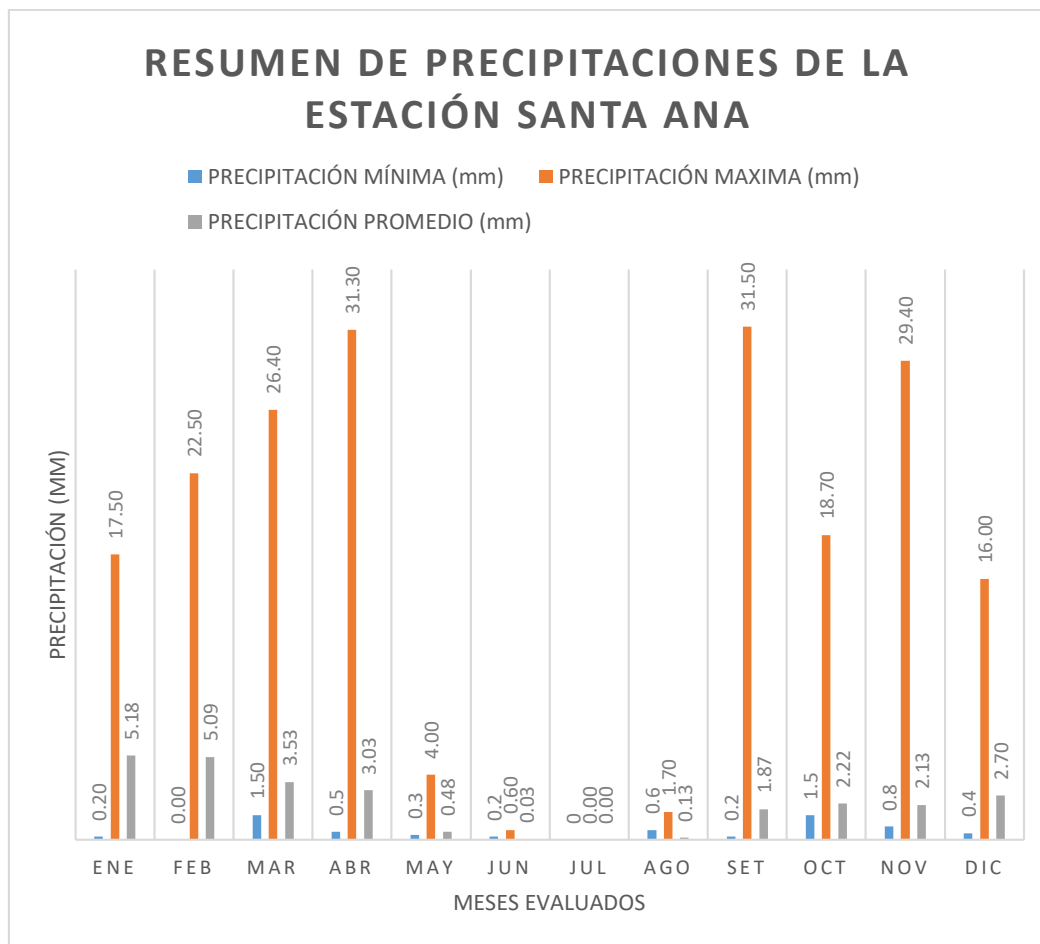


Figura 17. Resumen de Precipitaciones de la Estación Pluviométrica Santa Ana ubicada en el Distrito El Tambo – Huancayo, 201.

De la Tabla 8-9 y la figura 17, se puede apreciar que los valores más bajos de precipitación se dan entre los meses de mayo y agosto y los valores más altos se dan en el resto de los meses. Conociendo que cada unidad en “mm” equivalen a 1 litro de agua por m<sup>2</sup>. Podemos decir que el valor más alto de precipitación equivale a 31.5 litros de agua por m<sup>2</sup>, el mínimo valor de precipitación equivale a 1.5 litros de agua por m<sup>2</sup> y la precipitación promedio equivale a 5.18 litros de agua por m<sup>2</sup>.

Por otro lado, podemos contemplar que el valor mínimo de precipitación (1.50 mm) es de intensidad ligera, el valor promedio(5.18mm) es de intensidad moderada y el valor máximo es de intensidad fuerte (31.50mm).

### 3.2.2. Variable Dependiente: Concreto Permeable

#### 3.2.2.2 Propiedades físicas del agregado grueso

De acuerdo al diseño estipulado en la norma ACI 522R-2010, nos indica que para diseñar un concreto permeable se deberá usar agregado grueso de tamaño entre 3/8” y 3/4”, cemento, agua y poco o nada de agregado fino.

En nuestro diseño empleamos agregado grueso de 1/2” , procedente la cantera Matahuasi perteneciente a la provincia de Jauja, departamento de Junín y Cemento Portland Tipo I.

#### 3.2.2.2.1 Granulometría

Tabla 12. Resultados de granulometría del agregado grueso.

AGREGADO GRUESO HUSO # 67							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3"	76,20 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
2"	50,80 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
1"	25,40 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100,00
3/4"	19,05 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	90,00	100,00
1/2"	12,70 mm	1356,00	43,60	43,60	56,40	50,00	79,00
3/8"	9,53 mm	1020,00	32,79	76,39	23,61	20,00	55,00
# 4	4,75 mm	625,00	20,09	96,48	3,52	0,00	10,00
# 8	2,36 mm	85,00	2,73	99,22	0,78	0,00	5,00
# 16	1,18 mm	0,00	0,00	99,22	0,78	0,00	0,00
# 30	0,59 mm	0,00	0,00	99,22	0,78	0,00	0,00
# 50	0,30 mm	0,00	0,00	99,22	0,78	0,00	0,00
# 100	0,15 mm	0,00	0,00	99,22	0,78	0,00	0,00
# 200	0,07 mm	19,00	0,61	99,83	0,17	0,00	0,00
Fondo	0,01 mm	5,40	0,17	100,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Adaptacion del laboratorio Calydat, 2018.

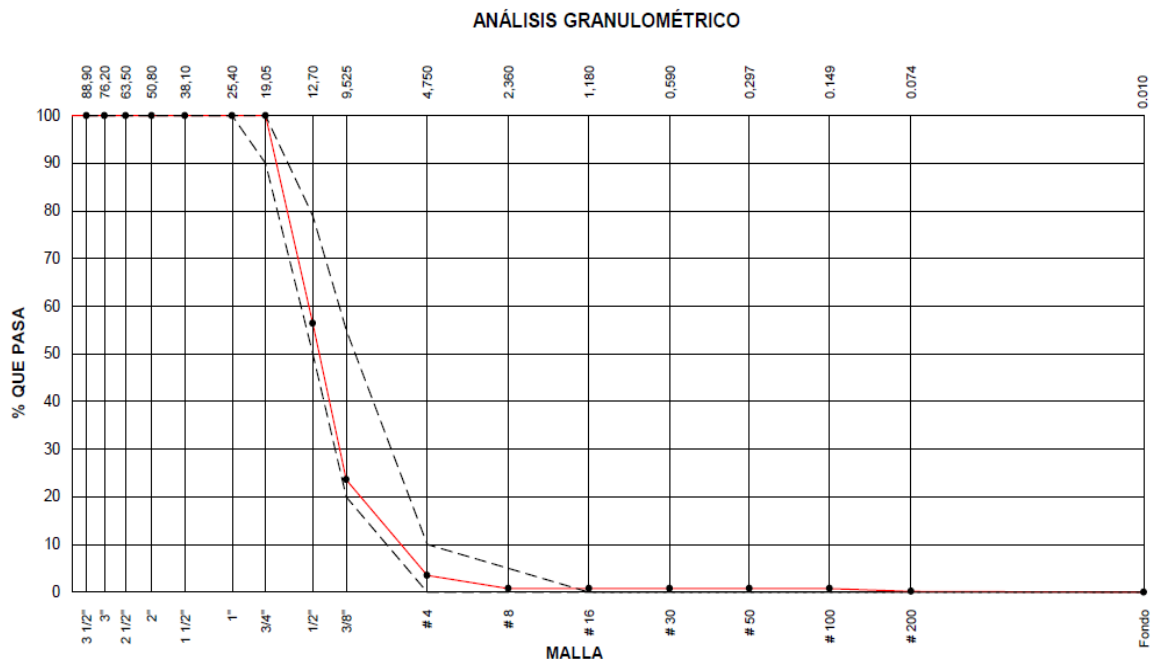


Figura 18. Curva Granulométrica del agregado grueso



Figura 19. Tamices empleados para el análisis granulométrico

De la tabla N° 10 y la figura 18, se puede interpretar que el mayor peso retenido del agregado grueso se da en la malla 1/2" con 1356 gr. y que el tamaño máximo nominal corresponde al mismo tamaño de 1/2", continuando con la interpretación, podemos fijar que los resultados contemplan los parámetros del HUSO #67 de acuerdo a lo establecido por el ASTM C33, la cual señala que para el Huso #67 el tamaño predominante es el de 1/2"

### 3.2.2.2.2 Peso Específico y peso Unitario del Agregado Grueso

Tabla 13. Características del agregado Grueso

Agregado	T.M.N.	M.F.	P.U. compactado (gr/cm <sup>3</sup> )	P.U. Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	Pe. Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	% de ABS.
Piedra Chancada	1/2"	7	1.678	1.596	2.620	0.62

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2.3 Propiedades físicas del Cemento

Tabla 14. Características del Cemento

Cemento	Marca	Tipo	P.e.
Cemento	SOL	ASTM-1	3.15

Fuente: Elaboración Propia

### 3.2.2.4 Diseño del Concreto Permeable

El diseño del concreto permeable está establecido en la norma ACI 522R-2010, el cual parte de ensayos físicos de los agregados, tablas de acuerdo a la orientación de nuestro diseño (porcentaje de vacíos esperado y relación a/c recomendada) para así finalmente obtener nuestra dosificación.



Figura 20. Trompo empleado para la preparación de la mezcla

### 3.2.2.4.1 Dosificación del Concreto Permeable de Relación a/c= 0.27

*Tabla 15. Dosificación del concreto permeable de relación a/c 0.27*

PARÁMETROS Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO DE RELACIÓN A/C 0.27	
B/BO=	0.99
PESO DE GRAVA (kg/m3)=	1580.04
VOLUMEN DE GRAVA (m3)	0.60
VOLUMEN DE PASTA	0.09
PESO DEL CEMENTO (kg/m3)	153.20
PESO DEL AGUA (kg/m3)	41.36
% DE VACÍOS ASUMIDO	0.25
% DE VACÍOS TEÓRICO	0.27

Fuente: Elaboración Propia

*Tabla 16. Dosificación del concreto permeable de relación a/c 0.28.*

PARÁMETROS Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO DE RELACIÓN A/C 0.28	
B/BO=	0.99
PESO DE GRAVA (kg/m3)=	1580.04
VOLUMEN DE GRAVA (m3)	0.60
VOLUMEN DE PASTA	0.09
PESO DEL CEMENTO (kg/m3)	150.64
PESO DEL AGUA (kg/m3)	42.18
% DE VACÍOS ASUMIDO	0.25
% DE VACÍOS TEÓRICO	0.26

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 17.** Dosificación del concreto permeable de relación a/c 0.34

PARÁMETROS Y DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO DE RELACIÓN A/C 0.34	
B/BO=	0.99
PESO DE GRAVA (kg/m3)=	1580.04
VOLUMEN DE GRAVA (m3)	0.60
VOLUMEN DE PASTA	0.09
PESO DEL CEMENTO (kg/m3)	136.89
PESO DEL AGUA (kg/m3)	46.54
% DE VACÍOS ASUMIDO	0.25
% DE VACÍOS TEÓRICO	0.26

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 21.* Muestras vertidas en moldes de acero de 4'' por 8''.

De los 3 tipos de dosificaciones detallados en la tabla 13, 14 y 15 podemos apreciar que la variante resaltante es la cantidad de cemento y agua por m<sup>3</sup>, las 2 primeras dosificaciones de a/c 0.27 y 0.28 poseen características parecidas, sin embargo, la dosificación a/c 0.34 difiere de manera significativa, estas diferencias en la dosificación repercuten en la trabajabilidad y asentamiento del concreto.

Por otro lado, podemos ver que la diferencia entre los porcentajes de vacíos asumidos y el porcentaje de vacíos calculado (teórico) no varían mucho, por ende, es un punto a favor en el diseño de la dosificación del concreto permeable, que nos permite asegurar que se ha realizado el procedimiento adecuado de diseño.

### 3.2.2.5 Resistencia a la compresión del concreto permeable



Figura 22. Especímenes de concreto para el ensayo de resistencia a la compresión

Tabla 18. Resultados de la resistencia a la compresión de la dosificación a/c 0.27.

EDAD (DÍAS)	DOSIFICACIÓN (a/c)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
7	0.27	106
14		120.33
21		127
28		144

Fuente: Elaboración Propia

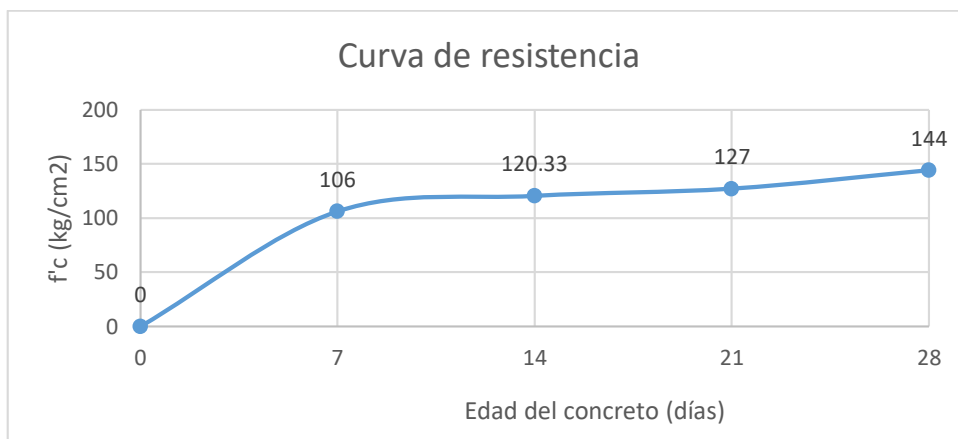


Figura 23. Curva de resistencia a la compresión del concreto permeable de dosificación a/c 0.27

Tabla 19. Resultados de la resistencia a la compresión de la dosificación a/c 0.28

EDAD (DÍAS)	DOSIFICACIÓN (a/c)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN $f_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )
7	0.28	106.67
14		119
21		124.66
28		142

Fuente: Elaboración Propia

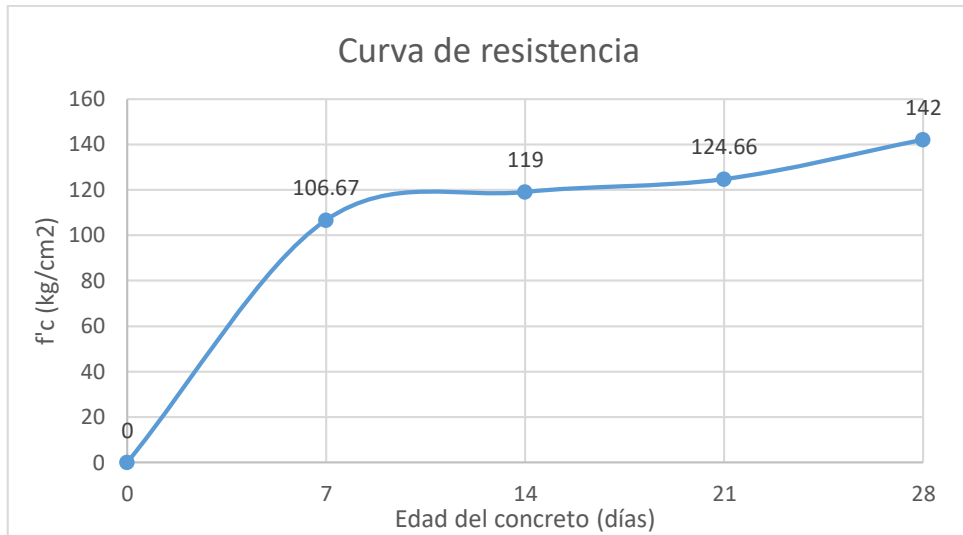


Figura 24. Curva de resistencia a la compresión del concreto permeable de dosificación a/c 0.27

Tabla 20. Resultados de la resistencia a la compresión de la dosificación a/c 0.34

EDAD (DÍAS)	DOSIFICACIÓN (a/c)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN f'c (kg/cm <sup>2</sup> )
7	0.34	76.33
14		102.33
21		115.33
28		118

Fuente: Elaboración Propia

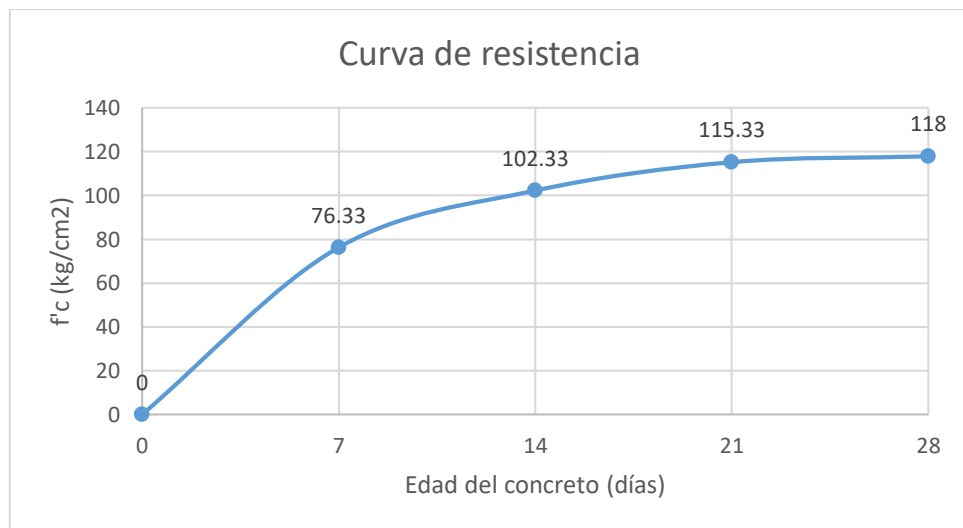
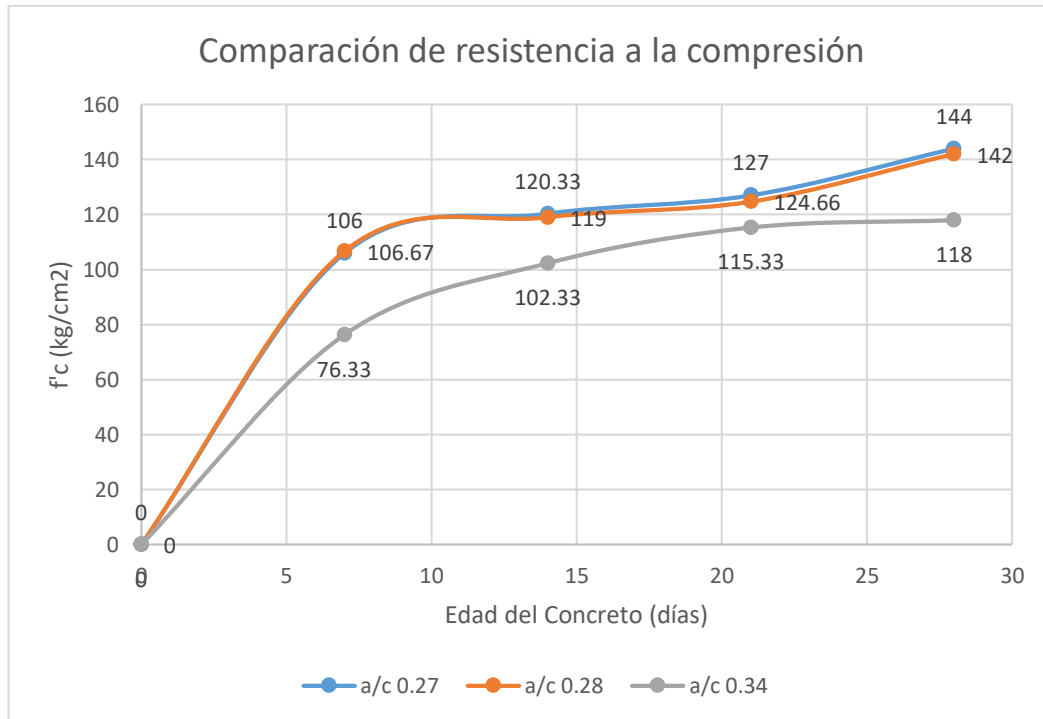


Figura 25. Curva de resistencia a la compresión del concreto permeable de dosificación a/c 0.34

**Tabla 21.** Comparación de resultados de resistencia a la compresión.

EDAD (DÍAS)	DOSIFICACIÓN		
	a/c 0.27	a/c 0.28	a/c 0.34
7	106	106.67	76.33
14	120.33	119	102.33
21	127	124.66	115.33
28	144	142	118

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 26.** Curva de resistencia de las distintas dosificaciones.



**Figura 27.** Proceso de ensayo de resistencia a la compresión.

Del cruce de datos de las figuras tabla 23,24 y 25 podemos determinar que las resistencias de las dosificaciones trabajadas logran alcanzar resistencias ( $f'c$ ) entre 118 kg/cm<sup>2</sup> hasta 144 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, lo cual confirma la relación establecida en la figura 2, que relaciona el porcentaje de vacíos y la resistencia la compresión de forma teórica.

Por otro lado, se debe recalcar que no se ha llegado a la resistencia mínima establecida en la Norma Técnica de Edificación CE. 0.10 Pavimentos Urbanos, en la cual nos dice que la resistencia mínima es de  $f'c$  175 kg/cm<sup>2</sup> para pavimentos especiales (veredas, ciclo vías, pasajes peatonales).

Sin embargo, al corroborar que la relación entre contenido de vacíos y resistencia a la compresión es determinante, se puede replantear este parámetro en un estudio siguiente para alcanzar las resistencias establecidas para pavimentos.

### 3.2.2.6 Capacidad de filtración del concreto permeable

Para determinar la capacidad de filtración y el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable, se elaboró un permeámetro de carga variable, el cual fue validado por expertos, a continuación, se mostrarán los datos obtenidos del ensayo realizado a 3 muestras por cada tipo de dosificación realizada, la edad de estas muestras de concreto permeable fue a los 28 días.

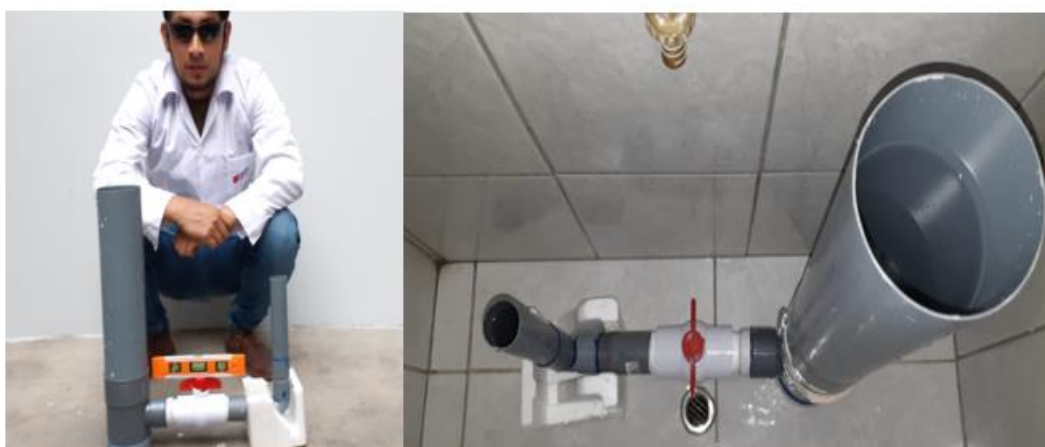
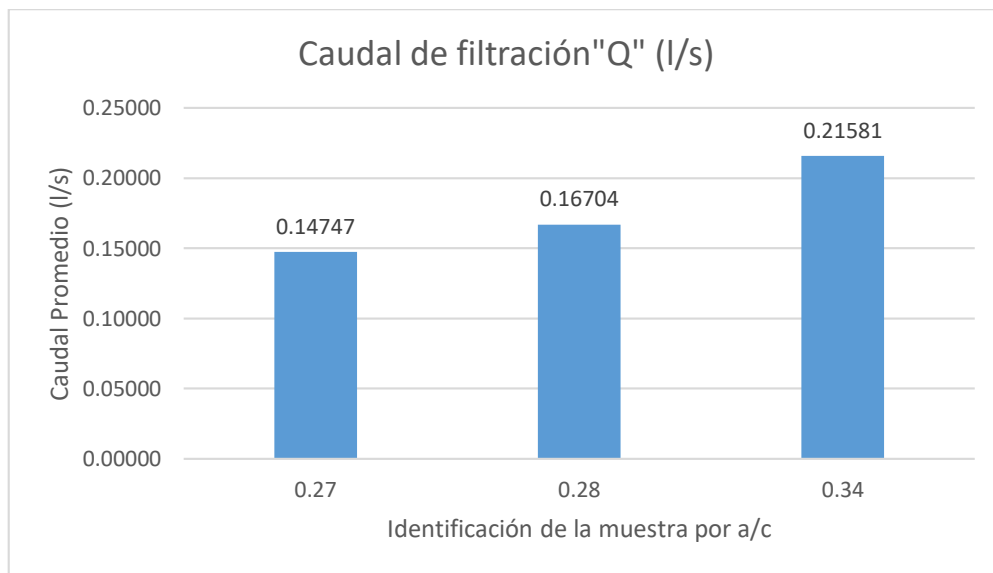


Figura 28. Permeámetro empleado para determinar el coeficiente de permeabilidad.

**Tabla 22.** Datos obtenidos del ensayo de permeabilidad y capacidad de filtración mediante el permeámetro de carga variable.

EDAD DE LA MUESTRA	DISEÑO N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	DIAMETRO (m)	ALTURA DE LA MUESTRA(m)	ALTURA DE AGUA (m)	TIEMPO (seg)	CAUDAL DE FILTRACIÓN "Q" (l/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD "K" (m/s)	Promedio del Caudal "Q" (l/s)	Promedio del coeficiente de Permeabilidad "k" (m/s)
28	1	0.27	0.10	0.20	0.30	16.31	0.14446	0.04171	0.14747	0.04257
28		0.27	0.10	0.20	0.30	15.46	0.15241	0.04400		
28		0.27	0.10	0.20	0.30	16.19	0.14553	0.04202		
28	2	0.28	0.10	0.20	0.30	14.22	0.16570	0.04784	0.16704	0.04822
28		0.28	0.10	0.20	0.30	13.97	0.16866	0.04869		
28		0.28	0.10	0.20	0.30	14.13	0.16675	0.04814		
28	3	0.34	0.10	0.20	0.30	11.06	0.21304	0.06150	0.21581	0.06231
28		0.34	0.10	0.20	0.30	11.52	0.20453	0.05905		
28		0.34	0.10	0.20	0.30	10.25	0.22987	0.06636		

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 29.** Capacidad de filtración (Caudal "Q" l/s) promedio por cada tipo de diseño de concreto.

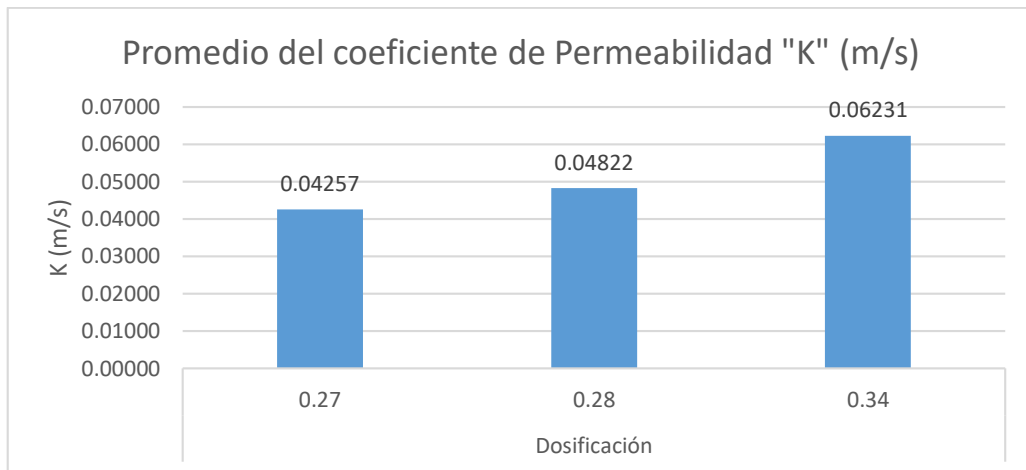


Figura 30. Coeficiente de permeabilidad promedio por cada tipo de diseño de concreto.

De la tabla N°20, la figura 29 y 30, podemos apreciar que el coeficiente de permeabilidad y el caudal de filtración se relacionan de forma creciente, es decir a mayor coeficiente de permeabilidad, mayor será el caudal de filtración. Por otro lado, observamos que la dosificación con mayor coeficiente de permeabilidad es la de relación a/c 0.34 teniendo como resultado  $k=0.06231$  m/s y  $Q=0.21581$  l/s, las dosificaciones de relación a/c 0.27 y 0.28 obtuvieron como resultado los valores de  $k= 0.04257$  m/s,  $k= 0.04822$  m/s y  $Q= 0.14747$  l/s,  $Q= 0.16704$  l/s respectivamente.

Cabe resaltar que estos valores de filtración e realizaron para una probeta con un área de  $0.007853982$  m<sup>2</sup>.

A continuación, nos centraremos en la capacidad de filtración por m<sup>2</sup>, plasmándolo de forma teórica partiendo del dato antes mencionado.

Tabla 23. Capacidad de filtración por m<sup>2</sup> para cada tipo de dosificación de concreto permeable.

DOSIFICACIÓN N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA (a/c)	Caudal de filtración promedio de la muestra "Q" (l/s)	Caudal de filtración promedio por 1m <sup>2</sup> (l/s)
1	0.27	0.14747	18.78
2	0.28	0.16704	21.27
3	0.34	0.21581	27.48

Fuente: Elaboración Propia.

Como podemos apreciar en la tabla 21, las capacidades de filtración se relacionan directamente a la relación a/c, mientras mayor sea la relación a/c, mayor será la capacidad de filtración.

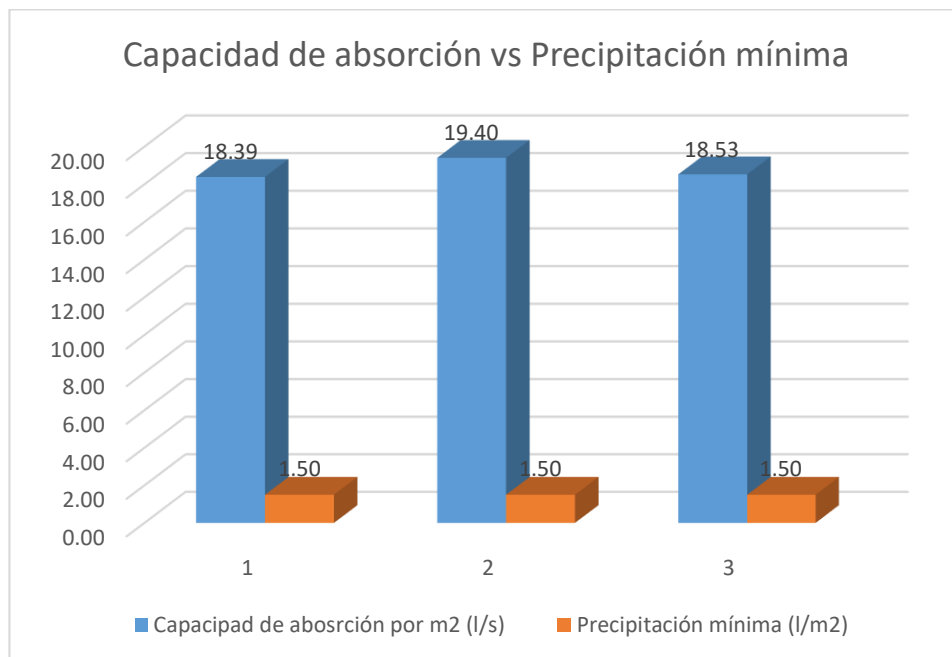
### 3.2.3. Comparación de datos entre la variable independiente y la variable dependiente.

#### 3.2.3.1. Capacidad de filtración del concreto permeable de relación a/c 0.27

**Tabla 24.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación mínima cuya intensidad es ligera.

Dosificación	f'c (kg/cm2)	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m2 (l/s)	Precipitación mínima (mm)	Precipitación mínima (l/m2)
0.27	143	0.144	18.39	1.50	1.50
	141	0.152	19.40	1.50	1.50
	148	0.146	18.53	1.50	1.50

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 31.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación mínima.

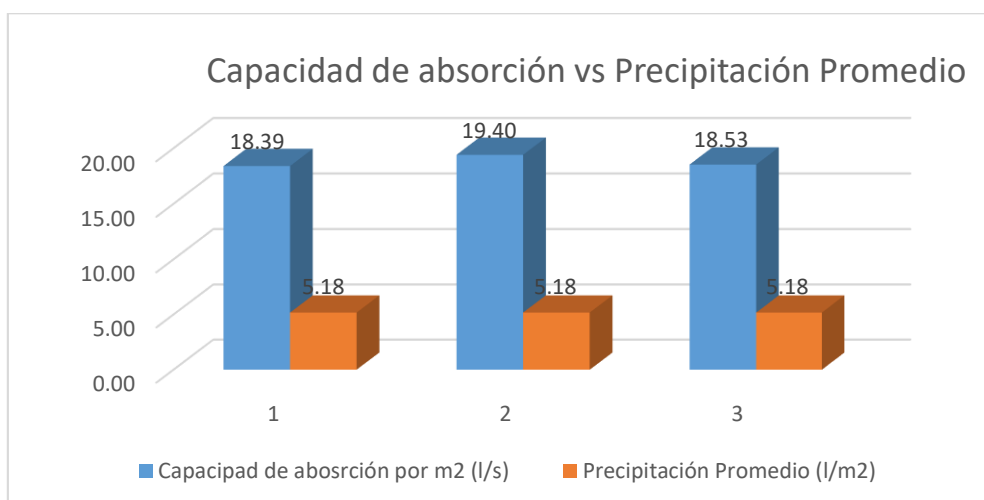
De la tabla 22 y la figura 31 podemos observar que el concreto permeable de relación a/c= 0.27 contrarresta la precipitación mínima por una amplia ventaja, por cuanto cumple la función de reducir la escorrentía superficial.



**Tabla 25.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es moderada.

Dosificación	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m <sup>2</sup> (l/s)	Precipitación promedio (mm)	Precipitación Promedio (l/m <sup>2</sup> )
0.27	143	0.144	18.39	5.18	5.18
	141	0.152	19.40	5.18	5.18
	148	0.146	18.53	5.18	5.18

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 32.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación promedio.

De la tabla 23 y figura 32 podemos observar que el concreto permeable de relación a/c= 0.27 contrarresta la precipitación promedio de manera aceptable, por cuanto cumple la función de reducir la escorrentía superficial.

**Tabla 26.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es fuerte.

Dosificación	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m <sup>2</sup> (l/s)	Precipitación máxima (mm)	Precipitación máxima (l/m <sup>2</sup> )
0.27	143	0.144	18.39	31.50	31.50
	141	0.152	19.40	31.50	31.50
	148	0.146	18.53	31.50	31.50

Fuente: Elaboración Propia.

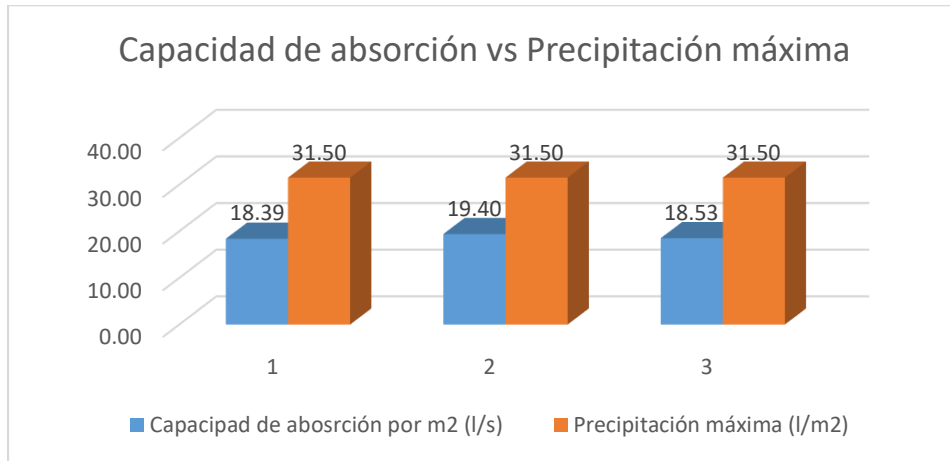


Figura 33. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación máxima

De la tabla 24 y figura 33 podemos observar que el concreto permeable de relación a/c= 0.27 tiene una capacidad de absorción de 18 l/s por m2 y la intensidad de precipitación es fuerte llegando a valores de 31.50 l/m2, por cuanto pareciese que no se reduciría la escorrentía superficial sin embargo no debemos olvidar que el dato de precipitación es de la precipitación total diaria, eso quiere decir que es la precipitación acumulada durante el día, es por ello que podríamos decir que si se contrarresta la precipitación máxima de forma a aceptable.

### 3.2.3.2. Capacidad de filtración del concreto permeable de relación a/c 0.28

Tabla 27. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación mínima cuya intensidad es ligera.

Dosificación	f'c (kg/cm2)	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m2 (l/s)	Precipitación mínima (mm)	Precipitación mínima (l/m2)
0.28	139	0.16570	21.10	1.50	1.50
	142	0.16866	21.47	1.50	1.50
	145	0.16675	21.23	1.50	1.50

Fuente: Elaboración Propia.

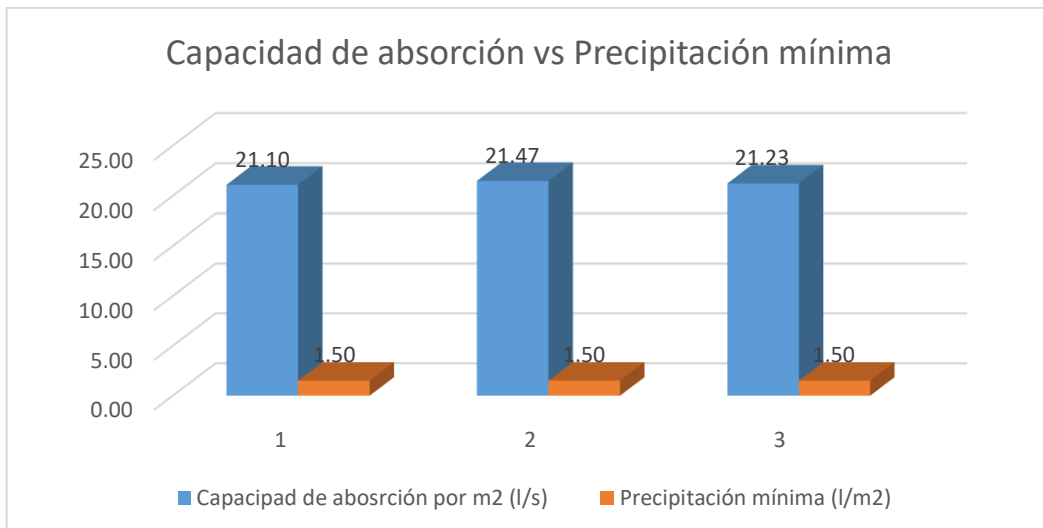


Figura 34. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.27 frente a la precipitación mínima

Tabla 28. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es moderada.

Dosificación	f'c (kg/cm2)	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m2 (l/s)	Precipitación promedio (mm)	Precipitación Promedio (l/m2)
0.28	139	0.16570	21.10	5.18	5.18
	142	0.16866	21.47	5.18	5.18
	145	0.16675	21.23	5.18	5.18

Fuente: Elaboración Propia.

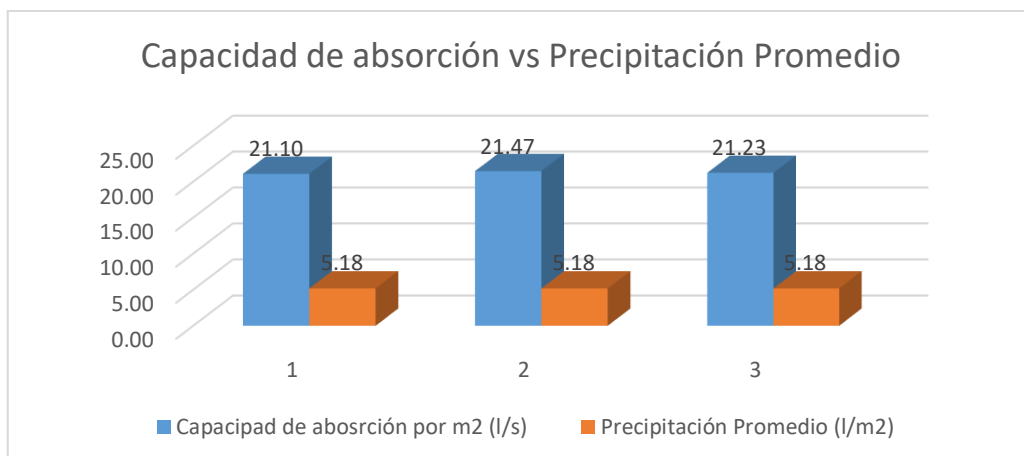
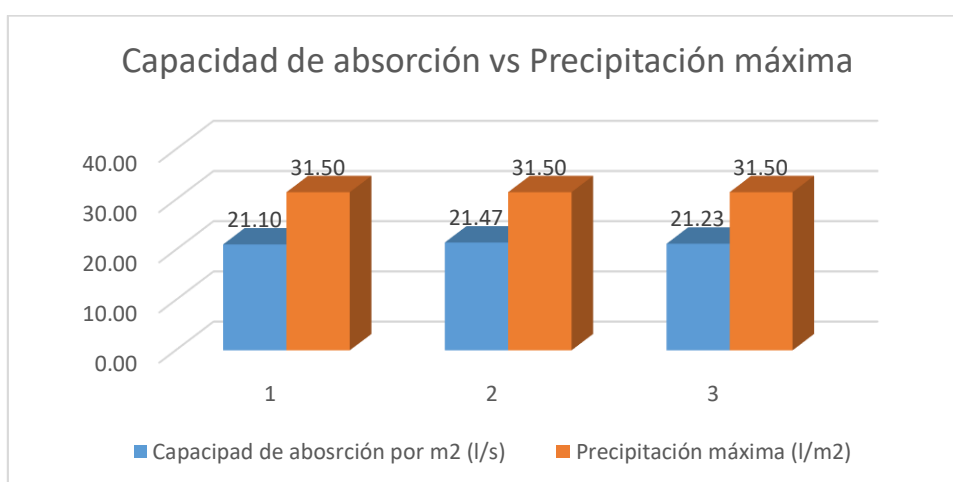


Figura 35. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación promedio.

**Tabla 29.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación máxima cuya intensidad es fuerte.

Dosificación	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m <sup>2</sup> (l/s)	Precipitación máxima (mm)	Precipitación máxima (l/m <sup>2</sup> )
0.28	139	0.16570	21.10	31.50	31.50
	142	0.16866	21.47	31.50	31.50
	145	0.16675	21.23	31.50	31.50

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 36.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.28 frente a la precipitación máxima.

De las tablas 25, 26, 27 y figura 34, 35 y 36 podemos observar que el concreto permeable de relación a/c= 0.28 tiene una capacidad de absorción de 21 l/s por m<sup>2</sup> lo cual contrarrestaría de manera efectiva la precipitación mínima (1.5 l/m<sup>2</sup>) y promedio (5.18 l/m<sup>2</sup>), detallando que frente a la precipitación máxima (31.50 l/m<sup>2</sup>) este sí reduciría la escorrentía superficial gracias a la capacidad de filtración por segundo.

### 3.2.3.3. Capacidad de filtración del concreto permeable de relación a/c 0.34

**Tabla 30.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación mínima cuya intensidad es ligera.

Dosificación	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m <sup>2</sup> (l/s)	Precipitación mínima (mm)	Precipitación mínima (l/m <sup>2</sup> )
0.34	121	0.21304	27.12	1.50	1.50
	118	0.20453	26.04	1.50	1.50
	115	0.22987	29.27	1.50	1.50

Fuente: Elaboración Propia.

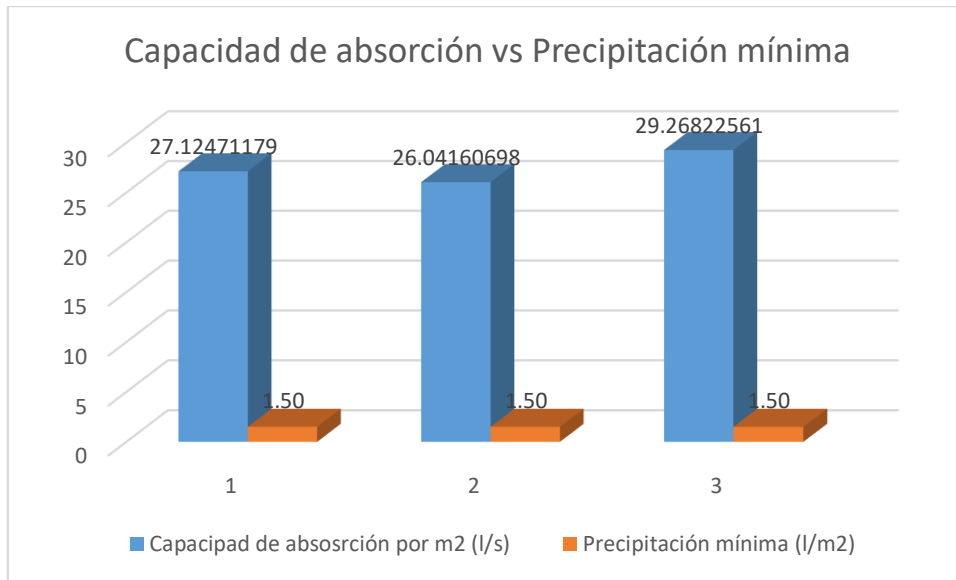


Figura 37. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación mínima.

Tabla 31. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación promedio cuya intensidad es moderada.

Dosificación	f'c (kg/cm2)	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m2 (l/s)	Precipitación promedio (mm)	Precipitación Promedio (l/m2)
0.34	121	0.21304	27.12	5.18	5.18
	118	0.20453	26.04	5.18	5.18
	115	0.22987	29.27	5.18	5.18

Fuente: Elaboración Propia.

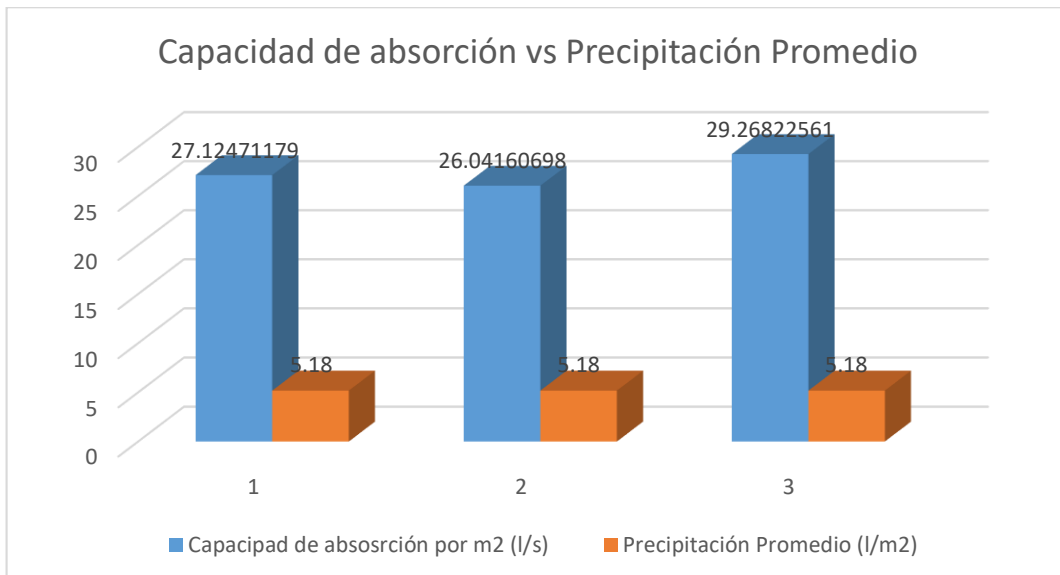
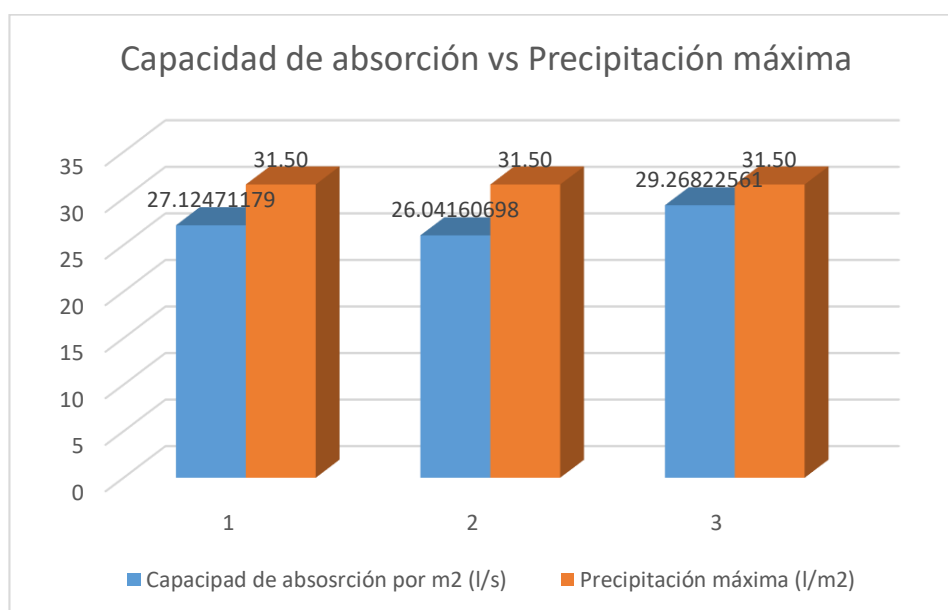


Figura 38. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación promedio.

**Tabla 32.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación máxima cuya intensidad es fuerte.

Dosificación	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de absorción de la probeta	Capacidad de absorción por m <sup>2</sup> (l/s)	Precipitación máxima (mm)	Precipitación máxima (l/m <sup>2</sup> )
0.34	121	0.21304	27.12	31.50	31.50
	118	0.20453	26.04	31.50	31.50
	115	0.22987	29.27	31.50	31.50

Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 39.** Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación máxima.

De las tablas 28, 29 y 30 y las figuras 37, 38 y 39 podemos ver que la capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 cuyos valores están entre 26.04 l/s a 29.27 l/s por m<sup>2</sup> contrarresta las precipitaciones de intensidad ligera (1.5 l/m<sup>2</sup>), moderada (5.18 l/m<sup>2</sup>) y fuerte (31.50 l/m<sup>2</sup>) de manera aceptable; anteriormente con las otras dosificaciones había una gran diferencia entre la capacidad de absorción por m<sup>2</sup> y la precipitación máxima (l/m<sup>2</sup>), sin embargo, para esta dosificación solo vemos una diferencia media de 4 l/m<sup>2</sup> el cual no representa un inconveniente gracias a la capacidad de filtración por segundo. Por cuanto podemos concluir que el concreto permeable de relación a/c 0.34 es más efectiva para reducir la escorrentía superficial.

### 3.2.3.4. Relación entre dosificación, resistencia a la compresión y capacidad de absorción.

Tabla 33. Comparación entre dosificación, resistencia y capacidad de absorción.

Dosificación	a/c	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de absorción de la probeta (l/s)	Capacidad de absorción por m <sup>2</sup> (l/s)	f'c Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Capacidad de Absorción Promedio (l/s)
1	0.27	143	0.14	18.39	144.00	18.78
		141	0.15	19.40		
		148	0.15	18.53		
2	0.28	139	0.17	21.10	142.00	21.27
		142	0.17	21.47		
		145	0.17	21.23		
3	0.34	121	0.21	27.12	118.00	27.48
		118	0.20	26.04		
		115	0.23	29.27		

Fuente: Elaboración Propia.

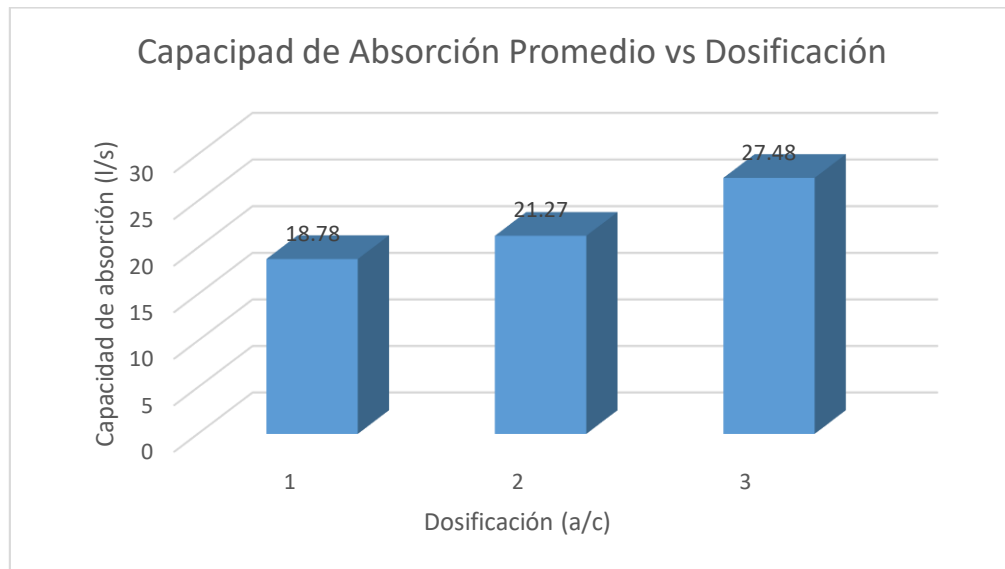


Figura 40. Capacidad de absorción del concreto de relación a/c 0.34 frente a la precipitación máxima.

De la tabla 31 y figura 40 podemos deducir que la dosificación con mayor capacidad de absorción es la de a/c 0.34 (27.48 l/s), sin embargo, esto también refleja que es la dosificación con menor resistencia a la compresión (118 kg/cm<sup>2</sup>), por cuanto se puede indicar que la capacidad de absorción es inversamente proporcional a la resistencia de compresión.

### 3.3. Contrastación de Hipótesis.

#### 3.3.1.1. Capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c 0.27, 0.28 y 0.34 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales.

**H0:** La capacidad de absorción del concreto permeable de a/c = 0.27, 0.28 y 0.34 no contrarresta la intensidad promedio de precipitaciones del distrito el Tambo-Huancayo, 2018.

**Ha:** La capacidad de absorción del concreto permeable de a/c = 0.27, 0.28 y 0.34 contrarresta la intensidad promedio de precipitaciones del distrito el Tambo-Huancayo, 2018.

*Tabla 34. Prueba de Chi Cuadrado*

Pruebas de chi-cuadrado			
	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	9.000 <sup>a</sup>	2	.011
Razón de verosimilitud	11.457	2	.003
Asociación lineal por lineal	6.000	1	.014
N de casos válidos	9		

a. 6 casillas (100.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 1.00.

Fuente: IBM SPSS Statistics 25, 2018.

De acuerdo a los resultados obtenidos por medio del chi-cuadrado se acepta la hipótesis alterna y se niega la nula, asimismo se acepta con un 95% de confiabilidad que las variables de estudio se relacionan, esto en base al dato obtenido.



#### **IV. DISCUSIÓN**

Natalia Ixchel Rodas Ralda en su investigación, diseñó bloques de concreto permeable en senderos ecológicos, es decir en áreas de tránsito peatonal donde el agua producto de las precipitaciones pueda ser infiltrada. Teniendo como conclusión que los vacíos del concreto permeable afectan directamente la resistencia a la compresión y flexión, por lo que se diseñó una mezcla con un cementante de alta resistencia, presentando resistencias entre los límites establecidos de 28 - 280 kg/cm<sup>2</sup> para compresión y 10 - 38 kg/cm<sup>2</sup> para flexión. Partiendo de esta investigación, podemos reafirmar que efectivamente el porcentaje de vacíos que se refleja en la capacidad de absorción es inversamente proporcional a la resistencia, tal como lo describe la tabla 31 de la presente investigación, en la cual la probeta con mayor resistencia (144 kg/cm<sup>2</sup>) tiene una capacidad de filtración de 0.14 l/s mientras que la probeta con menor resistencia (118 kg/cm<sup>2</sup>) tiene una capacidad de filtración de 0.23 l/s. Adicional a ello, podemos reforzar la investigación de Rodas ya que orienta la aplicación del concreto permeable en áreas de tránsito peatonal puesto que según norma, la resistencia necesaria para un pavimento de tránsito peatonal es menor a que un pavimento de tránsito vehicular.

Yalil Felipe Mouhir y Luis F. Castañeda U. En su investigación sobre diseño y aplicación de Concreto Poroso Para Pavimentos en la ciudad de Cali-Colombia, logró diseñar un concreto poroso enfocado en estructuras de pavimento rígido, confrontando la inserción o no de agregado finos en la mezcla, teniendo como conclusión que el concreto poroso contribuye con la reducción de la escorrentía superficial. Esta afirmación se pudo comprobar en la tabla 23 dónde se visualiza que el concreto permeable de dosificación  $a/c = 0.27$  tiene una capacidad de absorción entre 18.39 y 19.40 litros por segundo en un metro cuadrado, superando así la precipitación promedio de 5.18 litros por metro cuadrado. De igual manera en la tabla 26 se puede apreciar que la capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c = 0.28$  tiene valores entre 21.10 y 21.47 l/s por metro cuadrado, contrarrestando así la precipitación promedio de 5.18 l/s en un m<sup>2</sup>, finalmente en la tabla 29 se aprecia la capacidad de absorción del concreto permeable de  $a/c = 0.34$ , cuya capacidad va de 26.04 a 27.12 l/s en un metro cuadrado, contrarrestando así la precipitación promedio ya antes mencionada.

## **V. CONCLUSIONES**

Se logró demostrar que el concreto permeable reduce la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo - Huancayo. Teniendo como resultado la capacidad de filtración máxima con un promedio de 27.48 l/s en un metro cuadrado cuya dosificación corresponde a la relación  $a/c=0.34$ . Ver tabla 21. Por cuanto se concluye que una alternativa para reducir la escorrentía superficial de precipitaciones pluviales sería la aplicación del concreto permeable, bajo un estándar de pavimento rígido orientado a pavimentos urbanos especiales.

Se comprobó que la capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0.27$ , cuyos valores están entre el rango de 18.39 l/s a 19.40 en l/s en 1 m<sup>2</sup>, contrarrestan la intensidad promedio de precipitaciones del distrito El Tambo – Huancayo, que tiene como valor promedio 5.18 mm que equivalen a 5.18 litros por m<sup>2</sup>. Ver tabla 23.

Se demostró que la capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0.28$ , cuyos valores tienen un rango de 21.10 l/s a 21.47 l/s en 1 m<sup>2</sup>, contrarrestan la intensidad promedio de precipitaciones del distrito El Tambo – Huancayo, que tiene como valor promedio de 5.18 mm que equivalen a 5.18 litros por m<sup>2</sup>. Ver tabla 26.

Se evidenció que la capacidad de absorción del concreto permeable de relación  $a/c= 0.34$ , cuyos valores están en un rango de 26.04 l/s a 29.27 l/s en 1 m<sup>2</sup>, contrarrestan la intensidad promedio de precipitaciones del distrito El Tambo – Huancayo, que tiene como valor promedio de 5.18 mm que equivalen a 5.18 litros por m<sup>2</sup>. Ver tabla 29.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda que durante el diseño del concreto permeable se realicen cálculos de reajuste comparando los datos asumidos, con los datos obtenidos mediante el cálculo, para que así la diferencia sea mínima y el diseño sea más eficiente, cabe resaltar que en este reajuste el parámetro principal es el porcentaje de vacíos y la relación agua cemento (a/c).

Se recomienda que el diseño inicial del concreto permeable el cual está en torno al porcentaje de vacíos y relación a/c, se tomen datos menores de 20% para porcentajes de vacíos y datos mayores a 0.30 para la relación a/c, para poder lograr un contraste adecuado entre capacidad de filtración y resistencia a la compresión del concreto.

Se recomienda que antes de establecer el diseño y/o dosificación del concreto permeable, se realicen estudios previos tales como, el campo de aplicación y la capacidad del caudal a drenar, ya que, partiendo de ello, podremos orientar nuestro diseño y así podremos obtener mejores resultados.

Finalmente se recomienda que antes de realizar las mezclas definitivas, se realicen mezclas de prueba para ver el comportamiento entre el agregado grueso y el cemento, para así tener una idea clara de cómo se generan los puntos de contacto entre los agregados y de igual manera ver como se generan los vacíos, consecuentemente esto nos permitirá mejorar nuestro diseño.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (U.S.A.): ACI 552R-10: Report on Pervious Concrete, 2010.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (U.S.A.): ACI 211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete, 1991.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (U.S.A.): ASTM C 1688/C 1688M –08: Standard Test Method for Density and Void Content of Freshly Mixed Pervious Concrete, 2008.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (U.S.A.): ASTM C 29/C 29M: Método de ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente (“peso unitario”) e Índice de huecos en los áridos, 1997.

ARIAS, Fernando. Metodología de la investigación. España: Trillas, 2011. 576pp.  
ISBN: 9682479939

ARIAS, Fidias. El proyecto de investigación. 6ta ed. Caracas: Episteme, 2012. ISBN: 9800785299.

CARRASCO, Sergio. Metodología de la investigación científica. Lima: Editorial San Marcos, 2010. 424pp.  
ISBN: 15896278

DICCIONARIO Real Academia Española [en línea]. s.l.: RAE, 2001 [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2018]. Disponible en: <http://www.rae.es/>  
ISSN: 1727-9933

GARCIA, Haba Eduardo. Control de escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación en climas mediterráneos. Tesis (Grado de máster). Valencia: Universidad politécnica de Valencia, 2011, 218pp.

HERNANDEZ, Roberto, FERNADEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación [en línea]. 6ta ed. México: Interamericana Editores, 2014. [Fecha de consulta 03 de mayo 2018]  
Disponible en: <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/libro-metodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>  
ISBN: 9781456223960

INSTITUTO DE CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, Norma CE. 010 Pavimentos Urbanos, 2010.

INSTITUTO DE CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA, Norma OS. 060 Drenaje Pluvial Urbano, 2006.



MEJÍA, Elías. Técnicas e Instrumento de investigación [en línea]. 1era ed. Lima: Centro de Producción Editorial e Imprenta de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2005. [Fecha de consulta 01 de junio de 2018]  
ISBN: 99728340805.

MEININGER, Richard. No-Fines Pervious Concrete for Paving. Maryland. August 1988.

NEITHALATH, J., Predicting the Permeability of Pervious Concrete (Enhanced Porosity Concrete) from Non-Destructive Electrical Measurements, 2004.

NTP 400.012. AGREGADO. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Norma Técnica Peruana, 2001.

NTP 400.017. 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. Norma Técnica Peruana, 2016.

NTP 334.009. CEMENTOS. Cemento Portland Requisitos Norma Técnica Peruana, 2016.

OSEDA, Dulio. ¿Cómo aprender y enseñar investigación científica? Universidad Nacional de Huancavelica, 2011.

OSEDA. Técnicas de confiabilidad y validez de instrumento de investigación [en línea]. Perú: Eximpress S.A 2011. [fecha de consulta: mayo 2018].

SANCHEZ, Javier. Precipitaciones [en línea]. Usuales de junio de 2011. [Fecha de consulta: mayo de 2018].

Disponible en:  
<http://ocw.usal.es/cienciasexperimentales/hidrologia/contenidos/02.Precipitaciones.pdf>

SAUCEDO, Vidal. Concreto hidráulico permeable, una alternativa para la recarga de los mantos acuíferos del valle de México. Tesis (Grado de ingeniero civil). México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2010, 148pp.

SENAMHI. Datos de estaciones pluviométricas, 2018.

SUAREZ, Manuel Borja. 2012. Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. Chiclayo: s.n., 2012.

VILLON, Maximo. Hidrología Estadística. Costa Rica: Talles de Publicaciones del Instituto de Costa Rica, 2002. 381 pp.  
ISBN: 9977-66-175-8

## **VIII. ANEXOS**

## ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TITULO:** APLICACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN LA VÍAS DEL DISTRITO EL TAMBO – HUANCAYO, 2018.

**AUTOR:** CHRISTIAN ANGEL LUIS LEON POZO

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	indicadores
Problema Principal	Objetivo principal	Hipótesis Principal		Dimensiones	indicadores
¿En qué medida la aplicación del concreto permeable reduciría la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018?	Proponer una alternativa de pavimentación para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito del Tambo—Huancayo, 2018.	El concreto permeable reduciría la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018	Escorrentía superficial	Intensidad de precipitación pluvial	-Ligero (2.5 mm/h) -Moderado(2.5-7.5 mm/h) -Fuerte (>7.5mm/h)
¿Cuál es la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.27 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales?	Evaluar la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.27 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales del distrito el tambo - Huancayo, 2018	La capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c = 0.27 contrarrestaría la intensidad promedio de precipitaciones pluviales en el distrito el tambo - Huancayo, 2018.	Concreto Permeable	Parámetro de diseño	relación a/c= 0.27 relación a/c=0.28 relación a/c=0.34
¿Cuál es la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.28 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales?	Determinar la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.28 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales del distrito el tambo - Huancayo, 2018	La capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c = 0.28 contrarrestaría la intensidad promedio de precipitaciones pluviales en el distrito el tambo - Huancayo, 2018.		Capacidad de absorción	-Coeficiente de absorción del concreto a/c= 0.27 -Coeficiente de absorción del concreto a/c=0.28 -Coeficiente de absorción del concreto a/c=0.34
¿Cuál es la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.34 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales?	Estimar la capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c= 0.34 frente a la intensidad promedio de precipitaciones pluviales del distrito el tambo - Huancayo, 2018	La capacidad de absorción del concreto permeable de relación a/c = 0.34 contrarrestaría la intensidad promedio de precipitaciones pluviales en el distrito el tambo - Huancayo, 2018.			

## ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Escorrentía Superficial</b>	“Es aquello que proviene de la precipitación no infiltrada y que discurre sobre la superficie del suelo-estructura. El efecto sobre la escorrentía total es inmediato, y existirá durante la tormenta e inmediatamente después de que esta termine”(Máximo Villon, 2002, p. 136).	Se evaluará esta variable de manera principal ya que de esta parte los planteamientos y desarrollos de investigación.	<b>Intensidad de precipitación pluvial</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ligera</li> <li>2. Moderada</li> <li>3. Fuerte</li> </ol>
<b>Concreto Permeable</b>	Según el ACI 522R-10, “El concreto permeable, es un material compuesto por cemento Portland, agregado grueso de tamaño uniforme, poco o nada de agregado y agua. Estos ingredientes permiten obtener una aglomeración de agregados gruesos rodeados por una fina capa de pasta de cemento endurecido en sus puntos de contacto”.	Esta variable se evaluará con la variable principal. Para determinar si la capacidad de absorción del concreto permeable reduciría la escorrentía superficial en las vías.	<div style="text-align: center;"><b>Parámetro de Diseño</b></div>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Relación a/c = 0.27</li> <li>2. Relación a/c = 0.28</li> <li>3. Relación a/c = 0.34</li> </ol>
			<b>Capacidad de Absorción</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Coeficiente de absorción del concreto a/c= 0.27</li> <li>-Coeficiente de absorción del concreto a/c=0.28</li> <li>-Coeficiente de absorción del concreto a/c=0.34</li> </ul>

### ANEXO 3: PANEL FOTOGRÁFICO DE POSIBLES VÍAS DE APLICACIÓN



Avenida Ferrocarril, altura Av. Miguel Grau, distrito El Tambo – Huancayo.



Avenida Mariscal Castilla, altura Av. Circunvalación, distrito El Tambo – Huancayo.



Avenida Mariscal Castilla, altura Av. Junín, distrito El Tambo – Huancayo.

## **ANEXO 4: PANEL FOTOGRÁFICO DE REGISTROS DE TRABAJOS EN LABORATORIO**



**Tamices de 8" empleados para el ensayo de granulometría.**



**Mezcladora de concreta empleada.**



**Moldes de acero de 4" x 8"**



**Vertido del concreto en las probetas.**



**Uso de la balanza electrónica**



**Probetas para realizar ensayos en estado endurecido.**





**Realizando ensayos de resistencia**



**Colocación de la probeta en la compresora.**



**Falla típica del concreto**



**Construcción del permeámetro**



**Aplicación del permeámetro.**

## ANEXO 5: DATOS DE PRECIPITACIONES DE LA ESTACIÓN SANTA ANA SOLICITADOS AL SENAMHI

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ**



### DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : SANTA ANA /000477/ DZ-11	LONG. : 75° 13' "W"	DPTO. : JUNIN
PARAMÉTRÒ : PRECIPITACION TOTAL DIARIA	LAIT. : 12° 00' "S"	PROV. : HUANCAYO
(mm)	ALT. : 3295 msnm.	DIST. : EL TAMBO

**AÑO : 2018**

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	0.7	48.0	2.6	0.0	S/D	0.0	0.0	3.4	---	---	---	---
2	6.0	0.3	7.0	0.0	S/D	0.2	0.0	0.0	---	---	---	---
3	0.0	0.0	5.4	3.5	S/D	2.3	0.0	5.2	---	---	---	---
4	0.0	3.2	2.0	5.4	S/D	1.2	0.0	0.0	---	---	---	---
5	0.0	0.0	1.0	0.0	S/D	0.0	0.0	1.0	---	---	---	---
6	2.8	1.0	0.0	0.5	S/D	0.0	0.0	3.0	---	---	---	---
7	19.1	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	1.1	---	---	---	---
8	0.2	21.4	3.9	1.0	S/D	0.0	0.0	3.4	---	---	---	---
9	5.1	1.1	0.9	1.4	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
10	3.1	0.0	9.3	3.1	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
11	10.5	3.1	6.2	0.0	S/D	0.4	0.0	0.0	---	---	---	---
12	7.7	8.1	8.2	0.0	S/D	1.0	0.0	0.0	---	---	---	---
13	4.0	0.8	8.6	3.1	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
14	8.1	7.6	9.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
15	2.4	1.6	2.1	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
16	28.5	9.0	16.5	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
17	20.0	10.7	2.6	0.0	S/D	0.0	2.2	0.0	---	---	---	---
18	7.3	0.0	7.1	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
19	8.4	0.0	5.1	0.0	S/D	0.0	0.5	0.0	---	---	---	---
20	5.3	4.6	0.0	0.0	S/D	0.0	1.5	0.0	---	---	---	---
21	6.1	6.0	0.3	0.0	S/D	0.0	2.2	0.0	---	---	---	---
22	2.1	0.0	1.4	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
23	1.1	0.0	15.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
24	0.0	5.8	3.1	1.8	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
25	0.0	1.2	1.0	1.2	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
26	3.5	4.6	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
27	0.0	2.3	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
28	0.0	3.3	27.4	2.3	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
29	9.3		2.9	0.0	S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
30	3.3		0.0		S/D	0.0	0.0	0.0	---	---	---	---
31	0.0		0.0		S/D		0.0	0.0		---	---	---

S/D = Sin Datos

INFORMACION PREPARADA PARA CHRISTIAN ANGEL LUIS LEON POZO  
LIMA, 16 DE NOVIEMBRE DEL 2018

N° PRES@CLIC: 201810020067 /201811000013

6610



**VALIDO SOLO EN ORIGINAL**

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ



DIRECCION DE REDES DE OBSERVACION Y DATOS

ESTACION : SANTA ANA /000477/ DZ-11      LONG. : 75° 13' "W"      DPTO. : JUNIN  
 PARAMETRO : PRECIPITACION TOTAL DIARIA      LAT. : 12° 00' "S"      PROV. : HUANCAYO  
 (mm)      ALT. : 3295 msnm.      DIST. : EL TAMBO

AÑO : 2017

DIA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1	9.0	0.0	3.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.2	0.0
2	5.0	3.0	2.1	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	9.2
3	6.9	0.0	9.0	5.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0
4	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	2.7	2.0	1.9	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.9
6	0.4	3.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0
7	0.8	0.0	9.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.2	8.7	1.7	31.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	1.5	0.0	0.0
9	2.4	1.2	9.2	8.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
10	9.6	2.6	2.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4	0.0
11	4.5	16.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	S/D	0.0	0.0	1.6	0.0
12	10.8	11.6	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	2.3	0.0	0.0
13	4.2	9.8	2.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	0.9	0.0	2.7
14	2.7	0.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.0	0.0	0.0	1.2
15	15.1	0.0	4.2	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.5	8.4	0.0	0.0
16	3.7	20.0	3.8	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	1.1	0.0
17	7.2	8.1	15.0	1.5	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	8.4	5.6	10.4
18	0.0	0.2	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	2.2	2.1
19	17.5	22.5	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20	3.6	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	0.0	4.3
21	1.2	1.6	0.0	2.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0	5.2
22	2.6	3.1	2.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	3.0
23	2.7	7.0	0.8	17.4	0.9	0.2	0.0	0.0	0.2	18.7	0.0	5.6
24	12.5	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.5	0.0	0.0	0.0
25	4.2	3.2	26.4	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.6	0.7	0.0	0.0
26	12.3	13.2	0.6	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3	0.0	0.0	0.0
27	7.4	0.8	0.5	0.5	4.0	0.0	0.0	0.0	4.2	6.1	29.4	3.8
28	0.0	2.8	3.1	3.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	3.2	5.5
29	0.0		0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0	0.4
30	0.0		2.5	2.2	0.5	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	4.5	16.0
31	0.0		0.0		S/D		0.0	0.0		0.0		5.5

S/D = Sin Datos

INFORMACION PREPARADA PARA CHRISTIAN ANGEL LUIS LEON POZO  
 LIMA, 16 DE NOVIEMBRE DEL 2018

N° PRES/SOLIC: 2018/10000067 /2018/11000013

6609



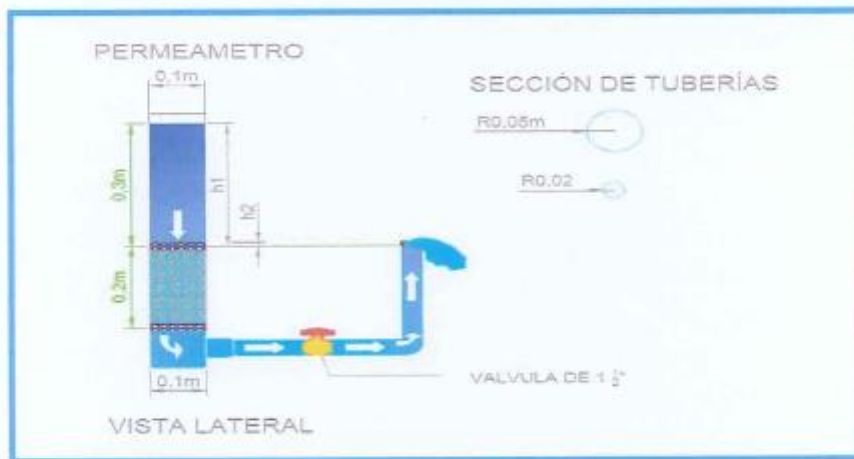
VÁLIDO SOLO EN ORIGINAL

## ANEXO 6: VALIDACIÓN DEL PERMEÁMETRO



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO	
PROYECTO:	APLICACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN LAS VÍAS DEL DISTRITO EL TAMBO - HUANCAYO, 2018.
TIPO DE ENSAYO:	PERMEABILIDAD - CAPACIDAD DE FILTRACIÓN
NOMBRE DEL INSTRUMENTO:	PERMEAMETRO



JUICIO DE EXPERTOS:

  
 SANTOS RICARDO PADILLA FICHER  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51670

  
 Margarita Boza Olsachea  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500

  
 CARLOS VALLEJOS  
 1095067

RANGO DE EVALUACIÓN	0      0.5      1
	PUNTAJE DE EVALUACIÓN
EXPERTO 1:	1.0
EXPERTO 2:	1.0
EXPERTO 3:	1.0

## ANEXO 7: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA EL ENSAYO DE PERMEABILIDAD



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
PROYECTO:	APLICACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN LAS VÍAS DEL DISTRITO EL TAMBO - HUANCAYO, 2018.
TIPO DE ENSAYO:	PERMEABILIDAD - CAPACIDAD DE FILTRACIÓN
INSTRUMENTO:	PERMEAMETRO

EDAD DE LA MUESTRA	DOSEIFICACIÓN N°	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	DIAMETRO (m)	ALTURA DE LA MUESTRA(m)	ALTURA DE AGUA	TIEMPO (seg)	CAUDAL "Q" (l/s)	COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD "K" (m/s)
28	1	0.27	0.10	0.20	0.30	16.31	0.14446	0.04171
28		0.27	0.10	0.20	0.30	15.46	0.15241	0.04400
28		0.27	0.10	0.20	0.30	16.19	0.14553	0.04202
28	2	0.28	0.10	0.20	0.30	14.22	0.16570	0.04784
28		0.28	0.10	0.20	0.30	13.97	0.16866	0.04869
28		0.28	0.10	0.20	0.30	14.13	0.16675	0.04814
28	3	0.34	0.10	0.20	0.30	11.06	0.21304	0.06150
28		0.34	0.10	0.20	0.30	11.52	0.20453	0.05905
28		0.34	0.10	0.20	0.30	10.25	0.22987	0.06636

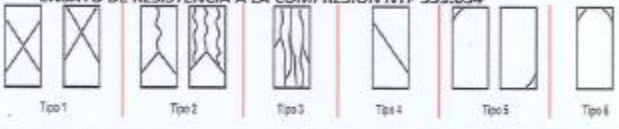
  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉR  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51277


  
 Margarita Boza Olaechea  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500

  
 ORESTES VALVERDE  
 193061

## ANEXO 8: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN



Solicitante:		CHRISTIAN ANGEL LUIS LEON POZO			Muestra:		Probetas de concreto permeable	
Proyecto:		APLICACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA PARA REDUCIR LA ESCORRENTÍA SUPERFICIAL EN LAS VÍAS DEL DISTRITO EL TAMBO – HUANCAYO, 2018.			Responsable:		C.A.L.L.P	
					Fecha:			
<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 339.034</b>								
Tipo de fractura								
Edad (Días)	Dosif. Nº	Identificación de la muestra	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Resistencia a la compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio Resistencia a la compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de fractura	
7	1	0.27	10	20	105	106.00	3	
		0.27	10	20	105		2	
		0.27	10	20	108		2	
	2	0.28	10	20	105	106.67	3	
		0.28	10	20	108		2	
		0.28	10	20	107		2	
	3	0.34	10	20	79	76.33	3	
		0.34	10	20	77		2	
		0.34	10	20	73		2	
14	1	0.27	10	20	119	120.33	3	
		0.27	10	20	122		2	
		0.27	10	20	120		2	
	2	0.28	10	20	119	119.00	2	
		0.28	10	20	121		3	
		0.28	10	20	117		2	
	3	0.34	10	20	102	102.33	2	
		0.34	10	20	105		2	
		0.34	10	20	100		3	
21	1	0.27	10	20	127	127.00	2	
		0.27	10	20	129		2	
		0.27	10	20	125		2	
	2	0.28	10	20	125	124.66	2	
		0.28	10	20	126		3	
		0.28	10	20	123		3	
	3	0.34	10	20	113	115.33	2	
		0.34	10	20	116		3	
		0.34	10	20	117		3	
28	1	0.27	10	20	143	144.00	2	
		0.27	10	20	141		3	
		0.27	10	20	148		2	
	2	0.28	10	20	139	142.00	3	
		0.28	10	20	142		2	
		0.28	10	20	145		3	
	3	0.34	10	20	121	118.00	2	
		0.34	10	20	118		3	
		0.34	10	20	115		2	

  
 JULIO ERNESTO DÍAZ GUTIERREZ  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS  
 E.A.P. INGENIERÍA CIVIL LIMA NORTE



  
 MARGARITA BOZA OLAECHEA  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500  
 ING. MARGARITA BOZA OLECHEA

## ANEXO 9: CARTA DE PATROCINIO DEL LABORATORIO CALYDAT

### CARTA DE PATROCINIO

El laboratorio CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L. - CALYDAT con RUC 20600479521, ubicado en Jr. 23 de Diciembre Nº 102 Villa el Carmen - Independencia, extiende la presente Carta de Patrocinio al estudiante Universitario Christian Angel Luis León Pozo CODIGO: 6700249580 que viene cursando el décimo ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Cesar Vallejo.

El laboratorio como parte de su política busca incentivar la investigación científica para contribuir con el desarrollo de la ingeniería, es por ello que se evaluó el pedido del estudiante, analizando su tema de investigación y objetivos del mismo, otorgándole así el apoyo con el uso de instalaciones y equipos para que realice los ensayos correspondientes para poder desarrollar su proyecto de investigación; todo ello de forma gratuita con un convenio de por medio, el cual se basa en usar los resultados científicos como antecedentes para investigaciones futuras de parte del laboratorio y mención del Laboratorio en la tesis.

A través de lo expresado, se otorga el Patrocinio al solicitante para contribuir con el desarrollo de su investigación.

Atentamente.

  
CORPORATIVO DE SUELOS  
Y ASFALTO  
Jorge Bernardino Calderón Llanos  
GERENTE GENERAL

  
EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 198054

CARTA DE PATROCINIO DOC-LAB-001-OCT-2018  
CALYDAT - CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L.  
Jr. 23 de Diciembre Nº102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU



## ANEXO 10: INFORME DE ENSAYO REALIZADO EN EL LABORATORIO CALYDAT

### INFORME DE ENSAYOS

El laboratorio CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L - CALYDAT con RUC 20600479521, ubicado en Jr. 23 de Diciembre Nº 102 Villa el Carmen - Independencia, mediante la carta de Patrocinio DOC-LAB-001-OCT-2018 permite el uso de las instalaciones y equipos al estudiante universitario Christian Ángel Luis León Pozo CODIGO: 6700249580 tema de TESIS: Aplicación de Concreto Permeable como alternativa para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo- Huancayo.

Para el desarrollo de los ensayos de ensayos físicos, y conformación de ensayos frescos de concreto, necesarios para su tesis:

- Ensayos físicos de agregados grueso  
Granulometría  
Peso Unitario  
Peso Específico y % absorción
- Ensayos de concreto fresco en diseños de mezclas  
Ensayo de asentamiento - Slump

Atentamente.



Jorge Bernardino Calderón Llanos  
GERENTE GENERAL

  
EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 168064

DOC-AUX-001-NOV-2018  
CALYDAT - CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L.  
Jr. 23 de Diciembre Nº102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

## ENSAYOS REALIZADOS EN CALYDAT

### 1. Ensayos realizados.

#### 1.1 Ensayo para determinar la granulometría del agregado.

Se realizó siguiendo lo indicado por la norma ASTM C136 (Método de Ensayo Normalizado para determinar el Análisis Granulométrico de los Áridos Finos y Gruesos), tanto en los aparatos usados, los alcances, y el procedimiento a seguir.

Este método se usa para agrupar según el tamaño de las partículas los agregados finos y grueso, mediante el uso de tamices; esto consta en hacer pasar una muestra seca (agregados) a través de una serie de tamices ordenadas por aberturas de mayor a menor.

#### • Equipos y herramientas a usar

- Tamices de 8" de diámetro, con un bastidor resistente para evitar la pérdida del material en el tamizado, las aberturas de los tamices usados fueron las siguientes: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, con fondo y tapa



Figura 1. Tamices.

- Balanza: Se usó una balanza con una lectura y precisión de 0,1% de la masa de ensayo.



Figura 2. Balanza.

  
EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CP N° 168054

LADON - UNID  
CONTROL DE CALIDAD  
JESUS SANCA  
SUPERVISOR DE CALIDAD

- Horno con temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ).



Figura 3. Horno. Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

Siguiendo por lo indicado en la NTP 400.012, se lavó y seco la muestra, para luego ser llevado al horno por 24 horas a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Luego del proceso de secado, se debe colocar el juego de tamices ordenados en forma decreciente de las aberturas, colocar la muestra en el tamiz superior, aplicando ligeros golpes y agitando los tamices de derecha a izquierda, hasta poder obtener la retención de la muestra en cada tamiz.

Se pesará el material retenido en cada tamiz, la masa del total del material luego del proceso de tamizado, se debe comparar con la masa original que se tenía antes del proceso, las cantidades no deben diferenciarse del más del 0.3%.

Luego procedemos con el pesado del material retenido en cada tamiz, para después determinar el tamaño máximo y tamaño máximo nominal de los agregados, tanto grueso y fino.

DOC-AUX-001-NOV-2018

CALYDAT - CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L.

Jr. 23 de Diciembre N°102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

LABORATORIO  
CONTROL DE CALIDAD  
JESÚS SANCA  
SUPERVISOR DE CALIDAD

# ANEXO 11: RESULTADO DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

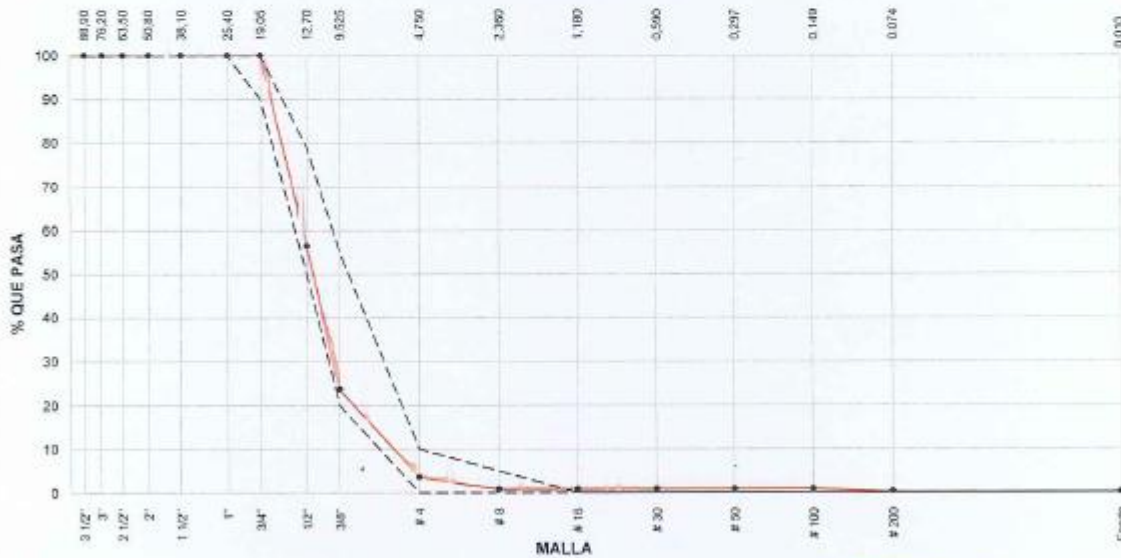
## REPORTE DE GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PLANTA

Nombre del Cliente: CHRISTIAN ANGEL LUIS LEON POZO CODIGO: 6700249580  
 Ubicación de la Muestra: CANTERA MATAHUASI - JALUJA Fecha: 05 de octubre del 2018  
 Identificación de la Muestra: AG-218-051018

AGREGADO GRUESO HUSO # 67						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	90.00
1/2"	12.70 mm	1356.00	43.60	56.40	50.00	79.00
3/8"	9.53 mm	1020.00	32.79	75.39	23.61	55.00
# 4	4.75 mm	625.00	20.09	95.48	3.52	10.00
# 8	2.35 mm	85.00	2.73	99.22	0.78	5.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00
# 200	0.07 mm	19.00	0.61	99.83	0.17	0.00
Fondo	0.01 mm	5.40	0.17	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.620
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.65
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.67
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1678
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1596
Humedad de absorción (%)	0.62
Tamaño Máximo	3/4"
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Módulo de Fineza	5.69
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	0.78

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Emitido por: Cesar Divoris  
  
 Técnico

Revisado por: JESÚS SANCA  
  
 JEFE DE CALIDAD

EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 168054

LABORATORIO DE SUELOS  
 CONCRETO Y ASFALTO

## ANEXO 12: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE LA BALANZA

**ORION** LABORATORIOS E.I.R.L.  
SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO  
RUC: 80499967089

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 055-18 BAL

OTORGADO A : **Calydat**

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Servicio Nacional de Metrología del INDECOPI.

Instrumento de medición : Balanza Digital.  
Capacidad : 30 kg.  
Marca : OHAUS  
Modelo : R31P30  
Nro de Serie : 8335440447  
Fecha de Calibración : 08.04.2018  
Próxima Calibración : 08.11.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.  
  
ING. EDIS TABOADA PALACIOS  
Jefe de Laboratorio  
CIP 56351

#### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

#### INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ gr.} \pm 0.00034$

#### PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kgr, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 2 mg a 200 gr. CERTIFICADOS LM 758-2012, LM 761-2012, LM 063-2012, LM 062-2012, LM 061-2012.

#### TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Servicio Nacional de Metrología del INDECOPI.

#### CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 19.1°C Final 19.0°C  
Humedad Relativa 90 %

#### RESULTADO DE LA MEDICIÓN

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrologica consultada.

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro del certificado.

Mz. E Lt. 15 As. Hueros de Huachipa- Lurigancho  
Fijo 371-0531 371-0475 - Email: ventas@orionrcp.com  
www.orionrcp.com

## ANEXO 13: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE LOS TAMICES

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,74	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,87	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,45	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	47553	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2015 / 05 / 11	FIRMA SIGN 

  
BUREAU VERITAS  
Certification  
4-DIMET-2014

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO  
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957  
Calle 18 # 103 B 72  
www.pinzuar.com.co  
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-01 Rev4



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO 2375,67  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2377,96  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 941,75  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

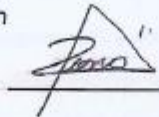
MALLA No. 8  
MESH No.

SERIE No. 44877  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 19,55 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2014 - 11 - 29  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72  
www.pinzuar.com.co  
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-31-01 Rev#



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO 1199,86  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE  
ABERTURA MÁXIMA 1199,59  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE  
DIÁMETRO PROMEDIO 609,96  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 16  
MESH No.

SERIE No. 46398  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 12,09 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2015-03-17  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

**PINZUAR LTDA** TELS: (571) 415 7020 / 645 4957

Calle 18 # 103 B 72  
[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)  
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-114-01 Rev4





TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO 592,76  $\mu\text{m}$   
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 594,69  $\mu\text{m}$   
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 377,56  $\mu\text{m}$   
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 30  
MESH No.

SERIE No. 47598  
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  $\pm 5,66 \mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2015-05-11  
DATE

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72

[www.pinzuar.com.co](http://www.pinzuar.com.co)

BOGOTÁ - COLOMBIA



AG-P-11-F-01 Rev4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO  
TEST SIEVE CERTIFICATED

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA  
IN ACCORDANCE WITH NORM  
**ASTM E 11:2013**

ABERTURA PROMEDIO  
AVERAGE APERTURE 148.73  $\mu\text{m}$

ABERTURA MÁXIMA  
MAXIMUM APERTURE 153.47  $\mu\text{m}$

DIÁMETRO PROMEDIO  
AVERAGE DIAMETER 90.63  $\mu\text{m}$


MALLA No.  
MESH NO 100

SERIE No.  
SERIAL NO 47981

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN  
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT  $\pm 2.53 \mu\text{m}$

FECHA  
DATE 2015-05-26

FIRMA  
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO  
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957  
Calle 18 # 103 B 72  
www.pinzuar.com.co  
BOGOTÁ - COLOMBIA

ACP-11-E-01 Rev4



TEST SIEVE CERTIFICATED  
TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO

**GRAN TEST**

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

IN ACCORDANCE WITH NORM  
CONFORME CON LA NORMA  
ASTM E-11-2009

AVERAGE APERTURE X: 301.50  $\mu\text{m}$ ; 297.61  $\mu\text{m}$

ABERTURA PROMEDIO  
DIÁMETRO PROMEDIO 203,01  $\mu\text{m}$

AVERAGE DIAMETER  
MESH No. / MALLA No. 50

SERIAL No. / SERIE No. 31947

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN 4,74  $\mu\text{m}$   
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

DATE / FECHA 2012-10-22

SIGN / FIRMA

Técnico: Carlos Moreno



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO  
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957  
Calle 18 Número: 103 B 72  
www.pinzuar.com.co  
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-02

## INFORME DE INSPECCIÓN

Fecha Date	2015 - 05 - 26
Instrumento Instrument	TAMIZ PARA ENSAYO TEST SIEVE
Fabricante Manufacturer	PINZUAR LTDA.
Serie No. Serial No.	47981
Malla No. Mesh No.	100



### NORMA DE ENSAYO: ASTM E 11-13

**Trazabilidad :** Sus especificaciones se han verificado en el laboratorio de Control de calidad de Pinzuar Ltda. Por medio de instrumentos de medición calibrados con trazabilidad al sistema internacional de unidades (SI).

**Resultados :** Las dimensiones del marco fueron evaluadas de acuerdo al numeral 6.3 de la Norma ASTM E 11 – 13.  
La abertura de la malla cumple con lo establecido en el numeral 6.1 de la Norma ASTM E 11 – 13  
El diámetro del alambre cumple con lo establecido en el numeral 6.2 de la Norma ASTM E 11–13.

### PINZUAR LTDA

*Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron.*

*El laboratorio no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.*





**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**  
to specifications of

**ASTM – American Society for Testing and Materials**  
**ANSI – American National Standards Institute**  
**ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

**3"BS8F623422**

**ISSUE DATE: 3/25/2013**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

**2.5"BS8F652594**

**ISSUE DATE: 11/8/2013**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY JAWWTECH MANUFACTURING



**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

**2"BS8F630215**

**ISSUE DATE: 4/26/2013**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ALUMINUM MFG. CO.



**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 13

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

**1/2" BS8F716059**

**ISSUE DATE: 4/10/2015**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY AMMITECH MANUFACTURING



**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 13

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications. **1.5"BS8F722184**

**ISSUE DATE: 4/14/2015**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

**to specifications of**

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

**This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11 . 13**

**The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.**

**1"BS8F685017**

**ISSUE DATE: 11/13/2014**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADMITTECH MANUFACTURING



**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**  
to specifications of

- ASTM – American Society for Testing and Materials
- ANSI – American National Standards Institute
- ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 15

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

**3/4"BS8F721359**

**ISSUE DATE: 5/14/2015**

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH MANUFACTURING



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*LEON POZO CHRISTIAN DAEGE LUIS*

INFORME TITULADO:

*APLICACIÓN DE CONCRETO PERMEABLE COMO ALTERNATIVA  
PARA REDUCIR LA ESCORRENTIZA SUBSUFICIAL EN LOS VÍAS DEL  
DISTRITO EL TAMBO - HUANCAYO, 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

SUSTENTADO EN FECHA:

*13/12/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*16 (Discusión)*



*[Signature]*  
Firma del Coordinador de Investigación de  
Ingeniería Civil



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

Código : FD6-PP-PR-02.02  
 Versión : 09  
 Fecha : 23-03-2018  
 Página : 1 de 1

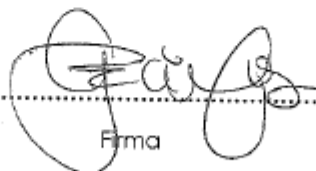
Yo, Cecilia Acosta Moscoso.....  
 docente de la Facultad Ing. Civil..... y Escuela Profesional de  
Ing...... de la Universidad César Vallejo Lima..... (precisar filial o sede),  
 revisor(a) de la tesis titulada No es.

" Aplicación de concreto permeable como alternativa  
para reducir la contaminación superficial en las  
vías de tránsito El Tambo - Huancayo - 2018  
 ....."

del (de la) estudiante Leon Pozo Christian Angel.....  
 ..... constato que la investigación tiene un índice de  
 similitud de .29 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lugar y fecha... Los Olivos 23/07/19

  
 Firma

Nombres y apellidos del (de la) docente:

Cecilia Acosta Moscoso

DNI: 4385809

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **Christian Angel Luis Leon Pozo**, identificado con DNI N° **70477552**,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( X ), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

**"Aplicación de concreto permeable como alternativa para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018";**

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

  
FIRMA  
DNI: 70477552  
FECHA: 13 de Diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	--------------------------------

29 %

Se están viendo fuentes estándar  
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	es.scribd.com	8 %
2	Entregado a Universida...	6 %
3	Entregado a Minrecoido...	2 %
4	Entregado a Universida...	1 %
5	deaplayeres	1 %



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Aplicación de concreto permeable como alternativa para reducir la escorrentía superficial en las vías del distrito El Tambo-Huancayo, 2018."

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

**AUTOR:**  
Leon Ivon, Christian Angel Tala

**ASESOR:**  
Mg. Ing. Anisla Alvarez Cecilia

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

