

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS**

---

**“Diseño de pavimento rígido permeable con mayor porosidad y  $f^c=245\text{kg/cm}^2$  empleando agregados de la cantera cocha15 para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huacar, 2023”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Claudio Angulo, Julecsy Wendy

ASESOR: Basilio Gamarra, Miguel Enrique

HUÁNUCO – PERÚ

2024

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Estructuras

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería civil

**Disciplina:** Ingeniería civil

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73642291

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46161730

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0001-8616-3342

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	40847625	0000-0002-4594-1491
2	Torres Ponce, Carlos Antonio	Magister en gestión pública	22407564	0000-0001-9026-0647
3	Valdivieso Echevarria, Martin Cesar	Maestro en gestión pública	22416570	0000-0002-0579-5135

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

### PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

#### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

##### (A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 11:00 horas del día lunes 12 de febrero de 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los Jurados Calificadores integrado por los docentes:

- ❖ MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO - PRESIDENTE
- ❖ DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE - SECRETARIO
- ❖ MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 0159-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y F<sup>c</sup>=245KG/CM<sup>2</sup> EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHA15 PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023.", presentado por el (la) Bachiller. Bach. Bach. Julecsy Wendy CLAUDIO ANGULO, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) ~~aprobado~~ por unanimidad con el calificativo cuantitativo de ~~...13...~~ y cualitativo de ~~...satisfactorio...~~ (Art. 47).

Siendo las 12:05. horas del día 12 del mes de febrero del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO  
ORCID: 0000-0002-4594-1491

Presidente  
DNI: 40847625

DR. CARLOS ANTONIO TORRES PONCE  
ORCID 0000-0001-9026-0647

Secretario  
DNI: 22407564

MG. MARTIN CESAR VALDIVIESO ECHEVARRIA  
ORCID: 0000-0002-0579-5135

Vocal  
DNI: 22416570



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, ..BERTHA LUCILA CAMPOS RIOS..... ,  
asesor(a) del PA Ingeniería Civil..... y designado(a)  
mediante documento ..RESOLUCIÓN N° 2046-2023-D-FI-UDH..... del (los)  
estudiante(s) ..... **JULECSY WENDY CLAUDIO ANGULO**.....

....., de  
la investigación titulada:

..... **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y  
F<sup>c</sup>=245KG/CM<sup>2</sup> EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHA15  
PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023**.....

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del.....<sup>24</sup> %  
verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el  
Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no  
constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de  
Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime  
conveniente.

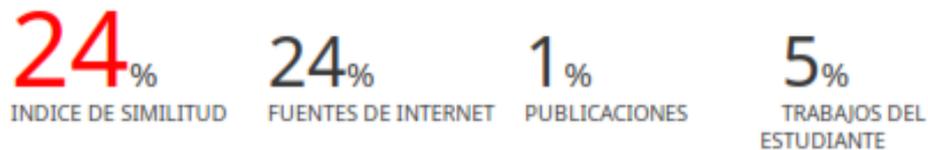
Huánuco, 27..... de FEBRERO de 2024.

---

Mg. Bertha Lucila Campos Ríos  
DNI: 19939411  
ORCID. 0000-0002-5662-554X

“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y F`C=245KG/CM2 EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHA15 PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023”.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	16%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="https://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
7	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="https://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

Mg. Bertha Lucila Campos Ríos  
DNI: 19939411  
ORCID. 0000-0002-5662-554X

## DEDICATORIA

A mis abuelitos Margarito, Gregoria y Octavia que creyeron en mí desde un inicio y sus alientos a continuar por el bien, me sirvió de mucho.

A mis padres Rosa y Wilmer por apoyarme incondicionalmente todo el tiempo.

A mis hermanas Lucero, Pamela y Luana que siempre me vieron como un ejemplo.

A mi hija Aytana Camila que es mi motivo de superación cada día para poder guiarla a lo largo de su vida y a mi pareja Luis que estuvo apoyándome incondicionalmente en todo este largo camino

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que me dio vida y salud para lograr mis metas.

A mis padres que me apoyaron y creyeron con su apoyo pude superar la adversidad que enfrenté en la universidad y las ayudas que recibí de parte de mis colegas para poder solventar cualquier inquietud con respecto a la carrera.

A los docentes, por incrustar los valores para poder ser una buena profesional sobre todo un buen ser humano.

A mis colegas que disfrutamos y pasamos muchas cosas a lo largo de nuestra vida universitaria, compartiendo conocimiento y muchas cosas más.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN.....	XV
CAPITULO I.....	17
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO .....	18
1.3. OBJETIVOS .....	19
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	19
1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	20
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPITULO II.....	23
MARCO TEÓRICO .....	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	25
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES .....	28
2.2. BASES TEÓRICAS .....	29
2.2.1. GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE.....	29
2.2.2. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE.....	32

2.2.3. APLICACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE .....	33
2.2.4. CRITERIO DE DISEÑO DE MEZCLA.....	33
2.2.5. PORCENTAJE DE VACÍO.....	35
2.2.6. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN .....	36
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	38
2.4. HIPÓTESIS .....	39
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	39
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS .....	39
2.5. VARIABLES.....	40
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	40
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	40
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	41
CAPITULO III.....	42
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	42
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	42
3.1.1. ENFOQUE .....	42
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	42
3.1.3. DISEÑO .....	43
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	44
3.2.1. POBLACIÓN.....	44
3.2.2. MUESTRA .....	45
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS .	46
3.3.1. PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	46
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS .....	91
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	92
CAPITULO IV.....	93
RESULTADOS.....	93
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS .....	93
4.1.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (1/2")	93
4.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE.....	94
4.1.3. DOSIFICACIONES DE MEZCLAS SEGÚN DISEÑOS.....	95

4.1.4. ENSAYOS DEL CONCRETO PERMEABLE .....	96
4.1.5. PERMEABILIDAD .....	108
4.2. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS.....	113
4.2.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL.....	113
4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....	116
CAPITULO V.....	128
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	128
5.1. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.	128
5.2. COMPARACIÓN DE LA PERMEABILIDAD .....	129
5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	129
5.4. DIALÉCTICA DE RESULTADOS .....	130
CONCLUSIONES .....	133
RECOMENDACIONES.....	135
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	136
ANEXOS.....	142

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Parámetros de diseño de tipos de Pavimentos Permeables.....	29
Tabla 2 Disimilitud entre Diseño ACI de concreto tradicional y el Diseño del Concretos Permeable .....	32
Tabla 3 Categorías típicas de las razones del material en los concretos permeables .....	33
Tabla 4 Valores efectivos de b/bo.....	35
Tabla 5 Operacionalización de variables .....	41
Tabla 6 Diseños de mezcla.....	44
Tabla 7 Muestreo del Concreto Permeable sin agregado finos .....	45
Tabla 8 Tolerancia min del tiempo para pruebas a compresión.....	56
Tabla 9 Granulometría de Agregado de 1/2" .....	63
Tabla 10 Peso específico y Absorción del Agregado de 1/2" .....	66
Tabla 11 Contenido de Humedad del Agregado de 1/2".....	67
Tabla 12 Peso Unitario Compactado de Agregado de 1/2" .....	69
Tabla 13 Peso Unitario Suelto del Agregado de 1/2".....	70
Tabla 14 Cualidades físicas del Agregado de 1/2" para el Diseño 1.....	71
Tabla 15 Cualidades de Cemento y Agua para Diseño 1 .....	72
Tabla 16 Cálculo del valor efectivo b/bo para Diseño 1 .....	74
Tabla 17 Volumen Absoluto Diseño 1-Agregado de 1/2" y 10% de Vacío ....	75
Tabla 18 Nuevos Porcentajes del Vacío del Diseño 1 .....	76
Tabla 19 Proporciones del Diseño 1 por Volumen (1 m <sup>3</sup> ) .....	76
Tabla 20 Razón del Diseño 1 para 8 Probetas .....	77
Tabla 21 Cualidades físicas del Agregado de 1/2" para Diseño 2 .....	78
Tabla 22 Cualidades de los Cementos y Agua para Diseño 2.....	78
Tabla 23 Cálculo del valor efectivo b/bo para Diseño 2. ....	80
Tabla 24 Volumen absoluto Diseño 2 - Agregado de 1/2" y 15% de Vacío ..	82
Tabla 25 Nuevos Porcentajes del Vacío del Diseño 2 .....	82
Tabla 26 Proporciones del Diseño 2 por Volumen (1 m <sup>3</sup> ) .....	83
Tabla 27 Razón del Diseño N 2 para 8 Probetas.....	84
Tabla 28 Cualidades físicas del Agregado de 1/2" para diseño 3.....	84
Tabla 29 Cualidades de Cemento y Agua para Diseño 3. ....	85
Tabla 30 Cálculo del valor efectivo b/bo para Diseño 3. ....	87

Tabla 31 Volumen absoluto Diseño 3-Agregado de 1/2" y 20% de Vacío. ...	89
Tabla 32 Nuevo Porcentaje de Vacíos del Diseño 3.....	89
Tabla 33 Proporciones del Diseño 3 por Volumen (1 m <sup>3</sup> ) .....	90
Tabla 34 Razones del Diseño 3 para 8 Probetas.....	91
Tabla 35 Fuentes, tecnologías y herramientas de recopilación de datos .....	91
Tabla 36 Síntesis de las Particularidades físicas del Agregado de 1/2".....	93
Tabla 37 Criterios del Diseño 1 para las Mezclas de Concreto Permeable. .	94
Tabla 38 Criterios del Diseño 2 para Mezclas de Concreto Permeable.....	94
Tabla 39 Criterios del Diseño 3 para Mezclas de Concreto Permeable.....	94
Tabla 40 Dosis para el Diseño 1 .....	95
Tabla 41 Dosis para el Diseño 2.....	95
Tabla 42 Dosis para el Diseño 3.....	95
Tabla 43 Asentamiento .....	96
Tabla 44 Asentamiento de Concreto Permeable .....	96
Tabla 45 Resistencia a la Comprensión a los 7 días - Diseño 1 .....	97
Tabla 46 Resistencia a la Comprensión a los 7 días - Diseño 2.....	98
Tabla 47 Resistencia a la Comprensión a los 7 días - Diseño 3.....	99
Tabla 48 Resistencia a la Comprensión a los 14 días - Diseño 1 .....	100
Tabla 49 Resistencia a la Comprensión a los 14 días - Diseño 2.....	101
Tabla 50 Resistencia a la Comprensión a los 14 días - Diseño 3.....	102
Tabla 51 Resistencia a la Comprensión a los 28 días - Diseño 1 .....	103
Tabla 52 Resistencia a la Comprensión a los 28 días - Diseño 2.....	104
Tabla 53 Resistencia a la Comprensión a los 28 días - Diseño 3.....	105
Tabla 54 Resistencia a la Comprensión Promedio a los 7, 14 y 28 días .....	106
Tabla 55 Resultado de Ensayo de Permeabilidad – Diseño 1 .....	108
Tabla 56 Resultado de Ensayo de Permeabilidad – Diseño 2 .....	109
Tabla 57 Resultado de Ensayo de Permeabilidad – Diseño 3.....	110
Tabla 58 Permeabilidad Promedios a los 7 y 14 días.....	111
Tabla 59 T de Student para diferentes grados de libertad .....	114
Tabla 60 Conclusión de Ensayo Comprensión a los 28 días - Diseño 1.....	116
Tabla 61 Conclusión de Ensayo Comprensión a los 28 días - Diseño 2.....	118
Tabla 62 Conclusión de Ensayo Comprensión a los 28 días - Diseño .....	120
Tabla 63 Conclusión del Ensayo del Permeabilidad del Diseño 1 .....	122
Tabla 64 Conclusión del Ensayo del Permeabilidad del Diseño 2 .....	124

Tabla 65 Conclusión del Ensayo del Permeabilidad del Diseño 3 .....	126
---	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Modelo del concreto poroso.....	34
Figura 2 Deslizamiento Rotacional .....	36
Figura 3 Razón entre el contenido de vacío y la resistencia a la flexión para el concreto permeable .....	37
Figura 4 Razón entre el contenido de vacío y la resistencias a la compresión .....	37
Figura 5 Esquema del diseño por fases.....	44
Figura 6 Recolección de Agregado grueso de la cantera Cocha15.....	47
Figura 7 Proceso de tamizado del agregado grueso .....	48
Figura 8 Balanza con el cual se pesó el agregado .....	49
Figura 9 Probetas que se usaron para realizar los diseños .....	50
Figura 10 Recipiente la cual se usó para realizar las mezclas para los diseños. ....	50
Figura 11 Peso del agregado para el diseño de mezcla.....	51
Figura 12 Mezcla para el diseño.....	51
Figura 13 Preparación de la muestra con agregado de 1/2".....	52
Figura 14 Curado de probetas.....	53
Figura 15 Llenado de Cono de Abrams.....	54
Figura 16 Prensa Hidráulica para los ensayos a compresión.....	55
Figura 17 Calcular la dimensión de las probetas.....	56
Figura 18 Muestra de Concreto de 1/2" después del curado.....	57
Figura 19 Pruebas de Compresión de Concreto Permeable.....	57
Figura 20 Permeámetro de tubería PVC.....	58
Figura 21 Muestra del Concreto Permeable de 1/2".....	59
Figura 22 Ensamblajes de las probetas al permeámetro/Ensamblaje de muestras.....	60
Figura 23 Ensayo de permeabilidad con el permeámetro.....	60
Figura 24 Dimensiones del permeámetro.....	61
Figura 25 Balanza y Mallas para el Tamiz.....	62
Figura 26 Curva Granulométrica de agregado.....	64
Figura 27 Elección del 10% de Vacíos con respecto a la Compresión.....	72
Figura 28 Razón entre contenido de aire y pasta .....	73

Figura 29 Elección de 15% de Vacío con relación a la Resistencia a la Compresión.....	79
Figura 30 Razón entre Contenido de aire y Pasta. ....	80
Figura 31 Elección del 20% del Vacío con respecto a la Resistencia a la Compresión.....	86
Figura 32 Razón entre Contenido de Aire y Pasta.....	86
Figura 33 Variación de Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 1.....	98
Figura 34 Variación de Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 2.....	99
Figura 35 Variación de Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 3.....	100
Figura 36 Variación de Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 1.....	101
Figura 37 Variación de Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 2.....	102
Figura 38 Variación de Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 3.....	103
Figura 39 Variación de Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 1.....	104
Figura 40 Variación de Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 2.....	105
Figura 41 Variación de Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 3.....	106
Figura 42 Resistencia Promedio a la Compresión en 7, 14 y 28 días.....	107
Figura 43 Resultado del Ensayo de Permeabilidad – Diseño 1.....	109
Figura 44 Resultado del Ensayo de Permeabilidad – Diseño 2.....	110
Figura 45 Resultado del Ensayo de Permeabilidad – Diseño 3.....	111
Figura 46 Resumen de la Permeabilidad Promedio.....	112
Figura 47 Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 1.....	117
Figura 48 Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 2.....	119

Figura 49 Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 3.....	121
Figura 50 Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 1.....	123
Figura 51 Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 2.....	125
Figura 52 Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 3.....	127
Figura 53 Comparativos de las Resistencias Promedios a la Compresión.....	128
Figura 54 Cuadro Comparativo de Permeabilidad de los tres Diseños.....	129

## RESUMEN

El propósito de este estudio fue formular el diseño del pavimento rígido y permeable con gran cantidad de porosidad y hacia la resistencia de  $f'c=245$  kg/cm<sup>2</sup> a la compresión. Permite su uso como sistema de drenaje óptimo en Huácar.

Con este fin, se crearon tres modelos de mezcla compuesto por concreto permeable usando de acuerdo al modelo del ACI 522 R-10, seguidos de una muestra cilíndrica de 6 pulgadas x 12 pulgadas. También se empleó el cemento Portland Andino de característica I con agregado de ½ pulgada derivados de la cantera Cocha 15, norma NTP 400.012/ASTM C-127, Norma ASTM C-192-NTP 339.183 para caracterización de agregados, preparación y curado de las muestras para cada prueba.

Como resultado, el diseño 1 con agregado de ½ pulgada y con 10% de vacío se consiguió una resistencia de 220.01 kg/cm<sup>2</sup> y teniendo permeabilidad 1 cm/s, por lo que el diseño 2 de agregado de ½ pulgada y con 15% de vacío alcanzo una resistencia de 238.8 kg/cm<sup>2</sup> con una permeabilidad de 1,4 cm/s y finalmente tenemos el diseño 3 con agregado de ½ " y con 20% de vacío alcanzó un  $f'c$  de 245.6 kg/cm<sup>2</sup> y una permeabilidad de 1.7 cm/s.

Mediante sus derivaciones de los tres diseños, podemos concluir que mayor cantidad del agregado TMN, decrece su resistencia a la compresión a excepción de la permeabilidad que aumenta en posición. El diseño 3, es el mejor diseño ya que excede la resistencia mín. de 210 kg/cm<sup>2</sup> requerida por CE-010 de la norma para entornos a las aceras urbanas, lo que lleva a la conclusión de que tiene su permeabilidad de 1.7 cm/s, superando el rango mínimo especificado en ACI522 R-10.

**Palabras claves:** pavimento, resistencia, permeabilidad, agregados, diseño.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to formulate the design of a rigid and permeable pavement with a large amount of porosity and a resistance of  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  to compression. Allows its use as an optimal drainage system in Huácar.

To this end, three mix models composed of pervious concrete were created using the ACI 522 R-10 model, followed by a 6-inch x 12-inch cylindrical sample. Andean Portland cement with characteristic I was also used with  $\frac{1}{2}$  inch aggregate derived from the Cocha 15 quarry, standard NTP 400.012/ASTM C-127, Standard ASTM C-192-NTP 339.183 for characterization of aggregates, preparation and curing of the samples. for each test.

As a result, design 1 with  $\frac{1}{2}$  inch aggregate and 10% void achieved a resistance of  $220.01 \text{ kg/cm}^2$  and having permeability  $1 \text{ cm/s}$ , so design 2 with  $\frac{1}{2}$  inch aggregate and 15% void vacuum reached a resistance of  $238.8 \text{ kg/cm}^2$  with a permeability of  $1.4 \text{ cm/s}$  and finally we have design 3 with  $\frac{1}{2}$  "aggregate and with 20% vacuum it reached an  $f'c$  of  $245.6 \text{ kg/cm}^2$  and a permeability of  $1.7 \text{ cm/s}$ .

Through its derivations from the three designs, we can conclude that the greater the amount of TMN aggregate, the greater its compressive strength decreases, except for the permeability, which increases in position. Design 3 is the best design since it exceeds the minimum resistance. of  $210 \text{ kg/cm}^2$  required by CE-010 of the standard for urban sidewalk environments, which leads to the conclusion that it has its permeability of  $1.7 \text{ cm/s}$ , exceeding the minimum range specified in ACI522 R-10.

**Keywords:** pavement, resistance, permeability, aggregates, design.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el Departamento de Huánuco tiene unos 360.000 habitantes y se extiende desde Rancho en el norte hasta Andabamba en el sur. Se extiende hasta el poblado de Cabrito Pampa al oeste y Paucarbamba y La Esperanza al éste. Allí la tasa de crecimiento demográfico es muy alta, el cual aumenta en comparación con el año anterior, se están produciendo diversos procesos de urbanización, están surgiendo nuevos asentamientos humanos. Debido a que las urbanizaciones conducen al desarrollo de carreteras y promueve el desarrollo de las respectivas actividades. Se requiere una pavimentación rápida en el lugar, ya que en las zonas urbanas se debe dar prioridad a las vías del tren y a las aceras.

En el artículo publicado por (Haba, 2005) se encontró que las obras de pavimento realizadas empíricamente provocan impermeabilidad en las zonas urbanas, aumentando el riesgo de inundaciones con el tiempo.

El caso anterior tiene similitudes al de Huánuco, ubicado en la región montañosa del Perú, donde durante el invierno se han observado fuertes lluvias (torrentes) con intensas precipitaciones, lo que ha provocado una continua impermeabilización de caminos y la necesidad de drenaje de aguas superficiales siendo construido.

El distrito de Huácar también se ve afectado por fuertes escorrentías ya que en invierno se observan fuertes lluvias en la Sierra Nevada peruana. Se ve incrementado aún más por períodos muy cortos de precipitaciones (lluvias intensas), junto con el sellado continuo del pavimento asociado con el envejecimiento de la infraestructura. Si se evacúan las aguas superficiales, existe riesgo de inundaciones que dañarán el Distrito de Huácar.

Debido a los problemas identificados, se decidió sustituir el pavimento convencional por un pavimento permeable que pudiera complementar el sistema de drenaje y reducir la carga excesiva demanda de aguas superficiales provocada por procesos de escorrentía urbana.

Independientemente de las razones expuestas, este trabajo de investigación se puede justificar de acuerdo al objetivo es formular el diseño de concreto permeable de tal manera que alcance las resistencias mínimas 245g/cm<sup>2</sup> según normativa de la CE-010 para pavimentos urbanos. Además, asegúrese de que la transparencia esté dentro del intervalo especificado por ACI522 R-10.

# CAPITULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Villegas & Yarleque (2021). En general, "los defectos del pavimento que afectan el confort del cliente o la durabilidad de la estructura suelen ser equivalentes a defectos de construcción y no se pueden considerar como deterioro".

Según Naciones Unidas (2018), 55 personas en el mundo viven en ciudades. Se espera que ese número aumente a 13 para 2050, según un nuevo informe del grupo. "La urbanización continuará y será más rápida en los países subdesarrollados", afirmó la responsable de población Lina Vasarsky, pidiendo la construcción de aceras. Sin embargo, estas aceras tradicionales tienden a presentar una impermeabilidad significativa para las áreas urbanas, lo que aumenta el riesgo de inundaciones y contaminación retardada a largo plazo.

El Perú no es ajeno al crecimiento demográfico, el aumento del tráfico de vehículos, las inundaciones en las zonas urbanas y la disminución de la calidad de vida de sus ciudadanos. Destaca sobre todo el mercado de Huácar en invierno. Es inseguro para los ciudadanos debido a las altas precipitaciones y al estancamiento o acumulación de agua en la superficie. Esto se debe a que el suelo de estas zonas es muy resbaladizo y puede provocar accidentes al usuario. Si existe un sistema de drenaje, el agua no limpiará el contacto y es peligroso incluso al nivel de vehículos y peatones. Debido a que el pavimento rígido permeable es un buen material para las construcciones se pueden utilizar como pavimento para vías, aceras, estacionamientos, etc. con poco tránsito, los problemas observados hacen que sea muy importante realizar investigaciones sobre el pavimento rígido permeable. Entonces surge la pregunta de si la porosidad tiene un impacto en la optimización para conseguir un drenaje urbano óptimo en Huácar. Determinar el diseño de un pavimento duro, poroso y resistencia a la compresión  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$

empleando áridos de la cantera Cocha15 y aplicándolos al drenaje de aguas pluviales podría aportar alguna solución. Desarrollaremos desarrollos para abordar este problema que afecta a la ciudad de Huácar y brindar una mejor calidad de vida a los residentes.

Conociendo la porosidad y resistencia a la presión  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  con agregados de la cantera Cocha15, podemos elegir el diseño estructural óptimo para un óptimo drenaje urbano en el distrito de Huácar.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿En qué medida las estructuras de pavimento rígido permeable con agregados de la cantera logran una mayor porosidad y resistencia a la compresión  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar en 2023?

### **1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO**

¿Cuál es la porosidad máxima para lograr una estructura de concreto permeable sin perder la resistencia a la compresión de  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$ ?

¿Cuáles son los tamaños de agregado máximo y nominal máximo para lograr una mayor porosidad y resistencia a la compresión de  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  para el diseño de concreto permeable para optimizar el drenaje urbano en el distrito de Huácar en 2023?

¿Cuál es la proporción A/C para el diseño de pavimento duro permeable para lograr más porosidad y resistencia a la compresión  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar en 2023?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Proponer el diseño del Pavimento rígido permeable con más porosidad y resistencia a la compresión  $f^c=245 \text{ kg/cm}^2$  utilizando agregado 15 de la cantera Cocha 15 para optimizar el drenaje urbano en el distrito de Huácar en 2023.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Identificar la porosidad máxima que puede alcanzar una estructura de concreto permeable sin perder su resistencia a la compresión de  $f^c=245 \text{ kg/cm}^2$ .

Identificar el tamaño máximo y máximo nominal de agregados para obtener más porosidad y resistencia a la compresión  $f^c=245 \text{ kg/cm}^2$  del diseño de concreto permeable para un óptimo drenaje urbano en el Distrito de Huácar, 2023.

Identificar el efecto de la proporción (A/C) en el diseño de pavimento duro permeable para lograr más porosidad y resistencia a la compresión  $f^c=245 \text{ kg/cm}^2$  para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

Los aportes de este trabajo se encaminan al diseño de pavimentos duros y permeables con más porosidad y superación a las resistencias por compresión de  $f^c=245 \text{ kg/cm}^2$  podrán proponer soluciones para obtener mejor transitabilidad y la comodidad vial. Se pueden usar en la pavimentación de vías, aceras y estacionamientos con poco tránsito. Se considera una sustancia de construcción sostenible y que accede a la filtración del agua por el lado porosa. Resolver el problema de la escorrentía superficial.

Los adoquines duros y permeables también se consideran respetuosos con el medio ambiente, ya que se fabrican con subproductos de fábricas y centrales eléctricas, lo que facilita el reciclaje y reduce la necesidad de vertederos. La vida útil se mide en décadas, pero cuando el pavimento finalmente está terminado, puede pulverizarse y reciclarse para obtener agregados de alta calidad que pueden usarse cientos de veces. En resumen, este pavimento es respetuoso con el medio ambiente ya que está fabricado con materiales procesados y de origen local y, a diferencia del asfalto, no emite humos tóxicos.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA**

Una ventaja importante de los pavimentos duros y permeables es su capacidad para gestionar bien las aguas pluviales. Las superficies permeables contienen poco o ningún agregado fino. Este tipo de pavimento se utiliza principalmente como posible solución para vías con tráfico tranquilo, aparcamientos, aceras, vías peatonales y ciclovías. Es un tipo especial de revestimiento de suelo que se obtiene combinando agregado grueso, cemento y agua, lo que mejora la formación de una estructura porosa por la que puede pasar el agua. Baja resistencia. Revestimiento rayado. Es seco, poroso y puede utilizarse como revestimiento de suelos con cualidades estructurales aceptables, puede hacer pasar agua de lluvia y evitar que se escurra de las superficies y permite reducir las dimensiones de la zanja debido a su capacidad de almacenamiento, y puede eliminar zanjas si se diseñan alternativas a bermas y subdrenajes. Una alternativa tecnológica en el diseño y construcción de arceles, zanjas y canales de subdrenaje se materializa mediante el uso de pavimento permeable como principal material de construcción, ofreciendo importantes ventajas desde el ámbito económico. La textura porosa del hormigón relaciona una amplia tracción. Los transeúntes experimentarán menos accidentes y carreteras más seguras. La alta porosidad de la superficie reduce la aparición de salpicaduras de agua y reflejos brillantes. Además, la combinación de la estructura porosa y el espacio verde absorberá el agua y el oxígeno

necesarios para el desarrollo ambiental, contribuyendo a la mejora de la calidad de vida de la sociedad.

### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La contribución metodológica en este trabajo es describir un método único para diseñar mezclas de pavimentos duros permeables que dan al plasma propiedades estructurales e hidráulicas óptimas para aplicaciones de drenaje de aguas pluviales.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Siempre hay límites mediante el proceso de estudio. En este caso, dado que este proceso de ensayo únicamente se realiza con cemento Portland Andino Tipo I, no tenemos experiencia en la aplicación de este tipo de pavimentos en nuestra zona. El hormigón permeable está clasificado únicamente por su resistencia a la compresión y su permeabilidad. Para los ensayos de resistencia a la compresión, se ensayan al menos tres muestras por cada edad (7, 14 y 28 días) de hormigón permeable. Las pruebas de AAC se limitan a ensayos por hundimiento, resistencia a la compresión peso unitario y permeabilidad. Una limitación del proceso general es el costo de las pruebas.

### **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Este estudio, que corresponde a una tecnología o estrategia encaminada a lograr un drenaje urbano óptimo en el Distrito de Huácar, ya que cumple con las condiciones técnicas suficientes para asegurar el logro de dicho objetivo, por lo que no es factible de implementar.

Esta investigación es posible porque está dirigida, referenciada y enmarcada para la ciudad de Huácar. De esta forma, la investigación es clara, precisa y específica, y las muestras realizadas son desconocidos en la zona de la ingeniería. La información de los pavimentos duros permeables ya es famoso y aceptada en varios países, por lo que no supone un problema por descubrir.

El propósito de la investigación es generar valioso conocimiento teórico y práctico sobre pavimentos duros permeables en Huácar utilizando agregados de esta región, y contribuir a la futura expansión de este asunto. Al tratarse de un estudio a nivel de licenciatura, no requiere de grandes finanzas que obstaculicen su cumplimiento, por lo que la asignatura y sus métodos de desarrollo son válidos.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

Este tipo de investigación ha sido llevado a cabo por una variedad de profesionales porque el problema prevalece en varias partes del mundo. Como resultado, las siguientes páginas reflejan una recopilación de estudios realizados.

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Según Guerra y Guerra (2020), el artículo Diseño de pavimentos duros permeables como sistemas de drenaje urbano sostenible. A continuación, se ofrece una descripción general de los propósitos comunes: El estudio se realizó en Villa Churunkiani a una altitud de 3824 metros y 5 km (cercado) del distrito de Juliaca, Región Puno, Departamento de San Román. Se utilizó la cantera del “Río Isla” de donde se extrajo material granular para investigación y desarrollo, ubicada a la salida del centro de la ciudad de Isla, a 9.72. El contenido del estudio se divide en las siguientes cuatro secciones, Secciones I, II, III y IV, que tienen como objetivo, diseño de pavimento permeable tras revisar proyectos existentes. Considere cómo drenar el agua de lluvia procedente de esta zona y teniendo por conclusión: mediante los resultados: que losa compuesta de concreto de 0.20 m de espesor, subsuelo granulado de 0.30 y 0.40 m, capa de transición de 0.05 m para protección contra tuberías perforadas de diámetros de 25, 30 y 35 cm. Sustancias peligrosas para la protección de suelos subterráneos. Espere una excelente calidad de drenaje (1:36 horas) según AASHTO 93 y un buen comportamiento mecánico cuando penetra el agua hacia la superficie. Conclusión: la permeabilidad y la rigidez de las estructuras de pavimento pueden diseñarse como sistemas de drenaje urbano sostenibles. Diseño de mezcla compuesto por concreto hidráulico poroso hacia pisos rígidos permeables utilizando agregados de Islay Quarry, se

encontró que el diseño recomendado era agregar tiras de polipropileno al 0,05%. Con base en los datos obtenidos, se cree que el pavimento duro y permeable drena el agua acumulada que se filtra desde la superficie a través de sustratos filtrantes y tuberías perforadas de manera que permite un adecuado manejo del agua, por lo que actúa como un sistema de drenaje sustentable. Maximiza la capacidad de almacenamiento y carga.

Según el trabajo de Mendoza y Ospina (2018), “Mezclas de Concreto Permeables como Parte de Estructuras de Pavimento Duro Aplicadas a Vías de Medio Tránsito”, Presentación de la Universidad Regional Francisco José de Caldas. El objetivo general es tomar los diseños de mezclas permeables, aplicarlo a casos de estudio y proponer diseños de pavimentos alternativos, tomando en cuenta estudios realizados a nivel nacional. El estudio llegó a las siguientes conclusiones. 1) Esta investigación, prioriza el equilibrio entre los mínimos aspectos hidráulicos y estructurales. Requiere una superficie sólida. Estos hormigones están adaptados para vías de alto tránsito, estacionamientos, guarderías, ciclovías, canchas de fútbol, áreas deportivas y recreativas y en definitiva andenes. 2) Para la temporada de lluvias significativa aplicada al área de estudio, el escurrimiento máximo del área de estudio es  $Q = 81,98 \text{ l/s}$  o  $0,08198 \text{ m}^3/\text{s}$  y la intensidad máx.  $I = 216 \text{ mm/h}$ . 3) La caracterización de los materiales utilizados en esta mezcla se realizó con un enfoque en aplicaciones de concreto resistente a 4000 psi, se realizaron análisis de laboratorio apropiados y se obtuvo información de investigaciones previas, pero resultó en una mezcla de menor resistencia. Si el caso no cumple con los objetivos de este estudio, se recomienda el uso de un panel con una resistencia de 2500 psi. 4) Los materiales se caracterizaron hasta obtener partículas con un tamaño máx. nominal de 1/2 pulgada hasta 3/8 de pulgada. Según investigaciones y estudios previos, no se utilizó arena en el diseño ya que requieren diseños completamente porosos. 5) En la práctica esto no fue posible producir una mezcla rígida y permeable que satisface los requisitos de resistencia del concreto rígido MR-42, para

esta investigación se utilizó fibra resistente SF de contenido tóxico. Sustituye a las mallas y fibras electro soldadas. 6) La mezcla así obtenida no es lo suficientemente duradera para utilizar como capa superficial para la circulación de vehículos, sin embargo, resisten a las fuertes corrientes de drenaje y evitar el deterioro de la superficie de la carretera. El resultado fue una mezcla que no se podía utilizar como parte de la capa superficial de estructuras de techos de diseño rígido. En conclusión, es deseable preparar las herramientas necesarias, como estudios del terreno, estudios de tráfico, estudios de tráfico, etc., para su examen. Si el laboratorio adecuado realiza la prueba, obtendrá un resultado más preciso y positivo.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Samame (2022), hizo la siguiente indagación: “Diseño comparativo de pavimento y drenaje convencional con sistema de drenaje de aguas pluviales en zona urbana del Distrito de Pitipo, Departamento Ferrenhafe, Departamento Lambayeque, 2020”. Proporcionado por la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Su propósito general es proponer diseños comparativos de pavimento convencional y pavimento drenante con sistema de drenaje de aguas pluviales. El trabajo presenta las conclusiones: 1) Según estudios de mecánica de suelos, el subsuelo parece alcanzar un CBR del 14%, presenta un buen suelo. 2) Del levantamiento topográfico se concluye que el terreno es casi perfectamente plano, el mapa muestra curvas de nivel a intervalos de 50 cm. 3) Del estudio de tráfico, el diseño IMDa utilizado en el proyecto es 613 e incluye vehículos livianos como turismos, station wagon, paneles y camionetas tipo E1, E2, E3. 4) Una evaluación del estado del pavimento existente concluyó que la vía estaba en buenas condiciones en PCI 42, siendo los agujeros los defectos más comunes en el área debido a trabajos de restauración, con excepción de St. Louis Heysen. 5) Se puede concluir que la mezcla seleccionada para el diseño del pavimento es la mezcla N<sup>a</sup> 2 y alcanza el nivel mín. Se llegó a una f'c de 242,10 kg/cm<sup>2</sup> por compresión y en flexión de f'c de 34,52 kg/cm<sup>2</sup> con

una edad del material de prueba de 28 días. 6) Diseño de pavimento de concreto de drenaje completado con 15 cm de capa superficial, 20 cm de base permeable y una membrana de 1 1/2 a 1/2 pulgada de espesor en la parte superior. 7) De la prueba de permeabilidad, se logró un coeficiente de 0,517 cm/s. 8) Del diseño de drenaje pluvial se concluye que el sistema de drenaje subterráneo de la vía utiliza tuberías perforadas de densidades de 14" y 18" con concreto geotextil BX40.

Según Morquencho (2021), realizó los siguientes estudios: "Diseño de Concreto Permeable para Mejor Drenaje de Aguas Pluviales de Aceras de Vía Lima - Piura 2021". Este estudio se basó en diseñar un hormigón permeable que mejore el drenaje de aguas pluviales para las aceras de Vía Lima - Piura 2021. La metodología es aplicada y el diseño es experimental ya que las variables fueron manipuladas de manera cuasi experimental, horizontal, utilizando un enfoque cuantitativo. Para ello se utilizaron 24 tubos de ensayo cilíndricos. Se asignaron 0.10 m de diámetro y 0.20 m de largo, idénticos a los distribuidos para cada diseño, a 8 tubos de ensayo con porosidad correspondiente, y se cambió la relación agua/cemento el día 7, luego el día 14, finalmente se ensayó el día 28. Se debe continuar hasta alcanzar la resistencia óptima. Se prepararon dos tubos de ensayo para cada prueba de permeabilidad. Para el ensayo de permeabilidad del hormigón permeable se prepararon dos tubos de ensayo cilíndricos con una longitud de 10 cm x 20 cm. Las mezclas contenían porcentajes variables de huecos y proporciones de agua a cemento y fueron igualmente probadas después de 28 días de uso con estándares destinados a mejorar el drenaje de aguas pluviales en pavimentos.

Según Panduro y Sinti (2021), realizaron el siguiente estudio "Propuesta de Diseño de Pavimento con Concreto Permeable para el Control del Drenaje de Aguas Pluviales en el Distrito de Banda de Circayo, San Martín". Tuvo como objetivo general: Mejorar el sistema de control de aguas pluviales viales en el Distrito Banda de Circayo y Departamento de San Martín. El estudio concluyó que: 1) Se preparó un

diseño de mezcla de concreto permeable con huecos de 15%, 20%, 24% y 25% para una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup> dando como resultado un valor de 232,29 221,22, 211,15 y 209,36 kg/cm<sup>2</sup> proporcionalmente. Es así que sólo los diseños de porosidad de 20%, 24% y 25° satisfacen con el diseño requerido. Después de analizar estos tres diseños mixtos, llegamos a la conclusión de que el mejor es el diseño de 24 cavidades que se acerca más a la resistencia de diseño requerida en solo 0,14 kg/cm<sup>2</sup>. 2) Valor mín. de resistencia al aplastamiento para aceras en vías locales según lo establecido en las normas CE. 010 las aceras urbanas tienen MR=34 kg/cm<sup>2</sup>. 3) Resistencia mucho mayor a la necesaria según la comparación de este valor con los valores obtenidos para las cavidades del 20%, 24% y 25° en los días 7, 14 y 28 de la prueba, por lo que coinciden. 010. 4) El coeficiente óptimo para una cavidad de 24° por CE encontró un valor de 0.457 cm/s, el cual está muy cerca del límite mayor, concluyendo así que este diseño tiene un alto nivel de permeabilidad de 0,54 cm/s de cobertura para hormigón permeable.

Según Esquerria y Silva (2019), desarrollaron un estudio titulado 'Sugerencias para el diseño de pavimentos drenantes para la recolección de aguas pluviales en zonas urbanas del norte del Perú'. Su propósito general fue desarrollar propuestas de drenaje de concreto que: Se examinaron alternativas para recolectar agua de lluvia en aceras en zonas urbanas de bajo tránsito en el norte del Perú y se arribaron a las siguientes conclusiones: 1) Para alcanzar la condición fresca según ACI 522, la proporción de aditivo debe estar entre 0.1 y 0.3% ACI 522-R10 La proporción de arena no debe exceder el 5%. La arena reduce la porosidad y afecta la permeabilidad del hormigón drenado. 3) La proporción (A/C) de 0,26 y 0,35 no satisface con la norma ACI 522-R10 ya que dan como resultado mezclas homogéneas con resistencias tanto por compresión como a tracción. De lo contrario, consiguen los parámetros 0,30 a 0,32. Cumple con la escala máxima especificada en ACI 522-R10. 4) Una estructura mixta con una relación agua-cemento de 0,32 y 13 huecos logra una mayor resistencia a la compresión que una estructura mixta a la relación agua-cemento de 0,31 y 15 huecos.

Esto indica claramente que la porosidad juega un papel indispensable.

5) Su  $f'c$  por compresión es admisible es  $280 \text{ kg/cm}^2$ . el husillo de los agregados No.66 con la cual se llega a un  $f'c$  propuesta de  $60^\circ$ . Por otro lado, se usó el husillo de agregados No. 7, se puede lograr la  $f'c$  por compresión pedida de  $85^\circ$ . Finalmente, se utilizan agregado grueso de husillo #7 y agregado fino de  $5^\circ$   $100^\circ$ .

6) Tiene una porosidad del 13%, una zona de ruptura de  $41 \text{ kg/cm}^2$  y  $0,03 \text{ cm/s}$  de permeabilidad. En cambio, un 20% de porosidad, la permeabilidad es superior a  $1.1 \text{ cm/s}$ , pero el módulo de quiebre está entre  $18.0$  y  $25.0 \text{ kg/cm}^2$ , lo que no es adecuado para el diseño.

7) Agregar agregado fino de  $5^\circ$  a la formulación mejora la trabajabilidad, resistencia a la compresión y módulo de ruptura del concreto drenado sin afectar la permeabilidad.

8) El eje nº 7 se realiza un acabado uniforme, lo que mejora la comodidad del usuario.

9) La temperatura de las 11 formulaciones no excede el límite de servicio del concreto de  $32^\circ\text{C}$ . Esto demuestra que el hormigón deshidratado se puede utilizar sin mayores problemas a pesar de su alto contenido en cemento.

10) El hormigón de drenaje tiene una densidad menor que el hormigón convencional, lo que hace el método constructivo y su traslación no sea dificultoso, más económico y eficiente.

11) Debido a la alta porosidad del hormigón, el drenaje del hormigón evita que la superficie se inunde, asegurando una vida más cómoda a los transeúntes y conductores.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Hasta la actualidad no se encontraron antecedentes locales que tenga una antigüedad menor de 5 años antes de la presentación de dicho trabajo de investigación, según lo que estipula en el requerimiento de La Universidad de Huánuco.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRE

Pavimento permeable, según ACI 522R-1O (2010), es un material de estructura porosa que está libre de asentamientos o hundimientos y está compuesto por “cemento portland libre de cualquier tipo de finos, aditivos o agua, agregado grueso”, dijo. Al mezclar los insumos se obtiene un material con poros interconectados que están en los intervalos de 2 a 8 mm para permitir la penetración del agua.

Agregando a De La Cruz (2017) p.38, los pasillos permeables consisten en múltiples capas que permiten el flujo de agua desde el suelo hasta el malecón y juntos proporcionan la capacidad de carga requerida definida como una sección que Resiste el tráfico pesado seguro. No se considera pavimento permeable al tramo con una capa drenante combinada con una capa impermeable. B. Mezclas asfálticos porosos. Estos pavimentos están excluidos. Esto se debe a que la función de la capa de drenaje es simplemente drenar el agua lateralmente y no puede filtrar ni retener agua en las capas inferiores del pavimento.

Se define los tipos de pavimentos permeables según (Hernández & Martínez, 2014), se define en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Parámetros de diseño de tipos de Pavimentos Permeables*

<b>FACTOR DE DISEÑO</b>	<b>HORMIGON POROSO</b>	<b>ASFALTO POROSO</b>	<b>ADOQUINES</b>
Escalas de Aplicaciones	De menor a mayor escala	De menor a mayor escala	De menor a mayor escala
Grosor de Pavimento	0.127 – 0.2032 m	0.762 – 0.1016 m	0.762 m
Capa de asiento	No presenta	0.0508 m triturada N° 57	5.08 cm triturado N° 8
Capas de Depósitos	Piedra N° 57	Piedra N° 2	Piedra N° 2 10 16 cm de piedras N° 57
Propiedades de Construcción	Moldeados en lugares de disposiciones, a los 7 días debe ser curado y cubierto.	Moldeados en lugares de disposiciones, a 24 horas se debe curar.	No hay periodos de curaciones manuales o de instalación mecánica.
Diseño de Permeabilidad	33.048 m/d	1083 m/d	0.6096 m/d

Costo de Construcción	\$43.500 a \$141.300/m <sup>2</sup>	\$10.870 a \$21.740/m <sup>2</sup>	\$108.700 a 217.400/m <sup>2</sup>
Tamaño mínimo de lote	540 m <sup>2</sup>		NA.
Durabilidad	20 a 30 años	15 a 20 años	20 a 30 años
Rebose	Caídas de bordes de entradas o desbordamientos.	Gotas de entradas o desbordamientos de borde.	Superficies de entradas o desagües.
Reducciones de Temperatura	Enfriamientos en capas de depósitos.	Enfriamientos en capas de depósitos.	Enfriamientos en la superficie de pavimentos y en capas de depósitos.
Color/Textura	Gamas limitadas de color de texturas	Negro o gris oscuro	Ampliación de gamas de color, textura y patrón
Cargas de Tráfico	Las capas de asientos bien diseñadas pueden soportar cualquier	carga de tráfico.	
Otras Consideraciones		Evitar el recubrimiento de sellados	Daños por quitanieves
Referencias de diseño	"ASTM,2003"	"Jackson,2007"	"Smith,2006"

*Fuente* : (ASTM, 2003)

Al tomar todas esas consideraciones anteriormente mencionadas pasamos a definir los tres tipos de pavimentos permeables:

### **A) Asfalto poroso**

La carga y la permeabilidad de los cimientos, los huecos de permeabilidad y el material de los cimientos/lecho de roca son factores críticos en su diseño. A menudo se requiere una profundidad adicional de los cimientos para acomodar el vacío que soporta los cimientos en suelos limosos. La mayor profundidad subterránea también proporciona espacio de almacenamiento adicional para compensar las tasas de percolación más lentas bajo tierra. El drenaje se utiliza a menudo colocando pavimentos permeables sobre suelos arcillosos. Además, en suelos arcillosos con alto potencial de contracción o subsuelos profundos, se puede colocar una membrana impermeable entre las subcapas para limitar la entrada de agua (Hunt & Collins, 2008).

### **B) Hormigón permeable**

El hormigón poroso y/o permeable también se conoce como hormigón sin árido fino u hormigón celular. Es una combinación de

cemento, una cantidad controlada de agua, agregado fino y posiblemente otros aditivos.(Akunna, Bizeau, & Moletta, 1993).

### **C) Adoquines**

El pavimento permeable es una solución duradera y respetuosa con el medio ambiente que evita la escorrentía, reduce el riesgo de inundaciones y mejora la eficiencia del tratamiento del agua. Colocar adoquines sobre una base permeable y una subrasante puede causar una capa de agua de lluvia que se filtra en el pavimento y se infiltra o retrasa el escurrimiento al suelo o al método de infiltración (Beeldens & Vijverman, 2009).

#### ➤ **Ventajas y Desventajas del Pavimento Permeable**

##### ✓ **Ventajas**

Según (Guzmán, 2016), esto significa que, considerando su composición, áridos y propiedades, el hormigón celular presenta ciertas ventajas respecto al hormigón convencional, tales como:

- Las superficies elaboradas son permeables.
- Son económicas.
- Se puede combinar con otros pavimentos.
- Por medio de la infiltración se puede recargar el manto acuífero.
- Es controlable la contaminación y escurrimiento pluvial.

##### ✓ **Desventajas**

A continuación, se mencionará alguna desventaja que presenta el pavimento permeable según, (Barahona, Martinez, & Zelaya, 2013, pág. 109) son las siguientes:

- En el transcurso de los años el pavimento es probable que pierda su permeabilidad, debido a la obstrucción de los poros debido al viento que transporta materia fina.
- Para su uso es recomendable realizar una verificación el permeable del suelo.

- Su mantenimiento es constante.

## 2.2.2. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE

Según Flores & Pacompia (2015), esto significa, una vez conocidas las propiedades únicas de cada componente del hormigón permeable, es necesario combinarlos en las proporciones requeridas.

El concreto de característica permeable es parejo al concreto convencional según método ACI, siendo ambas Tablas de aplicabilidad determinadas empíricamente a partir de los ensayos realizados, pero el alcance de ambos diseños completamente diferente.

Para el diseño se consideró el manual (ACI 211.3R, 2009) y los procedimientos para escoger una relación de concreto anti hundimiento. Los diseños son adecuados a la referencia Concreto Permeable (ACI 522R-10, 2010) describe a la metodología de diseño, consideraciones y Tablas de experiencia requeridas para entregar el material.

**Tabla 2**

*Disimilitud entre Diseño ACI de concreto tradicional y el Diseño del Concreto*

*Permeable*

	<b>DISEÑOS ACI TRADICIONAL</b>	<b>DISEÑO CONCRETO PERMEABLE</b>
<b>Dato Inicial</b>	-Resistencia admisible -Slump -Con o sin Aire incluido -Tamaño máximo nominal	- (Intensidades de lluvias de diseños).
<b>Datos Externos (Tablas)</b>	-Agua - Relación A/C - Volumen de agregado grueso	- Comprobación de Resistencia a compresión - Variación de compactaciones - Albedrío de la razón A/C - Volúmenes de vacío - Volúmenes de pastas
<b>Dato Obtenido</b>	- Cantidades de Agregados Finos	- Porcentajes de Agregados
<b>Diseños Finales</b>	- Diseños por volumen total y rectificación por humedades.	- Diseños por volumen total y rectificación por humedades, absorciones y Aportes.

### 2.2.3. APLICACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE

Generalmente se emplea para áreas vehiculares y peatonales donde se requieren áreas permeables para permitir que el agua de lluvia se filtre en el suelo y reducir o prevenir futuras escorrentías de aguas pluviales. (Barahona, Martinez, & Zelaya, 2013).

### 2.2.4. CRITERIO DE DISEÑO DE MEZCLA

(Flores & Pacompia, 2015), afirma que para el concreto permeable, la relación (Ag/C) y la relación (A/C) son esenciales ya que altera los atributos mecánicos. Se cree que es aceptable una amplia gama del valor de relación a/c.

En la Tabla 3: se puede apreciar el rango típico de distribución de materiales para concreto permeable. Kg/m<sup>3</sup>

**Tabla 3**

*Categorías típicas de las razones del material en los concretos permeables*

PARAMETROS	RANGOS (CATEGORIAS)
Material cementante (Kg/m <sup>3</sup> )	270.0 – 415.0
Agregados (Kg/m <sup>3</sup> )	1190.0 – 1480.0
Proporción (a/c), en peso	0.260 – 0.450
Proporción (ag/c), en peso	4.0 – 4.5:1
Proporción (ag/af), en peso	0 – 1:1

*Fuente:* (Tennis, Leming, & Akers, 2004).

#### 2.2.4.1. MATERIALES CEMÉNTALES

Es uno de los ingredientes utilizados en la mezcla y tiene la propiedad de endurecerse al mezclarse con agua o arenisca, es un polvo que se obtiene hirviendo una mezcla que contiene cal, óxido de aluminio, hierro, etc. Por una razón específica. (Polanco 2012).

#### 2.2.4.2. AGUA

El hormigón poroso tiene los mismos requisitos que el hormigón normal. Se recomienda beber agua, no agua de mina

ácida o carbonatada, agua con un contenido de sulfatos superior al 1%, agua que contenga materia orgánica o agua que contenga azúcar. Se puede acceder a los cuerpos de agua naturales con permiso previo. (Rivva, 2014, pág. 26).

### 2.2.4.3. RELACIÓN AGUA Y CEMENTO (A/C)

Como afirma la norma ACI 522R-10 (2010), El hormigón permeable se debe verter en una proporción (a/c) parcialmente baja (0.26 a 0.40). Esto se debe a que la abundante agua hace que la pasta se escurra y posteriormente obstruya el hormigón. (Pérez, 2017). En términos de (a/c), el agua es importante porque la relación agua-cemento está estrechamente relacionada con muchas propiedades del material final. Agregar agua a menudo aumenta el flujo e imparte propiedades al material final. Por tanto, la mezcla resulta eficaz y plástica. Sin embargo, a medida que aumenta la cantidad de espacio creado por el agua libre, la resistencia comienza a disminuir. (Guevara, y otros, 2012).

**Figura 1**

*Modelo del concreto poroso*



(a) Con poca agua.



(b) adecuada cantidad de agua.



(c) con demasiada agua.

Fuentes: (Benites, 2014, pág. 14)

En la imagen se puede apreciar tres tipos de mezcla con cierto porcentaje de agua, que es indispensable para que la mezcla llegue a su objetivo.

#### 2.2.4.4. PROPORCIÓN DE AGREGADO Y CEMENTO (AG/C)

La proporción entre AG/C y cemento suele estar en un intervalo de 4:1 y 4.5:1, es dependiente del tipo de árido, las relaciones (a/c y ag/c) debe cumplir con el diseño propuesto. (Flores & Pacompia, 2015).

#### 2.2.4.5. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO

De acuerdo al ACI 522R-10 (2010), y según (Benites, 2014), vemos que esta proporción tiene el valor de b/bo, tamaños de grano y densidades. El valor de b/bo son muy similares para agregado nominal más grande (3/8" a 3/4") que normalmente se usan en concreto permeable.

**Tabla 4**

*Valores efectivos de b/bo*

PORCENTAJE DE AGREGADO FINO %	b/bo	
	N° 8 (3/8")	N° 67 (3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

*Fuente: (ACI 522R-10, 2010)*

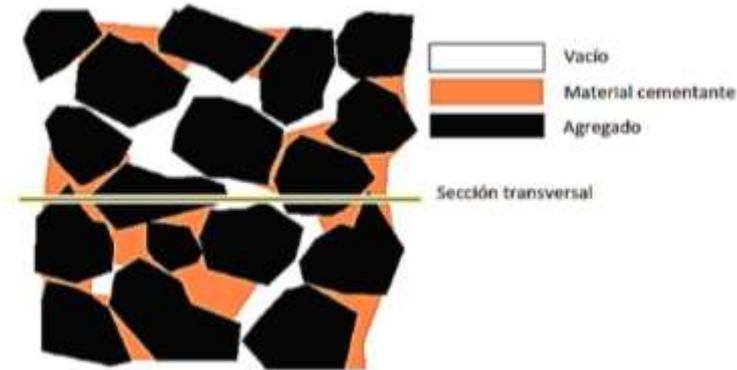
#### 2.2.5. PORCENTAJE DE VACÍO

(Flores & Pacompia, 2015), La fracción de huecos se deriva del contenido de aire y está relacionada con el peso unitario de la mezcla de hormigón celular particular. La porosidad depende en gran medida de varios elementos, la calidad del agregado, su relación (a/c) y su grado de compactación. La energía de compresión utilizada en la producción del hormigón permeable afecta significativamente su porosidad, por lo que se realizan ensayos de peso volumétrico en el laboratorio. (Meininger, 1988)

Informaron valores de peso unitario que oscilaban entre 1680 y 1920 kg/m<sup>3</sup>.

## Figura 2

*Deslizamiento Rotacional*



*Fuente:* (Flores & Pacompia, 2015).

Mediante la figura 2 se puede apreciar como forma interna el concreto poroso.

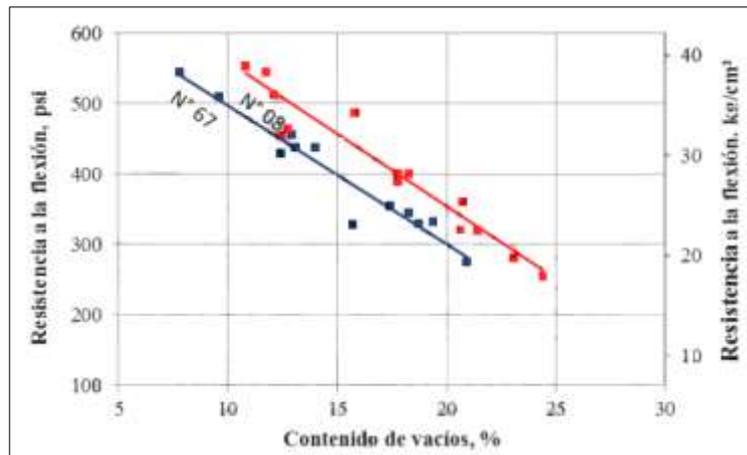
En cuestión en que aumenta la porosidad, su  $f'_c$  a la compresión del material de hormigón permeable disminuye, pero la  $f'_c$  aumenta a medida que disminuye la porosidad. Los estudios muestran que la porosidad del hormigón permeable es del 14,1%. Normalmente se utiliza una porosidad del 15,5% para conseguir una resistencia superior a 145 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.2.6. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Esta resistencia se calcula fácilmente en relación con la  $f'_c$  por flexión y se logra emplear como indicador a la resistencia anterior cuando la relación entre las dos se determina empíricamente en función del material y las dimensiones del bloque de los miembros individuales. (Pérez, 2009).

**Figura 3**

*Razón entre el porcentaje de vacío y la resistencia a la flexión para concreto permeable*

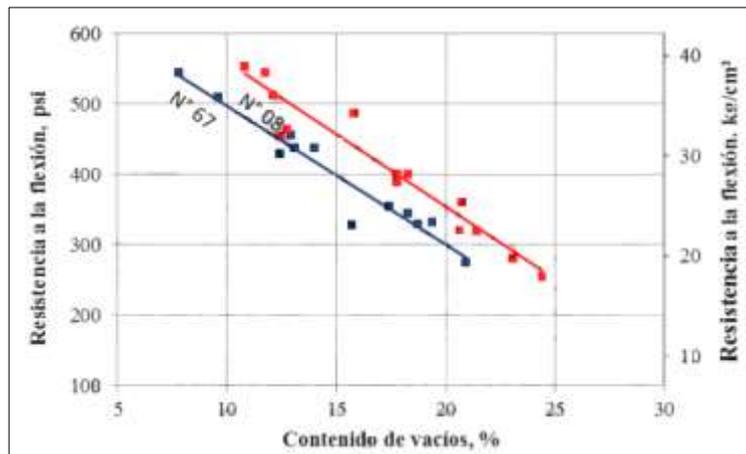


*Fuentes:* (Meininger, 1988).

La resistencia a la presión del hormigón poroso se ve muy amerado por la tensión de compresión a lo largo de la colocación. De acuerdo a la Figura 2 Meininger (1988) se puede apreciar las relaciones que se presenta en las resistencias y el. Los valores de la figura se obtuvieron en diferentes ensayos que se realizaron en un laboratorio.

**Figura 4**

*Razón entre el contenido de vacío y la resistencia a la compresión*



*Fuentes:* (Meininger, 1988).

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Granulometría:** El método Marshall utiliza un gráfico semilogarítmico para definir distribuciones de tamaño de partículas aceptables. El eje vertical representa el porcentaje de material que pasa por un tamiz determinado y el eje horizontal representa la apertura de la malla en milímetros en formato logarítmico. (Garnica Anguas, Delgado Alamilla, Gómez López, Alonso Romero, & Alarcón Orta, 2004)
- **Diseño de mezcla:** Para producir mezclas de calidad es necesario calcular la dosis correcta para lograr la trabajabilidad deseada. Las proporciones utilizadas en el diseño deben basarse en una evaluación del desempeño de varias mezclas de prueba. (Manrique Purizaca, 2019).
- **Revenimiento (slump):** De carácter asentado, se emplea a menudo para deducir la consistencia de una mezcla; si el valor es mayor, la mezcla quedará más húmeda. Los pasos seguidos para realizar la prueba se enumeran en la norma ASTM C143. Sin embargo, las mezclas de hormigón permeables tienen un "cero" característico y las mediciones suelen arrojar valores entre 0 y 1 cm.(Flores & Pacompia, 2015).
- **Permeabilidad:** La permeabilidad se refiere a la libertad de movimiento a través de los poros. Por lo que se puede decir que la permeabilidad se determina mediante un gradiente hidráulico único. La prueba ASTM se diagnostican la permeabilidad de pavimentos de concreto de características permeables que se encuentra en pleno apogeo.(Benites, 2014).
- **Resistencia a la comprensión:** Es la máxima resistencia del hormigón a cargas axiales. Se establece de acuerdo a la norma ASTM C39 en sus especificaciones. (ASTM, 2003).
- **Resistencia a la flexión:** Es una de las propiedades técnicas más principal del hormigón permeable porque es superior al hormigón hidráulico convencional. La resistencia a la comprensión es generalmente

de alrededor de 30°, que es relativamente alta en comparación con el hormigón ordinario. (Pérez, 2009).

- **Trabajabilidad:** Es una cualidad del hormigón en su fase no curado que nos permite manipularlo, transportado, colocado y fraguado correctamente con el mín. esfuerzo y la máxima uniformidad. Además de afrontarlo sin separación. (Rivva, 2014, pág. 30).
- **Porosidad del concreto:** Es el volumen total de lechada en los huecos y espacios del pilote no ocupados por los mecanismos sólidos de la lechada de cemento hidratado. Grado de hidratación del cemento (h), porosidad total (P) composite de acuerdo al (w/c) volumen de aire atrapado (w/c). Modelado como A), Agregado grueso (grava, AG), cemento (c) y la suma de agregado fino (arena, AF) y. y agregue la gravedad específica (pf y pg).(Falcon & Santos, 2016).

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

**Hi:** El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20 % y la resistencia esperada de  $f^c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

### 2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

HE1: El porcentaje máximo de porosidad que alcanzará el diseño de concreto permeable es de 20 % sin perder la resistencia de  $f^c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión.

HE2: El tamaño máximo y máximo nominal del agregado de la cantera Cocha15 será de 1/2" para conseguir mayor porosidad y la resistencia  $f^c=210\text{ kg/cm}^2$  a la compresión de un diseño de concreto permeable para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

HE3: La relación A/C en el diseño de un pavimento rígido permeable deberá ser relativamente baja para adquirir la mayor porosidad y la resistencia  $f^c=245 \text{ kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Diseño de Pavimento Rígido Permeable con Agregados de la Cantera Cocha15.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Y1: Resistencia a la Compresión.

Y2: Porcentaje de Porosidad.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 5**

*Operacionalización de variables*

	VARIABLES	TIPO DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO			Porcentajes de Vacíos		%
	PERMEABLE CON AGREGADO DE LA CANTERA COCHA15	Cuantitativa	Mecánico	Tamaño máximo y máximo nominal	Numérica	Pulg.
				Relación A/C		Adimensional
DEPENDIENTE	Y1: RESISTENCIA A COMPRESIÓN	Cuantitativa	Mecánico	Resistencia a Compresión	Numérica	Kg/cm <sup>2</sup>
	Y2: PORCENTAJE DE POROSIDAD	Cuantitativa	Mecánico	Coefficientes de permeabilidad del concreto permeable "K" Porcentaje	Numérica	Cm/seg %

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Hernández (2014), Las clasificaciones operativas deben cumplir 2 criterios: exhaustiva y excluyente, significa que este estudio es:

Según la intervención de los investigadores el siguiente proyecto será experimental: Siempre son prospectivos, de largo plazo, analíticos y tienen un nivel de investigación "explicativo" (causa-efecto). Según el plan de recogida de datos, además de "control", es prospectiva y los datos necesarios para el estudio se recogen (principalmente) con fines de investigación. Sirve como medida longitudinal de las variables de estudio. Las variables de investigación se miden en dos o más ocasiones. Las comparaciones (antes y después) son, por tanto, comparaciones entre muestras relacionadas, en última instancia analíticas en el número de variable de interés. Es decir, una comparación estadística es al menos bivariado. Formar y probar hipótesis establece relaciones entre elementos en el nivel más básico. Hernández (2014).

##### 3.1.1. ENFOQUE

Enfoque cuantitativo: utilice la recopilar y analizar información para abordar dudas sobre las investigaciones y probar hipótesis anticipadamente formulado. También se basa en el uso de medidas numéricas, conteos y, métodos estadísticos. (Hernández S. R., 2014).

Por ende, este trabajo tiene un enfoque **cuantitativo**, debido a que se hará uso de la estadística.

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación explicativa hace más que explicar conceptos y entre conceptos destinados a abordar la causa de acontecimientos tanto físicos como sociales. Como detalla su nombre, el significado de este fenómeno es explicar por qué ocurre, en qué condiciones ocurre o por

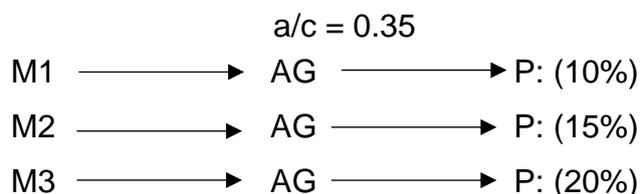
qué existen varias variables. Ellos están relacionados. (Fernández, Hernández , & Baptista, 2014, pág. 95).

El presente trabajo realizara estudios explicativos debido a que tiene como objetivo asociar y determinar incógnitas de estudios.

### 3.1.3. DISEÑO

En esta investigación se centra en el manejo de variante en estados estrictamente verificados, objetando fenómenos específicos y observando hasta qué punto las variantes involucradas y el manejo generan afección específicos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010, pág. 121).

La siguiente investigación será PRE EXPERIMENTAL ya que en el proceso del trabajo se desarrollará tres diseños de mezcla en el cual se manipulará una de las variantes (relación de vacíos) el cual reflejará una alteración en las otras variables (propiedades estructurales e hidráulicas del pavimento rígido permeable y aplicación del pavimento rígido permeable en el drenaje pluvial).



DONDE:

M: muestra.

AG: Agregados Grueso.

P: Porcentajes de vacíos.

**Figura 5**

*Esquema del diseño por fases*



**Tabla 6**

*Diseños de mezcla.*

N° De Mezcla	Relación Agua Cemento	Grupo Experimental	Porcentaje De Vacíos
M1	a/c=0.35	Concreto Permeable con agregado grueso de 1/2"	10%
M2	a/c=0.35	Concreto Permeable con agregado grueso de 1/2"	15%
M3	a/c=0.35	Concreto Permeable con agregado grueso de 1/2"	20%

Mediante el diseño metodológico consta de cuatro etapas establecidas a acumulación de materia prima, diseño de mezcla, realización de pruebas y análisis de resultados. Se realiza cumpliendo con todas las especificaciones técnicas establecidas por la norma ACI 522R-10.

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.2.1. POBLACIÓN

“Desde el punto de vista estadístico, sabemos que al conjunto de elementos u objetos objeto de estudio se le llama población o universo.

Por lo tanto, en el presente estudio, los tubos de ensayo de concreto se identifican como la unidad de análisis que puede identificar el resultado de interés, es decir, la población de estudio”. Hernández (2014)

### 3.2.2. MUESTRA

“Para seleccionar una muestra, primero debemos definir las unidades a estudiar: personas, familias, edificios, transporte público, casas, kilómetros de vías, metros rectos de aceras, ladrillos fabricados por fabricantes, máquinas, sacos de cemento envasados en fábrica, pruebas de laboratorio, fenómenos documentados, etc.” (Borja, 2016, pág. 31).

En este trabajo el cálculo de muestras es no probabilístico, en este caso no es al azar, se considerará por decisión propia del autor de las muestras obtenidas en el siguiente estudio se mostrarán en la Tabla siguiente:

**Tabla 7**

*Muestreo del Concreto Permeable sin agregado fino*

N° DE MEZCLA (A/C)	% Vacíos	Resistencia a la compresión 7 días	Resistencia a la compresión 7 días	Resistencia a la compresión 7 días	Permeabilidad
M1 (0.35)	10%	2	2	2	2
<b>Total de Muestras</b>					<b>8</b>
N° DE MEZCLA (A/C)	% Vacíos	Resistencia a la compresión 7 días	Resistencia a la compresión 7 días	Resistencia a la compresión 7 días	Permeabilidad
M1 (0.35)	15%	2	2	2	2
<b>Total de Muestras</b>					<b>8</b>
N° DE MEZCLA (A/C)	% Vacíos	Resistencia a la compresión 7 días	Resistencia a la compresión 7 días	Resistencia a la compresión 7 días	Permeabilidad
M1 (0.35)	20%	2	2	2	2
<b>Total de Muestras</b>					<b>8</b>

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

La recopilación de información es un paso fundamental en cualquier investigación. Porque sólo así podrás obtener resultados exitosos. Para la recolección de datos se realizó el siguiente proceso.

##### **A) Observación**

Se recopilaron diversos datos a través de la percepción deliberada y selectiva de los científicos, asumiendo que cada dato puede ser manipulado y controlado. Generación de observaciones directas aplicadas a pruebas de laboratorio realizadas según estándares marcados por ASTM y ACI.

##### **B) Análisis documental**

Se recopilaron diversas biografías, documentales, incluyendo regulaciones, estándares (ASTM, ACI, NTP) e información de antecedentes sobre los estudios realizados (local, nacional, internacional). Internacional), “Libros, documentos, revistas y analizar los datos.

##### **C) Ensayo y prueba en el laboratorio**

Las principales técnicas de recolección de datos para cada ensayo realizado sobre muestras de concreto permeable fueron: Ensayos de compresión en varias etapas de construcción 7, 14 y 28 días, según “ACI 522 R-10” Las pruebas de porosidad se realizaron después de 14 días, según la norma ASTM C-39.

➤ **Recolección de datos**

- ✓ **Agregados:** Estos provienen de la cantera 'Cocha 15' en el distrito de Huácar.

**Figura 6**

*Recolección de Agregado grueso de la cantera Cocha15*



Los materiales se recolectaron una vez y la primera prueba granulométrica se realizó sobre 50 kilos de material de agregado grueso de 1/2 pulgada soportado sobre una malla de alambre N°1/2 y N°04. Cada prueba se realizó con relleno. Expresé la gravedad específica, el peso aparente, la tasa de absorción.

La unidad de 1/2 pulgada sirvió como colección para la preparación de la muestra. También se utilizó hormigón permeable (tubos de ensayo de 12" x 15") y tamices para la recolección de agregado de 1/2 pulgada.

**Figura 7**

*Proceso de tamizado del agregado grueso*



- ✓ **Agua:** Se utilizó el agua del laboratorio donde se realizaron los experimentos y ensayos, Ubicado en la Esperanza.

Se sabe que el AAC mantiene la relación agua-cemento muy baja. Sin embargo, la proporción de agua añadida debe ser precisa, ya que la falta de agua en la mezcla puede dañar las juntas entre las mezclas. Una cantidad insuficiente de partículas provoca defectos en el hormigón. Por el contrario, si el hormigón contiene demasiada humedad, se formarán vacíos interconectados dentro del hormigón. Se saturan y obstruyen, reduciendo la capacidad de penetración del hormigón.

- ✓ **Cemento:** Para la mezcla se utilizó cemento Portland tipo I, el porcentaje al que se refiere la cantidad y resistencia del agua que recibe el hormigón, se recomienda usarlo al medir ya que aumente proporcionalmente y el exceso puede reducir la filtrabilidad de la muestra.

➤ **Elaboración de las muestras del concreto permeable**

Se prepararon muestras, compuesta de concreto y usando agregado grueso de 1/2 pulgada, compatible con los resultados del

diseño de dispensador de los números 1, 2, y 3, que se explicó en el capítulo anterior.

- ✓ **Equipos y Herramientas:** Para empezar a fabricar probetas de hormigón permeable, es necesario gestionar desde entonces, los diseños de mezclas individuales se han formulado utilizando escalas. Las dosis se basan en el peso de cada elemento incluido, y varilla de acero de 2 pies y 5/8 de pulgada y mazo de nylon.

**Figura 8**

*Balanza con el cual se pesó el agregado*



- ✓ **Moldes:** El molde usado para hacer cada tubo de ensayo fue un molde de acero de 6 pulgadas x 12 pulgadas. El contorno de contacto se cubrió con aceite antes de usar el molde. para hormigón fresco, esto se hizo con la intención de que fuera cada vez más fácil de desmoldar es un proceso sencillo y rápido.

**Figura 9**

*Probetas que se usaron para realizar los diseños*



- ✓ **Recipientes:** Como contenedor se utilizó un cilindro de acero cortado a una altura de 60 cm, también se utilizaron espátulas, palanganas y un balde pequeño.

**Figura 10**

*Recipiente la cual se usó para realizar las mezclas para los diseños*



- ✓ **Pesaje de los Materiales:** Pesé el material a procesar en una balanza y confirmé que era exacto, utilice el correcto según lo indicado para cada dosis.

**Figura 11**

*Peso del agregado para el diseño de mezcla*



- ✓ **Vaciado de la Mezcla:** Las mezclas se prepararon en recipientes cilíndricos según ACTM C-31, sacaremos la proporción según la cantidad de los tres moldes trío mixto.

**Figura 12**

*Mezcla para el diseño*



El proceso de mezclado se realizó de forma manual en un recipiente cilíndrico. El porcentaje de residuos no debe exceder el 5%. La mezcla se vertió en cada molde en tres capas utilizando una espátula. Cuando todas las capas se encogieron por completo, se comprimieron con 25 trazos generados uniformemente se comenzó a batir sobre toda la superficie, continuando con la siguiente capa. Terminado en la mitad del molde, la compactación se realizó con una barra de 60 cm de largo 5/8 de pulgada. Del mismo modo, para cada capa del molde, golpeé el exterior del molde. Esto se hizo para formar entre 10 y 15 oportunidades con un mazo de goma. Mejora la compactación y evita las burbujas de aire que puedan existir en el molde. Mueva la barra horizontalmente hasta el borde del concreto para completar el vertido de 3 capas. El exceso de material se elimina mediante un molde para crear un acabado que no pierda su forma.

**Figura 13**

*Preparación de la muestra con agregado de 1/2"*



- ✓ **Curados:** Finalmente, se vierte hormigón en el encofrado compactado (perforado). Termine de acuerdo con el flash del molde, retire la muestra del molde después de 24 horas, Se colocaron en un stand de curado hasta la fecha programada para la prueba. Vale la pena señalar que para el curado de los ensayos se tiene que llenar con agua hasta el nivel donde logra cubrir todas las muestras.

**Figura 14**

*Curado de probetas*



Entonces, en resumen, se hicieron 8 probetas para cada diseño. Comenzó a vaciar tubos de ensayo de metal 3x3, 6 tubos de ensayo endurecidos Analizar bajo compresión a los 7, 14 y 28 días, respectivamente, según recomendación. Se administraron pruebas en los días mencionados para la obtención de muestras. Haga que el valor de la resistencia específica del concreto permeable sea un valor promedio más apropiado. Se realizaron pruebas de permeabilidad en estos de forma aislada, junto con tres muestras de cada diseño de mezcla. Se utiliza un permeámetro (fabricado por el estudiante que escribe el artículo) para determinar cada coeficiente permeable.

➤ **Ensayos del concreto permeable en estado fresco**

**Asentamiento de Concreto (ASTM C-143)**

**Objetivo del Ensayo**

Determinar el valor de asentado del concreto premezclado para saber que tiene la consistencia y trabajabilidad adecuadas durante el tiempo que pueda manejarlo.

**Equipos y Herramientas**

- ✓ Probeta metálica.
- ✓ Varrilla de acero de 0.60 m.

- ✓ Martillo de goma y wincha.

### **Procedimiento**

Primero, el cono de Abrams se humedeció y posteriormente se puso al frente de las superficies plano y no absorbe, sosténgalo con las piernas y llene la mezcla con 3 tapas. Comprimir 25 golpes con varillas de 5/8" y comprimir 25 golpes distribuida desde el borde del área hasta el medio, la primera capa requerida inclina el palo para finalmente llegar al borde de la superficie. Realizar la compactación de la capa final. Los bordes se deben aplanar con la ayuda de una barra cuando se coloca horizontalmente.

### **Figura 15**

*Llenado de Cono de Abrams*



Luego levanté la espuma y puse la espuma de lado. La superficie de concreto fue sostenida por una barra horizontalmente y pasamos a la medir la subsidencia (asentamiento) de mezclas de concreto permeable.

### ➤ **Ensayos del Concreto Permeable en Estado Endurecido**

#### **Resistencia a la Compresión**

Se usó una máquina hidráulica para probar las muestras de presión. Registre las tensiones aplicadas hasta el punto de ruptura o falla para su uso posterior. Divida este valor por la zona de muestra cilíndrica

para calcular el valor de la tensión y saber cuánto soporta de compresión.

### a. Objetivo del Ensayo

Determina la carga de compresión que puede soportar antes de que falle el hormigón permeable.

### b. Equipos y Herramientas

- ✓ Prensas Hidráulicas.

#### Figura 16

*Prensa Hidráulica para los ensayos a compresión*



### c. Procedimiento

Se han eliminado 2 tubos de ensayo de hormigón permeable de todos los diseños de formulación. Ahora tienes un total de 8 tubos de ensayo. Estos fueron tomados en o durante las edades especificadas 7, 14 y 28 días de curado. Luego esperar el momento adecuado para el secado de cada muestra. Debe considerar que estos no excedan las tolerancias especificadas por NTP. 339,034

**Tabla 8**

*Tolerancia min del tiempo para pruebas a comprensión*

<b>EDAD</b>	<b>TOLERANCIA DE TIEMPO DE ENSAYO</b>
24 horas	< 0.5 horas
3 días	2 horas
7 días	6 horas
28 días	20 horas

*Fuente:* NTP 339.034.

Seguidamente se midió la altura y el diámetro (inferior y superior). Se llenó un tubo de ensayo con Wincha y se pesó cada muestra.

**Figura 17**

*Calcular la dimensión de las probetas*



Se realizaron pruebas tres veces por cada diseño híbrido para la obtención de resultados diferentes. Se puede conseguir un valor medio y una gráfica asociarse con el tiempo de curado y la resistencia conseguida.

**Figura 18**

*Muestra de Concreto de 1/2" después del curado*



Colocamos las muestras en el sistema hidráulico para cada prueba, dónde se distribuyen las fuerzas sin colocar cada placa de acero, se alinea con cuidado el área para que esté distribuida y centrada uniformemente.

**Figura 19**

*Pruebas de Compresión de Concreto Permeable*



Se retiró un tubo de ensayo sin registrar primero la carga en el tubo de ensayo. Verifique y registre la falla de cada muestra de concreto permeable.

### ➤ **Ensayo de Permeabilidad**

Se realiza mediante las especificaciones ACI 522-R10 cada prueba (coeficiente de transmisión de la ley de Darcy).

#### **a. Objetivo de Ensayo**

Determine el coeficiente de transmisión, asegurando que coincida los parámetros que indican el rango de permeabilidad especificado en ACI 522-R10 Cabe aclarar que entre 0,14 mm/s y 1,22 mm/s no aplica si los datos individuales están por debajo del límite inferior. Considerado como hormigón poroso.

#### **b. Equipos y Herramientas**

- ✓ Permeámetro
- ✓ Wincha
- ✓ Recipiente pequeño de 4 litros

#### **Figura 20**

*Permeámetro de tubería PVC*



### c. Procedimiento

Para este estudio se tomaron dos probetas de cada diseño mixto. Se identifican por sus respectivas características y se registran por los nombres que se les da a cada muestra (muestra de hormigón permeable).

#### Figura 21

*Muestra del Concreto Permeable de 1/2"*



Para evitar esto, las muestras a analizar se envolvieron en envases de plástico que no permita que la muestra se drene rezumando agua de los lados de la muestra. A continuación, la muestra se incorporó al permeámetro (muestra de hormigón permeable). Se unen en dos lugares, los extremos inferior y superior, mediante abrazaderas galvanizadas y enchapadas en caucho. Este paso es muy importante ya que evita que se escape agua al trabajar. Las medidas son precisas.

**Figura 22**

*Ensamblajes de las probetas al permeámetro/Ensamblaje de muestras*



Luego llene el tubo de ensayo hasta que salga agua al llegar al otro extremo del tubo de ensayo, luego la línea se marca  $H_0$ , luego cierre la válvula y llene el tanque con agua hasta una altura de  $H_2 = 0.20$  m. Continuar marcando  $H_1 = 0,10$  m.

**Figura 23**

*Ensayo de permeabilidad con el permeámetro*



Al final, la válvula se abre para drenar el agua y comienza el cálculo. Calcule el tiempo que tarda el cronómetro en alcanzar la altura del nivel del agua  $H_2 \sim H_1$  Dentro de un intervalo de tiempo  $T$ , estos datos se registran y ejecutan de acuerdo con la fórmula: Darcy calcula el coeficiente de transmisión para cada muestra analizada.

**Figura 24**

*Dimensiones del permeámetro*



➤ **Ensayos de Laboratorio para el Agregado Grueso**

**Granulometría de agregado grueso**

Las pruebas granulométricas se realizaron de acuerdo con estándares individuales como NTP. 400.012, MTC E204 y ASTM C-136.

**a. Objetivo del Ensayo**

Comprenda el grado y la calidad de los agregados gruesos empleados en una mezcla de concreto permeable calculando la permeabilidad para cada agregado en diferentes tamaños. Esto generará curvas de tamaño de grano para todos los minerales gruesos.

**b. Equipos y Herramientas**

Esta cascarilla contiene alrededor de 0,1 g de árido fino, que es lo mismo que la cascarilla de árido grueso. Esto corresponde a aproximadamente 0,50 g.

**Figura 25**

*Balanza y Mallas para el Tamiz*



Tamiz: Los diferentes tamices que se utilizaron son N<sup>o</sup>4, N<sup>o</sup>8, N<sup>o</sup>16, N<sup>o</sup>30, N<sup>o</sup>50, N<sup>o</sup>100, N<sup>o</sup>200.

- Tamices
- Horno

### **c. Procedimiento**

ASTM dicta que las muestras secas deben colocarse en el horno en un periodo de 24 h. como mínimo.

Los tamices se colocaron de forma descendente según el tamaño abertura.

Al final del tamizaje, también se pesa la cantidad restante de la muestra, así como en cada una de los tamices anteriores.

### **d. Resultados**

Este es el resultado de analizar las características de cada material. También se muestran las curvas de tamaño de partícula del agregado de 1/2".

**Tabla 9**

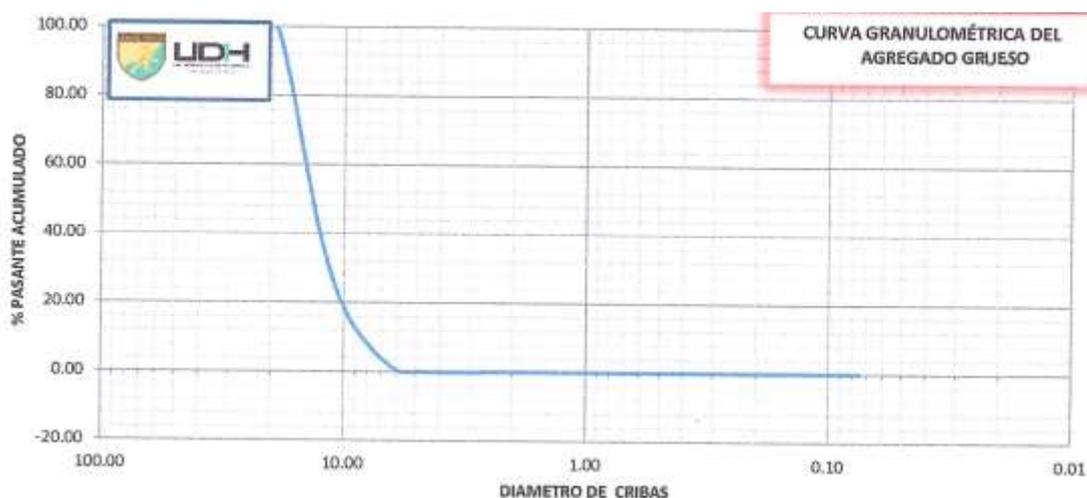
*Granulometría de Agregado de 1/2"*

CRIBAS		Peso Reten.	%	% Reten.	% Pasan	W NAT + Bandeja	2290.80 gr
Pulg.	mm	Gramos	Retenidos	Acumulados	Pasan	W Seco + Bandeja	2269.60 gr
3"	75.0	0.00	0.00	0.00	100.00	W Lav. Seco + Band.	2269.60 gr
2 1/2"	63.0	0.00	0.00	0.00	100.00	Bandeja	56.40 gr
2"	50.0	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00	MUESTRA NATURAL=	2234.40 g
1"	25.4	12.30	0.56	0.56	99.44	MUESTRA SECA =	2213.20 g
3/4"	19.0	9.70	0.44	0.99	99.01		
1/2"	12.5	1323.90	59.82	60.81	39.19	Error Mecánico < 1%	0.00 g
3/8"	9.50	525.00	23.72	84.53	15.47		0.00%
1/4"	6.30	311.00	14.05	98.59	1.41		
4	4.75	29.80	1.35	99.93	0.07	Peso de Agua	21.20 g
8	2.36	0.60	0.03	99.96	0.04		
10	2.00	0.10	0.00	99.96	0.04	Contenido de Agua	0.96
12	1.70	0.00	0.00	99.96	0.04		
16	1.18	0.00	0.00	99.96	0.04	Tamaño Máximo	25.40 mm
18	1.00	0.00	0.00	99.96	0.04		
20	0.84	0.10	0.00	99.97	0.03	Tamaño Nominal	1/2"
30	0.60	0.00	0.00	99.97	0.03		
40	0.47	0.00	0.00	99.97	0.03	Modelo de Finesa	7.46
60	0.25	0.00	0.00	99.97	0.03		
80	0.18	0.00	0.00	99.97	0.03	% Contenido de Gruesos	99.93%
100	0.15	0.00	0.00	99.97	0.03	% Contenido de Finos	0.04%
200	0.08	0.00	0.00	99.97	0.03	% Contenido < a 200	0.03%
cazole		0.70		100.00	0.00		
ta			0.03	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		<b>2213.20</b>					

El estudio del tamaño de partícula de 1/2 pulgada del agregado, siguiendo el parámetro: Logrado por las pautas de, NTP 400.012, MTC E204 y ASTM C-136. El coeficiente finura estimado a partir de la Tabla anterior es de 7,46.

**Figura 26**

*Curva Granulométrica de agregado*



En la figura 26, se puede apreciar la curva granulométrica del agregado que está en el límite de la granularidad mediante la norma ASTM C33.

Curva granulométrica para agregados gruesos de 1/2 pulgada que se muestra en la foto anterior se puede verificar el cumplimiento de su correspondiente límite de granularidad. Agregado grueso según ASTM C33.

### **Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso de 1/2"**

Las pruebas se hicieron de acuerdo con las normas ASTM C-127, MTC E206 y NTP 400.021.

#### **a. Objetivos del Ensayo**

Su objetivo es medir su peso específico y la reabsorción de agregado grueso. Conoce la cantera "Cocha 15" y qué importancia tiene y cómo afecta su densidad y proporciones Absorbido de mezcla de hormigón.

#### **b. Equipos y Herramientas**

- ✓ Tamiz N° 4

- ✓ Balanza
- ✓ Balde con agua
- ✓ Cesta correspondiente al Tamiz N°6 y Horno

**c. Procedimiento**

- ✓ Seleccionamos las muestras secas.
- ✓ La muestra se tamizó a través de una malla N° 4 para eliminar el exceso de partículas. grueso.
- ✓ Los materiales se remojan en agua durante 24 h.
- ✓ Posteriormente se tomó una muestra de él del agua y esta muestra se estiró y se creó una muestra secando la superficie junto con la tela. Se alcanza la sequedad superficial saturada.
- ✓ Dicha muestra se pesó antes de las condiciones de saturación en superficies secas, pesando la cesta se sumerge en agua y el peso se pone a cero después de eso, marque la profundidad de la canasta. Luego, la muestra saturada se coloca sobre una superficie seca frente a la canasta donde se enfría pesado en agua, posteriormente se seca a peso constante, se enfría y se pesó en estado ambiente.

**d. Resultados**

La gravedad específica y la absorbancia se muestran para cada resultado de análisis del agregado de 1/2".

**Tabla 10***Peso específico y Absorción del Agregado de 1/2"*

<b>DENSIDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTM 400.021/ASTM C-127/MTC E206)</b>				
<b>MUESTRA</b>	<b>Unidad</b>	<b>M-I</b>	<b>M-II</b>	<b>M-III</b>
<i>Masas Aparentes del Agregados Saturados en Agua (Pesos Sumergidos) = (C)</i>	g	519.3	524.7	535.4
<i>Masas Saturadas Superficialmente Secos del Agregados (B)</i>	g	880.8	882.1	907.4
<i>Masas Secas del Agregados del Hornos (A)</i>	g	874.3	877.8	897.8
<i>Estados Secos del Agregados (OD) P.E. Aparente</i>	g/cm3	2419	2456	2413
<i>Estados Saturados del Agregados (SSD)</i>	g/cm3	2437	2468	2439
<i>Humedad Absorbidas por los Agregados (%W) = (B-A) / A</i>	%	0.74	0.49	1.07
<i>Estados Secos del Agregados (OD) P.E. Aparentes</i>		=	2.43	
<i>Estados Saturados del Agregados (SSD)</i>		=	2.45	
<i>Densidades de las masas</i>		=	2.48	
<i>Porcentajes de Absorciones (%)</i>		=	0.77	

**Contenido de Humedad del Agregado Grueso de 1/2"**

Las pruebas se realizaron base a las normas NTP 339.185, MTC E108 y ASTM D-2216.

**a. Objetivos del Ensayo**

Puede averiguar el contenido de humedad total de la muestra que sujeta agregado grueso. El estado seco no incluye la humedad evaporativa, incluida la humedad superficial y el contenido de poros. Sin embargo, no se tiene en cuenta el enlace químico entre el agua y los minerales de un agregado particular.

**b. Equipos y Herramientas**

- ✓ Recipiente
- ✓ Balanza con sensibiliza de 0.1g.

- ✓ Horno

### c. Procedimiento

- ✓ Las muestras correspondientes al peso mínimo se tomaron por el método de muestreo real.
- ✓ Esta balanza se utilizó para registrar el peso de las muestras en su forma normal.
- ✓ Su tamaño fue de 500 g 1/2 kg para el grano fino y pesó aproximadamente 1 kg o 1000 g para el grano grueso con escala de 3/8 de pulgada.
- ✓ Luego de colocar un modelo en un horno para conseguir una masa firme, se secó y finalmente se pesó.

### d. Resultados

En la siguiente Tabla se puede apreciar el resultado.

**Tabla 11**

*Contenido de Humedad del Agregado de 1/2".*

<b>CONTENIDOS DE HÚMEDAD DE AGREGADO GRUESO</b>			
<b>ENSAYO</b>	<b>M- I</b>	<b>M- II</b>	<b>M- III</b>
<i>Peso Natural Húmedo + Bandeja</i>	1268.00 g	1064.70 g	1321.60 g
<i>Peso Natural Seco + Bandeja</i>	1265.80 g	1062.80 g	1321.20 g
<i>Peso de Bandeja</i>	57.90 g	56.50 g	59.10g
<i>Pesos de los Suelos Húmedos</i>	1210.10 g	1008.20 g	1262.50g
<i>Pesos Suelos Secos</i>	1207.90 g	1006.30 g	1262.10g
<i>Peso del Agua</i>	2.20 g	1.90 g	0.40 g
<i>% Contenido de la humedad</i>	0.18%	0.19 g	0.03g
<b>Contenido de la humedad</b>		<b>0.13 %</b>	

## **Peso Unitario Suelto y Compactado del Agregado Grueso de 1/2"**

### **a. Objetivo del Ensayo**

Comprender el peso unitario del agregado y la porosidad disponible en condiciones de compresión y sueltas en la cantera "Cocha 15".

### **b. Equipos y Herramientas**

- ✓ Varillas de acero
- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente

### **c. Procedimiento**

- ✓ El peso del molde vacío se puso a cero en la báscula.
- ✓ Después de verter agua de un molde casi lleno, se utilizó el peso del molde contenido dentro para calcular el volumen.
- ✓ El molde se llenó un tercio con agregado, la capa de agregado se presionó en la varilla y se aplicaron 25 golpes uniformes en espiral. Luego se golpeó un mazo de goma 12 veces en el molde para eliminar todo el material contenido. A continuación, se llenó el molde en dos tercios y se repitió la compresión. Finalmente, el molde se llenó completamente con agregado y se prosiguió a golpear con unas varillas durante 25 golpes y un golpe final con mazo de goma.
- ✓ Después de llenar el molde o recipiente, se usaba un palo y una regla para nivelar la superficie.
- ✓ Se midió y registró el peso, volumen y contenido del molde o recipiente.

#### d. Resultados

- ✓ A continuación, se muestran las resultados del peso unitario para agregado de 1/2 pulgada.

Tabla 12

*Peso Unitario Compactado de Agregado de 1/2"*

<b>PESO UNITARIO SECO VARILLADO - NTP 400.017/ASTM C-29/MTC E203</b>				
<i>MUESTRA</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>M - I</i>	<i>M - II</i>	<i>M - III</i>
<i>Pesos del Agregados Varillados + Recipientes</i>	g	9145	9197	9265
<i>Pesos del Agregados Suelos + Recipientes</i>	g	8845	8826	8822
<i>Volúmenes del Recipientes(1/10ft)</i>	cm <sup>3</sup>	2142.62	2142.92	2142.92
<i>Pesos del Recipientes</i>	g	6017	6017	6017
<i>Peso Unitario seco Varillados</i>	kg/cm <sup>3</sup>	1459.69	1483.96	1515.69
<b><i>Peso Unitario seco Varillado kg/cm<sup>3</sup></i></b>	=	<b>1486.447</b>		
<b><i>Peso Unitario seco Varillado</i></b>	=	<b>1.486</b>		

#### e. Procedimiento Peso Unitario Suelto

- ✓ El peso del molde se puso a cero sin nada en la báscula.
- ✓ Se utilizó una muestra de agregado seco.
- ✓ El molde se llenó inyectando el agregado a un nivel por encima del borde del molde. Usé una regla para quitar el exceso para evitar la compresión.
- ✓ Se registró el peso de la muestra más su contenido.

#### f. Resultados

- ✓ Los resultados para pesos unitarios sueltos de 1/2" se muestran en la siguiente Tabla.

**Tabla 13***Peso Unitario Suelto del Agregado de 1/2".*

<b>PESO UNITARIO SECO SUELTO - NTP 400.017/ASTM C-29/MTC E203</b>				
<i>MUESTRA</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>M - I</i>	<i>M - II</i>	<i>M - III</i>
<i>Pesos del Agregados Varillados + Recipientes</i>	g	9145	9197	9265
<i>Pesos del Agregados Suelos + Recipientes</i>	g	8845	8826	8822
<i>Volumen del Recipiente(1/10ft)</i>	cm <sup>3</sup>	2142.62	2142.92	2142.92
<i>Pesos del Recipientes</i>	g	6017	6017	6017
<i>Pesos Unitario seco Suelto</i>	kg/cm <sup>3</sup>	1319.7	1310.83	1332.3
<b><i>Peso Unitario Seco Suelto Kg/cm<sup>3</sup></i></b>	=	<b>1320.943</b>		
<b><i>Peso Unitario Seco Suelto</i></b>	=	<b>1.321</b>		

### ➤ Diseños de Mezcla

Es una serie de procesos e investigaciones utilizados para desarrollo estructural, teniendo en cuenta el hormigón permeable como elemento principal y cada parámetro. Características y características según reglamento técnico (Samohod Romero, 2018).

Después de crear cada prueba para que coincidiera con el conteo aproximado del laboratorio y garantizar que cumpliera con todos los parámetros establecidos en las regulaciones, se realizó lo siguiente: diseño:

#### **Diseño 1**

Con agr.de 1/2" y 10 % de Vacío – Proporción A/C = 0.35

#### **Diseño 2**

Con agr.de 1/2" y 15% de Vacío – Proporción A/C = 0.35

#### **Diseño 3**

Con agr.de 1/2" y 20% de Vacío – Proporción A/C = 0.35

➤ **Los Materiales Empleados**

- ✓ Cemento Andino Portland, Tipo I
- ✓ Agregado grueso de 1/2", proveniente de la Cantera "Cocha15" – Huácar– Ambo – Huánuco.
- ✓ Agua Potable del Laboratorio de la Universidad de Huánuco – Amarilis – Huánuco.
- ✓ Probeta Cilíndrica de 0.15 m x 0.30 m o 6"x12".

**Diseño 1 (Agregados de 1/2" y 10 % de Vacíos)**

**A) Características del material**

Agregados: De la Cantera "Cocha15" – Huánuco.

**Tabla 14**

*Cualidades físicas del Agregado de 1/2" para el Diseño 1*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Tamaño Máximo Normal	1/2"	Plg
Peso Unitario Suelto	1.321	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	1.486	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Normal	2.450	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2.430	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	0.130	%
Absorción	0.770	%

Cemento: "ANDINO" /Portland Tipo I

Agua: Agua - Esperanza - Amarilis - Huánuco

**Tabla 15**

*Cualidades de Cemento y Agua para Diseño 1*

Denominación	Valor	Unidad
Peso Esp. del Cemento	3.11	g/cm <sup>3</sup>
Peso Esp. del Agua	1	g/cm <sup>3</sup>

### **B) Determinación de la relación entre agua y cemento**

Según ACI 522 - R10, obtienen pastas estables y trabajables según la proporción A/C óptima que varía entre 0,25 y 0,45. Su trabajabilidad es conveniente si el agua utilizada crea un aspecto lustroso y brillante en la mezcla.

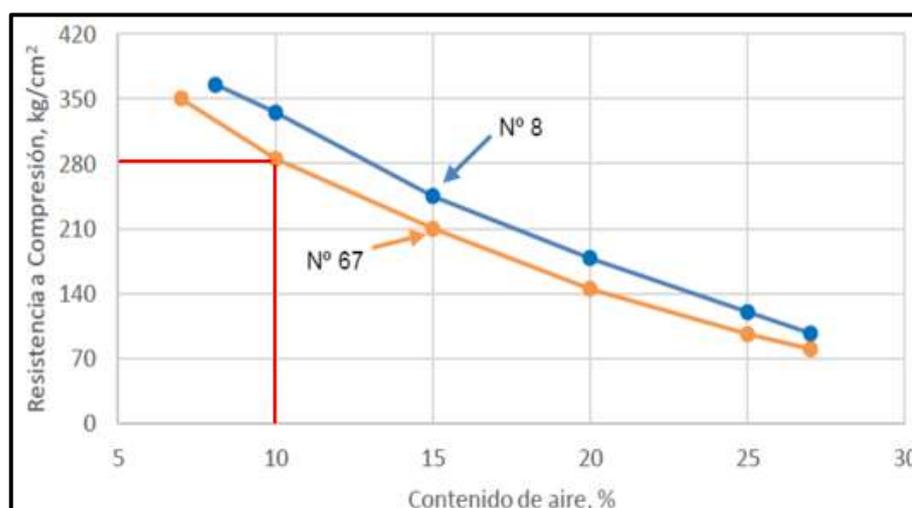
Para información de antecedentes, el valor de A/C considerado para el diseño sería:  $a/c = 0.35$

### **C) Determinación del Porcentaje de Vacíos**

El porcentaje de vacío o la porosidad en el concreto permeable se determinan por este número y se determina de la siguiente manera:

**Figura 27**

*Elección del 10% de Vacíos con respecto a la Compresión*



Fuente: (Meininger, 1988)

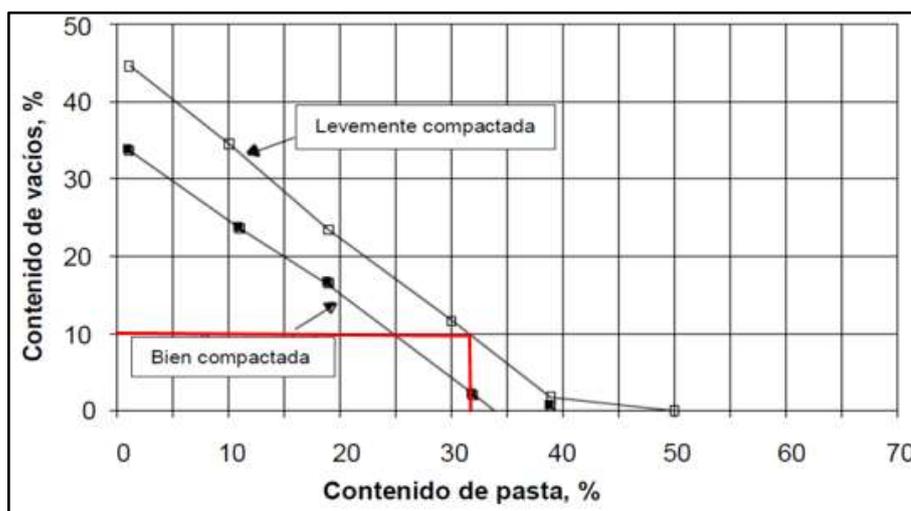
En el siguiente diseño se considera el porcentaje de vacío:  
porcentaje Vacío = 10.0%

## D) Determinación del volumen de pasta (Cemento)

La cantidad de masa de hormigón permeable se determinó como sigue.

**Figura 28**

*Razón entre contenido de aire y pasta*



Fuentes: (Meininger, 1988)

Al definir la porosidad se determina la suma de masa (cemento) mediante la compactación a realizar. En este diseño se consideró una ligera compresión para lograr una permeabilidad óptima.

El cálculo de la Tabla de datos para una porosidad del 10% del volumen de la pasta es: Vol. Pasta = 31.85%

## E) Determinación del valor de b/bo

Al informar los valores de volumen de varilla seca de agregado (b/bo) por unidad de concreto, se utilizó la siguiente Tabla.

**Tabla 16**

*Cálculo del valor efectivo b/bo para Diseño 1*

Porcentaje de Fino	b/bo	
	ASTM C-33 TAMAÑO N°8	ASTM C-33 Tamaño N°67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Fuente: (Meininger, 1988)

El calculo b/bo consideró la proporción de agregado utilizada en los diseños de las mezclas de concreto permeable. Utiliza Agregados finos con un valor b/bo de 0.99.

## **F) Determinación del Peso del Agregado Grueso**

### **1. Pesos de los Agregados Gruesos (PAG):**

$$b/bo = \text{PAG} / \text{PUSC de Agregado de la ecuación... 1}$$

Despejando:

$$\text{PAG} = b/bo * \text{PUSC de Agregado} * 1\text{m}^3 \text{ de la ecuación... 2}$$

### **2. Peso Unitario Seco Compactado (PUSC):**

$$\text{PUSC} = \frac{\text{P. U. C.} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{(1 + \% \text{ de humedad})} \dots \text{ E. C. (3)}$$

Sustituyendo en la ecuación... 3

$$\text{PUSC} = 1484.07 \text{ Kg/m}^3$$

### **3. Pesos del Agregado Grueso Seco (PAG):**

Sustituyendo en la ecuación... 2

$$\text{PAG} = 0.99 * 1458.69 \text{ Kg/m}^3 * 1\text{m}^3 = 1469.23 \text{ Kg}$$

#### 4. Ajuste de Absorción (s.s.s):

$$\text{PAG (s.s.s)} = \text{PAG} * (1 + \% \text{ Absorción}) \text{ ecuación... 4}$$

Entonces, reemplazando en la ecuación... 4:

$$\text{PAG (s.s.s.)} = 1469.23 \text{ Kg} * (1 + 1.30 \%) = 1480.54 \text{ Kg}$$

#### 5. Sustrayendo el porcentaje que ocupara los Agregados Finos:

No se hizo uso del agregado fino de acuerdo al diseño presente.

### G) Contenido de Cemento y Agua

#### 1. Determinar el Volumen de Pasta

$$V.P. = \frac{C}{P_{ec}} + \frac{A}{P_{ea}} \dots\dots E.C. (5)$$

Reemplazando en la ecuación... 5

$$31.85 = \frac{C}{3110} + \frac{0.35 \times C}{1000} \longrightarrow C = 474.28 \text{ kg/m}^3$$

#### 2. Determinar Agua de Diseño:

$$A = 0.35 * C \text{ ecuación... 6}$$

Sustituyendo:

$$A = 0.35 * 474.28 = 166.00 \text{ Kg}$$

### H) Determinar volúmenes Absolutos

Tabla 17

*Volumen Absoluto Diseño 1-Agregado de 1/2" y 10% de Vacío*

	Peso calculado (kg)	Peso (sss) Laboratorios (kg/m3)	Volumen (m3)
<b>Cemento</b>	475.28	3110	0.1525
<b>Agregado</b>	1480.54	2430	0.6093
<b>Agua</b>	166.00	1000	0.1660
		<b>Volúmenes Solidos</b>	0.9278

## I) Determinar el Nuevo Porcentaje de Vacíos

Tabla 18

*Nuevos Porcentajes del Vacío del Diseño 1*

<b>Volúmenes Total (m<sup>3</sup>)</b>	<b>1</b>
<b>Volúmenes de los Sólidos (m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.928</b>

$$\% \text{ de Vacío} = (v. \text{ tot.} - \text{Sol.}) \times 100 \quad \text{ecuación... 7}$$

Reemplazando en la ecuación... 7

$$\% \text{ de Vacío} = (1 - 0.928) \times 100 = 7.22\%$$

## J) Corregir por Humedad y Absorción

$$\text{Adición de Agua} = (\% \text{Absorción} - \% \text{Humedad}) \times \text{PAG} \quad \text{ecuación... 8}$$

Sustituyendo en la ecuación... 8 tenemos:

$$\text{Adición de Agua} = (0.770\% - 0.130\%) \times 1469.23 = 9.40 \text{Kg}$$

Es así que el agua efectiva:

$$\text{Agua Efectiva} = 166.00 + 9.40 = 175.40 \text{ Lt}$$

## K) Corregir por Humedad

$$C. H = 1469.23 + (1469.23 \times 0.130\%) = 1471.14 \text{ Kg}$$

## L) Proporciones

Tabla 19

*Proporciones del Diseño 1 por Volumen (1 m<sup>3</sup>)*

<b>Material</b>	<b>Peso por 1m<sup>3</sup></b>	<b>Proporciones</b>
<b>Cemento</b>	474.28	1
<b>Agregado Grueso</b>	1471.14	3.10
<b>Agua</b>	175.40	15.72

Las dosificaciones se determinaron preparando un diseño de mezcla usando el agregado de 1/2" y 10% de vacíos que se muestra de acuerdo a la anterior Tabla, expresado kg/m<sup>3</sup>, con una relación de volumen de 1:3.10/saco; es decir, para 01 sacos de cemento, hay una dosificación que requiere  $3,10 \times 42,5 = 131.75$  kg de agregado y 15,72 lt de agua. Se resume la relación: 1:3,10/15,72.

## M) Proporcionamiento para mezcla en Laboratorio

### 1. Dimensiones de la probeta Cilíndrica

Diámetro = 0.15 cm

Altura = 0.30 m

Desperdicio = 1.05 m<sup>3</sup>

Nº de Probetas Cilíndricas = 8 und

### 2. Cálculo del Volumen

$$V = \left( \frac{(\pi \times D^2) \times h}{4} \right) \times desperdicio$$

$$V = \left( \frac{(\pi \times (0.15)^2) \times (0.30)}{4} \right) \times 1.05$$

$$V = 0.0055665 \text{ m}^3 \times 8 \text{ Probetas}$$

$$V_t = 0.0445321$$

## N) Proporciones para 8 Probetas

Tabla 20

Razón del Diseño 1 para 8 Probetas

Material	Unidad	Cantidad
Cemento	Kg	21.12
Agregado Grueso	Kg	65.52
Agua de la mezcla	Kg	7.81

Las dosis utilizadas para realizar el diseño 01 de 1/2" de agregado con 10% de vacíos para 8 probetas fueron: 21.12kg de cemento, 65.52kg de agregado grueso y 7.81litros de agua.

Se resumen, la dosis de acuerdo a 8 probetas cilíndricas es: 21.12: 65.52/7.81.

➤ **Diseño 2 (Agregados de 1/2" y 15 % de Vacíos)**

**A) Cualidades del material**

Agregado: Cantera "COCHA15", Huácar

**Tabla 21**

*Cualidades físicas del Agregado de 1/2" para Diseño 2*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Tamaño Máximo Normal	1/2"	Plg
Peso Unitario Suelto	1.321	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	1.486	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Normal	2.450	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2.430	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	0.130	%
Absorción	0.770	%

Cemento: "ANDINO" Portland - Tipo I

Agua: Agua potable - Esperanza - Amarilis - Huánuco

**Tabla 22**

*Cualidades de los Cementos y Agua para Diseño 2*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Peso Esp. del Cemento	3.11	g/cm <sup>3</sup>
Peso Esp. del Agua	1	g/cm <sup>3</sup>

**B) Determinación de la relación entre agua y cemento**

Mediante la norma se obtienen pastas estables y trabajables debido a las proporciones A/C óptimas que varía entre 0,25 y 0,45. Su

trabajabilidad es satisfactoria si el agua utilizada crea un aspecto lustroso y brillante en la mezcla.

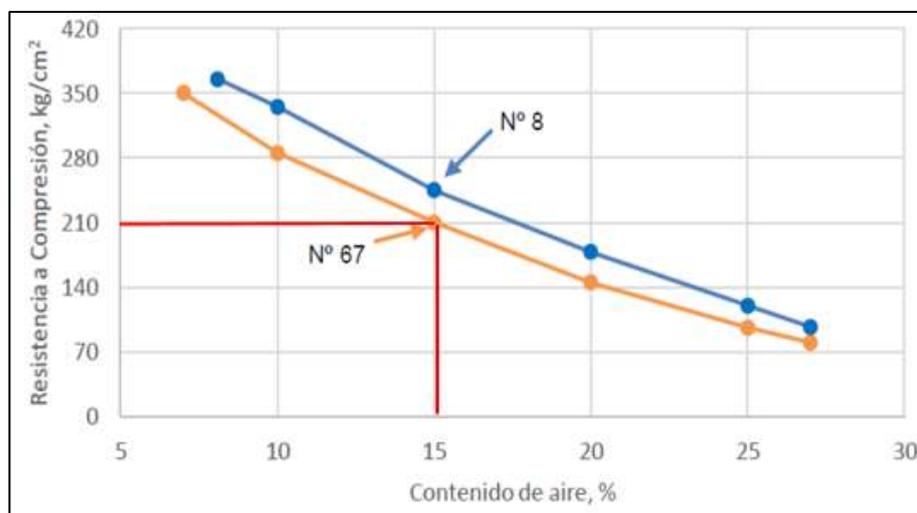
Para información de antecedentes, el valor de A/C considerado para este diseño es:  $a/c = 0.35$

### C) Determinación Porcentaje de Vacíos

La porosidad o porcentajes de vacío en el concreto se determinan por este número y se determina de la siguiente manera:

**Figura 29**

*Elección de 15% de Vacío con relación a la Resistencia a la Compresión.*



Fuentes: (Meininger, 1988).

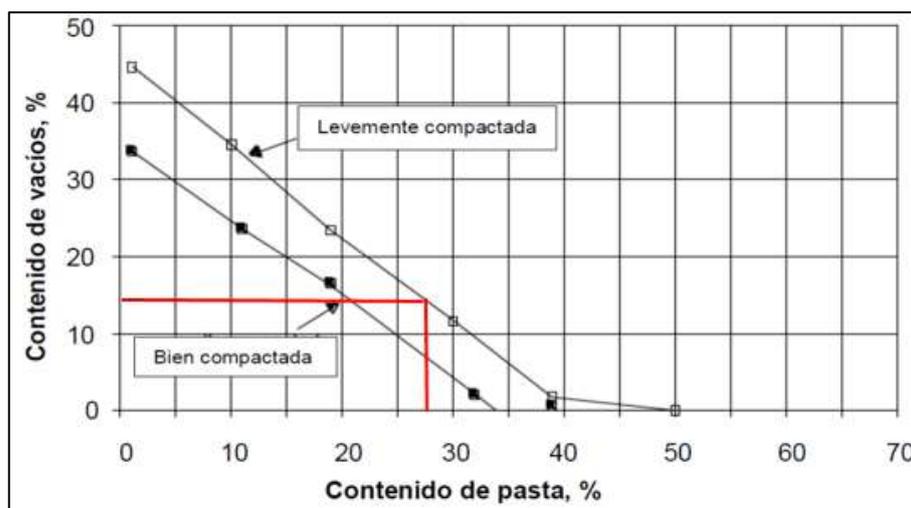
En el siguiente diseño se considera el porcentaje de vacío: 15%.

### D) Determinación del volumen de pasta (Cemento)

La cantidad de masa de hormigón permeable se determinó como sigue.

**Figura 30**

*Razón entre Contenido de aire y Pasta.*



Fuentes: (Meininger, 1988)

Al definir la porosidad se determina el número de masa de acuerdo a las compactaciones a realizar. En este diseño se consideró una ligera compresión para lograr una permeabilidad óptima.

El cálculo de la Tabla de datos para una porosidad del 15% del volumen de la pasta es: Vol. Pas. = 27.020%

### **E) Determinación del valor de b/bo**

Al informar los valores de la capacidad de la Varilla Seca de Agregados (b/bo) por unidad de, se utilizó la siguiente Tabla.

**Tabla 23**

*Cálculo del valor efectivo b/bo para Diseño 2.*

Porcentaje de Fino	b/bo	
	ASTM C-33 TAMAÑO N°8	ASTM C-33 Tamaño N°67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

El cálculo b/bo consideró la proporción de utilizada en el diseño de las mezclas. Utiliza agregado fino con un valor b/bo de 0.99.

## F) Determinación del peso del Agregado Grueso

### 1. Pesos de los Agregados Gruesos (PAG)

$$b/b_0 = \text{PAG} / \text{PUSC de Agregado ecuación... 1}$$

Despejando:

$$\text{PAG} = b/b_0 * \text{PUSC de Agregado} * 1\text{m}^3 \text{ ecuación... 2}$$

### 2. Peso Unitario Seco Compactado (PUSC)

$$\text{PUSC} = \frac{\text{P. U. C. } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{(1 + \% \text{ de humedad})} \dots \text{ E. C. (3)}$$

Sustituyendo en la ecuación... 3

$$\text{PUSC} = 1484.07 \text{ Kg/m}^3$$

### 3. Pesos de los Agregados Gruesos Secos (PAG)

Sustituyendo en la ecuación... 2:

$$\text{PAG} = 0.99 * 1484.07 \text{ Kg/m}^3 * 1\text{m}^3 = 1469.23\text{Kg}$$

### 4. Ajuste de Absorción (s.s.s)

$$\text{PAG (s.s.s)} = \text{PAG} * (1 + \% \text{ Absorción}) \dots \text{ ecuación 4}$$

Es así, sustituyendo en la ecuación... 4:

$$\text{PAG (s.s.s)} = 1469.23 \text{ Kg} * (1 + 1.30 \%) = 1480.54 \text{ Kg}$$

### 5. Sustrayendo el porcentaje que ocupa los Agregados Finos

No se hizo uso de los agregados finos para el presente diseño.

## G) Contenido de Cemento y Agua

### 1. Determinar el Volumen de Pasta

$$V.P. = \frac{C}{P_{ec}} + \frac{A}{P_{ea}} \dots\dots E.C. (5)$$

Sustituyendo en la ecuación... 5

$$27.02 = \frac{C}{3110} + \frac{0.35 \times C}{1000} \longrightarrow C = 402.28 \text{ kg/m}^3$$

### 2. Determinar Agua de Diseño

$$A = 0.35 * C \text{ ecuación... 6}$$

Sustituyendo:

$$A = 0.35 * 402.28 = 140.80 \text{ Kg}$$

## H) Cálculo del volumen Absoluto

Tabla 24

*Volumen absoluto Diseño 2 - Agregado de 1/2" y 15% de Vacío*

	Peso calculado (kg)	Peso (sss) Laboratorios (kg/m3)	Volumen (m3)
<b>Cemento</b>	402.28	3110	0.1294
<b>Agregado</b>	1462.87	2430	0.6093
<b>Agua</b>	140.80	1000	0.1408
		<b>Volúmenes Solidos</b>	0.1408

## I) Determinar el Nuevo Porcentaje de Vacíos

Tabla 25

*Nuevos Porcentajes del Vacío del Diseño 2*

<b>Volumen Total (m3)</b>	1
<b>Volumen de Sólido (m3)</b>	0.880

$$\% \text{ de vacío} = (V. \text{ Total.} - \text{ Sólido}) \times 100 \quad \text{ecuación... 7}$$

Sustituyendo en la ecuación... 7

$$\% \text{ de Vacío} = (1 - 0.880) \times 100 = 12.05\%$$

## J) Corregir por Humedad y Absorción

Adi. de agua = (%Absorción - % humedad) x PAG ecuación... 8

Sustituyendo en la ecuación... 8:

Adición de Agua = (0.770% - 0.130%) \* 1469.23 = 9.40Kg

Es así que la agua efectiva:

Agua Efectiva = 140.80 + 9.40 = 150.20 Lt

## K) Corregir por Humedad

C. H = 1469.23 + (1469.23 \* 0.130%) = 1471.14 Kg

## L) Proporciones

Tabla 26

*Proporciones del Diseño 2 por Volumen (1 m3)*

Material	Peso por 1m3	Proporciones
Cemento	402.28	1
Agregado Grueso	1471.14	3.66
Agua	150.20	15.87

Las dosificaciones se determinaron preparando un diseño de mezcla con agregados de 1/2 pulgada y 15 % de vacío que se muestra en la Tabla, expresado en kg/m<sup>3</sup>, con una relación de volumen de 1:3.66/saco; es decir, para 01 sacos de cemento, hay una dosificación que requiere 3.66 x 42.50 = 155.55 kg de agregados grueso de 1/2 pulgada y 15.87 lt agua. Se resume que la relación es: 1:3.66/15.87.

## M) Proporcionamiento para mezcla en Laboratorio

### 1. Dimensiones de la probeta Cilíndrica

Diámetro = 0.15 cm

Altura = 0.30 m

Desperdicio = 1.05 m<sup>3</sup>

N° de Probetas Cilíndricas = 8 unidades.

## 2. Cálculo del Volumen

$$V = \left( \frac{(\pi \times D^2) \times h}{4} \right) \times desperdicio$$

$$V = \left( \frac{(\pi \times (0.15)^2) \times (0.30)}{4} \right) \times 1.05$$

$$V = 0.0055665 \text{ m}^3 \times 8 \text{ Probetas}$$

$$V_t = 0.0445321$$

## N) Proporciones para 8 Probetas

Tabla 27

Razón del Diseño N 2 para 8 Probetas

Materiales	Unidad	Cantidad
Cemento	kg	21.12
Agregado Grueso	kg	65.51
Agua de la Mezcla	kg	7.81

Las dosis utilizadas para realizar el diseño de la mezcla son de agregado de 1/2" con vacíos al 15 % para 8 probetas: 21.12 kilos de cemento, 65.51 kilos de agregado grueso de 1/2" y 7.81 lt agua.

Se resume, las proporciones a 8 probetas es: 21.12: 65.51/7.81.

### ➤ Diseño 3 (Agregados de 1/2" y 20 % de Vacíos)

#### A) Características del material

Agregado: Cantera "Cocha 15"- Huácar

Tabla 28

Cualidades físicas del Agregado de 1/2" para diseño 3.

Denominación	Valor	Unidad
--------------	-------	--------

Tamaño Máximo Normal	1/2"	Plg
Peso Unitario Suelto	1.321	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	1.486	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Normal	2.450	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2.430	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	0.130	%
Absorción	0.770	%

Cemento: "ANDINO" /Portland Tipo 1

Agua: Agua Potable – Esperanza - Huánuco

**Tabla 29**

*Cualidades de Cemento y Agua para Diseño 3.*

Denominación	Valores	Unidad
Peso Esp. del Cemento	3.11	g/cm <sup>3</sup>
Peso Esp. del Agua	1	g/cm <sup>3</sup>

## **B) Determinación de la relación entre agua y cemento**

Mediante la norma se obtienen pastas estables y trabajables en una proporción A/C estables que varía entre 0,25 y 0,45. Su trabajabilidad es provechoso si el agua utilizada crea un aspecto lustroso y brillante en la mezcla.

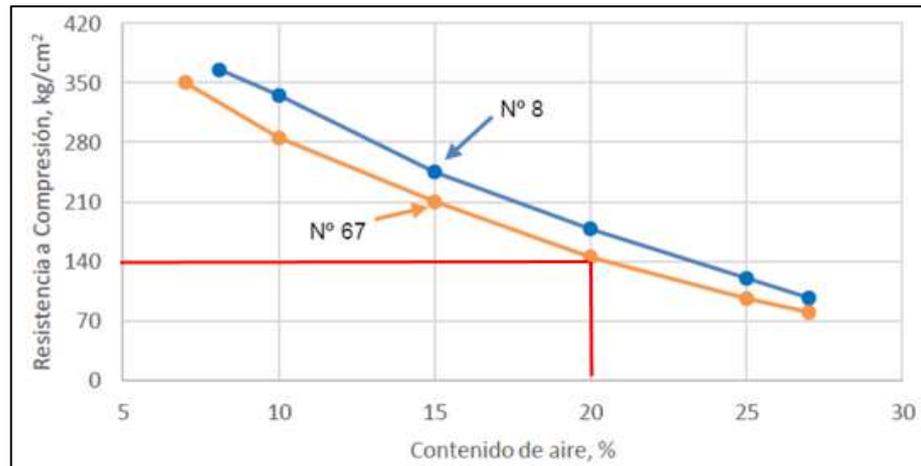
Para información de antecedentes, el valor de A/C considerado para el diseño es:  $A/C = 0.35$ .

## **C) Determinación porcentaje de Vacíos**

La porosidad en el concreto permeable está determinada por este número y se determina de la siguiente manera:

**Figura 31**

*Elección del 20% del Vacío con respecto a la Resistencia a la Compresión*



Fuentes: (Meininger, 1988).

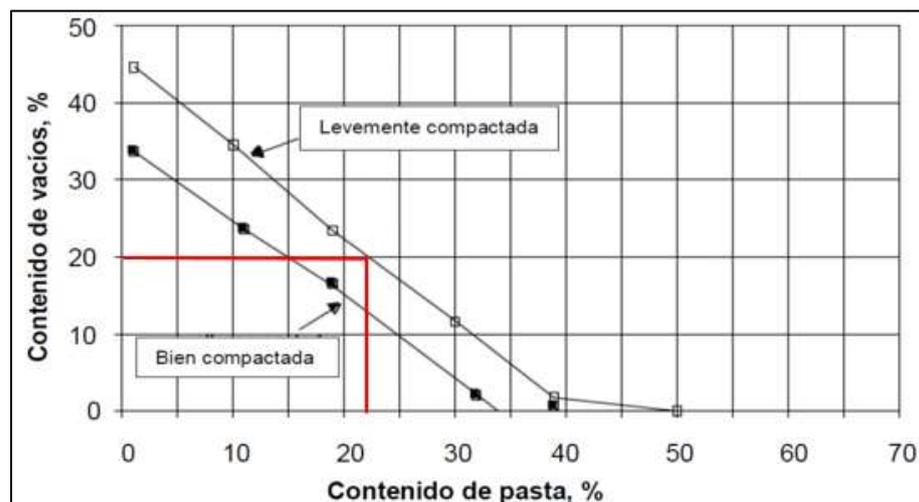
En el siguiente diseño se considera la porosidad de = 20 %

#### **D) Determinación del volumen de pasta (Cemento)**

La cantidad de masa de hormigón permeable se determinó como sigue.

**Figura 32**

*Razón entre Contenido de Aire y Pasta.*



Fuentes: (Meininger, 1988)

Al definir la porosidad se determina la porción de masa de acuerdo a la compactación a realizar. Para el diseño se consideró una ligera compresión para lograr una permeabilidad óptima.

El cálculo de la Tabla de datos para una porosidad del 20% del volumen de la pasta es: Vol. Pasta = 22.18%

### E) Determinación del valor de b/bo

Al informar los valores de su capacidad de Varilla Seca de Agregados (b/bo) por unidad de volumen, se utilizó la siguiente Tabla.

**Tabla 30**

*Cálculo del valor efectivo b/bo para Diseño 3.*

Porcentaje de Fino	b/bo	
	ASTM C-33 TAMAÑO N°8	ASTM C-33 Tamaño N°67
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

El cálculo b/bo consideró la proporción utilizada para el diseño de mezcla. Utiliza el agregado fino con un valor b/bo de 0.99.

### F) Determinación del Peso del Agregado Grueso

#### 1. Pesos de los Agregados Gruesos (PAG)

$$b/bo = \text{PAG} / \text{PUSC de Agregado ecuación... 1}$$

$$\text{PAG} = b/bo * \text{PUSC de Agregado} * 1\text{m}^3 \text{ ecuación... 2}$$

#### 2. Peso Unitario Seco Compactado (PUSC)

$$\text{PUSC} = \frac{\text{P. U. C. } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{(1 + \% \text{ de humedad})} \dots \text{ E. C. (3)}$$

Sustituyendo a la ecuación... 3

$$\text{PUSC} = 1484.07 \text{ Kg/m}^3$$

#### 3. Pesos de los Agregados Gruesos Secos (PAG)

Sustituyendo a la ecuación... 2

$$\text{PAG} = 0.99 * 1484.07 \text{ Kg/m}^3 * 1 \text{ m}^3 = 1469.23 \text{ Kg}$$

#### 4. Ajuste de Absorción (s.s.s)

$$\text{PAG (s.s.s)} = \text{PAG} * (1 + \% \text{ Absorción}) \text{ ecuación... 4}$$

Sustituyendo a la ecuación... 4

$$\text{PAG (s.s.s.)} = 1469.23 \text{ Kg} * (1 + 0.770 \%) = 1480.54 \text{ Kg}$$

#### 5. Sustrayendo el porcentaje que ocupa los Agregados Finos

No se hizo uso de los agregados finos para el presente diseño.

### G) Contenido de Cemento y Agua

#### 1. Determinar el Volumen de Pasta

$$V.P. = \frac{C}{P_{ec}} + \frac{A}{P_{ea}} \dots\dots E.C. (5)$$

Sustituyendo a la ecuación... 5

$$22.18 = \frac{C}{3110} + \frac{0.35 * C}{1000} \longrightarrow C = 330.28 \text{ kg/m}^3$$

#### 2. Determinar Agua de Diseño

$$A = 0.35 * C \text{ ecuación... 6}$$

Sustituyendo:

$$A = 0.35 * 330.28 = 115.60 \text{ Kg}$$

## H) Determinar volúmenes Absolutos

Tabla 31

Volumen absoluto Diseño 3-Agregado de 1/2" y 20% de Vacío.

	Peso calculado (kg)	Peso (sss) Laboratorios (kg/m3)	Volumen (m3)
Cemento	330.28	3110	0.1062
Agregado	1462.87	2430	0.6093
Agua	110.68	1000	0.1156
		<b>Volúmenes Solidos</b>	<b>0.8311</b>

## I) Determinar el Nuevo Porcentaje de Vacíos

Tabla 32

Nuevo Porcentaje de Vacíos del Diseño 3

Volumen Total (m <sup>3</sup> )	1
Volumen Sólido (m <sup>3</sup> )	0.831

$$\% \text{ de Vacío} = (V. \text{ Total} - \text{Solido}) \times 100 \dots \text{ecuación} \dots 7$$

Sustituyendo en ecuación... 7

$$\% \text{ de Vacío} = (1 - 0.831) \times 100 = 16.89\%$$

## J) Corregir por Humedad y Absorción

$$\text{Adi. de agua} = (\% \text{Absorción} - \% \text{humedad}) \times \text{PAG ecuación} \dots 8$$

Sustituyendo a la ecuación... 8

$$\text{Adición de Agua} = (0.770\% - 0.130\%) \times 1469.23 = 9.40 \text{ Kg}$$

Entonces el agua efectiva es:

$$\text{Agua Efectiva} = 115.60 + 9.40 = 125.00 \text{ Lt}$$

## K) Corregir por Humedad

$$C. H = 1469.23 + (1469.23 \times 0.130\%) = 1471.14 \text{ Kg}$$

## L) Proporciones

Tabla 33

Proporciones del Diseño 3 por Volumen (1 m<sup>3</sup>)

Materiales	Peso por 1m <sup>3</sup>	Proporción
Cemento	330.28	1
Agregado Grueso	1471.14	4.45
Agua	125.00	16.08

Las dosificaciones se determinaron preparando un diseño de mezclas con agregados de 1/2" y vacíos el 20% que se muestra en la Tabla 34, expresado en kg/m<sup>3</sup>, con una relación de volumen de 1:4.45/16.08 sacos; es decir, para 01 sacos de cemento, hay una dosificación que requiere  $4.45 * 42,5 = 189.125$  kg de agregado grueso de 1/2" y 15,99 lt de agua. Se resume, la relación es: 1:4.4.5/16.08.

## M) Proporcionamiento para mezcla en Laboratorio

### 1. Dimensiones de la probeta Cilíndrica

Diámetro = 0.15 cm

Altura = 0.30 m

Desperdicio = 1.05 m<sup>3</sup>

Nº de Probetas Cilíndricas = 8 unidades.

### 2. Cálculo del Volumen

$$V = \left( \frac{(\pi \times D^2) \times h}{4} \right) \times desperdicio$$

$$V = \left( \frac{(\pi \times (0.15)^2) \times (0.30)}{4} \right) \times 1.05$$

$$V = 0.005567 \text{ m}^3 \times 8 \text{ Probetas}$$

$$V_t = 0.04453207$$

## N) Proporciones para 8 Probetas

Tabla 34

*Razones del Diseño 3 para 8 Probetas*

<b>Materiales</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidades</b>
<b>Cemento</b>	kg	14.71
<b>Agregado Grueso</b>	kg	65.51
<b>Agua para Mezcla</b>	kg	5.57

Las dosis utilizadas para el diseño 03 de la mezcla son agregados de 1/2 pulgada con 20 % de vacíos para 8 probetas: 14.71 kg cemento, 65.51 kilos de agregado grueso de 1/2" y 5.57 lt de agua.

Se resume, la proporción para 8 probetas es: 14.71: 65.51/5.57.

### 3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

“Este instrumento es una herramienta que utilizan los investigadores para inspeccionar información y datos sobre la varianza que tienen en mente.”. (Hernández S. R., 2014)

El instrumento a utilizarse es:

- Fichas normadas por ensayos.
- Guía de análisis biográficos.

Tabla 35

*Fuentes, tecnologías y herramientas de recopilación de datos*

<b>FUENTE BIBLIOGRÁFICA</b>		
Fuente	Sistema	Instrumento
Físicas y Digitales	Análisis de Concreto	Comprensión Lectora
	Fichaje	Fichas Bibliográficas
	Apuntes - Método Cornell	Plantillas de apunte
<b>FUENTE DE CAMPO</b>		
Fuente	Sistema	Instrumento
Resultados determinados en el laboratorio	La observación	Cuadernos de observaciones Ficha de registros y seguimientos

### 3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

“Este instrumento es una herramienta que utilizan los investigadores para inspeccionar información y datos sobre la varianza que tienen en mente”. (Hernández S. R., 2014)

El instrumento a utilizarse es:

- Fichas normadas por ensayos.
- Guía de análisis biográficos.

El análisis e interpretación se realizó considerando:

- Obtener el valor de los parámetros y sus descripciones que se obtienen del LABORATORIO en comparación con el valor que se obtiene en las normas técnicas
- Ensayos de los diseños en el LABORATORIO.
- Obtención de los valores del (porcentaje de humedad, adsorción, el peso unitario suelto y compactado seco).
- Los cálculos en los softwares Excel para la obtención de datos.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

##### 4.1.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO (1/2")

Después de realizar las pruebas de laboratorio, se determinaron el (TMN), el peso unitario suelto y en barra (comprimido), la gravedad específica nominal y aparente, la cantidad de agua y los resultados de la absorción.

Mediante la Tabla 42 se muestra propiedades físicas medidas con los agregados de 1/2 pulgada.

**Tabla 36**

*Síntesis de las Particularidades físicas del Agregado de 1/2"*

<b>Denominación</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Tamaño Máximo Normal	1/2"	Plg
Peso Unitario Suelto	1.264	g/cm <sup>3</sup>
Peso Unitario Varillado	1.441	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Normal	2.66	g/cm <sup>3</sup>
Peso Específico Aparente	2.51	g/cm <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	0.52	%
Absorción	1.79	%

Utilizando las caracterizaciones obtenidas con agregados de 1/2 pulgada, se hizo el diseño de la mezcla, con la mayor porosidad y resistencia esperado  $F_c = 245 \text{ kg/cm}^2$  y se obtuvo la dosis adecuada para obtener la resistencia esperada. Por lo tanto, es más adecuado para su aplicación en aguas residuales urbanas.

#### 4.1.2. CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE

La siguiente Tabla muestra los criterios utilizados para los diseños mixtos de hormigón permeable N°01, N°02 y N°03. Usando los incrementos de 1/2 pulgada para los tres diseños, serán diferentes según se especifica en cada norma. Estos criterios se consideran de acuerdo con las recomendaciones de la norma ACI 522 R-10 para estructuras de mezclas de concreto permeable.

**Tabla 37**

*Criterios del Diseño 1 para las Mezclas de Concreto Permeable.*

<b>Criterio de diseño</b>	<b>Valores</b>
Tamaño Máximo Nominal de Agregado	1/2"
Relación Agua Y Cemento	0.35
Porcentaje de Vacíos	10%
Volumen de Pasta	31.85%
Volumen Varillado seco de Agregado (b/bo)	0.99

**Tabla 38**

*Criterios del Diseño 2 para Mezclas de Concreto Permeable.*

<b>Criterio de diseño</b>	<b>Valores</b>
Tamaño Máximo Nominal de Agregado	1/2"
Relación Agua Y Cemento	0.35
Porcentaje de Vacíos	10%
Volumen de Pasta	27.02%
Volumen Varillado seco de Agregado (b/bo)	0.99

**Tabla 39**

*Criterios del Diseño 3 para Mezclas de Concreto Permeable.*

<b>Criterio de diseño</b>	<b>Valores</b>
Tamaño Máximo Nominal de Agregado	1/2"
Relación Agua Y Cemento	0.35
Porcentaje de Vacíos	10%
Volumen de Pasta	22.18%
Volumen Varillado seco de Agregado (b/bo)	0.99

#### 4.1.3. DOSIFICACIONES DE MEZCLAS SEGÚN DISEÑOS

Las dosis conseguidas tras hacer un diseño de mezcla del concreto permeable se muestran en la siguiente Tabla. El diseño era parte de eso. Cálculo de proporciones de los materiales individuales a intervenir.

Para el diseño N°01 con 1/2 pulgada de agregado, se tuvo una fracción de kilogramo y su fracción de volumen por cada yarda cúbica, y la relación fue de 1:3.10/15,72 litros/saco.

**Tabla 40**

*Dosis para el Diseño 1*

<b>Materiales</b>	<b>Peso x 1m3.</b>	<b>Relación</b>
<b>Cementos.</b>	474.28	1
<b>Agregado Grueso</b>	1471.14	3.10
<b>Agua</b>	175.40	15.72

Para el diseño N°02 con 1/2 pulgada de agregado, se tuvo una fracción de kilogramo y su fracción de volumen por cada yarda cúbica, y la relación fue de 1:3.66/15.87litros/saco.

**Tabla 41**

*Dosis para el Diseño 2*

<b>Materiales</b>	<b>Peso x 1m3.</b>	<b>Relación</b>
<b>Cementos.</b>	402.28	1
<b>Agregados Gruesos</b>	1471.14	3.66
<b>Agua</b>	150.20	15.87

Para el diseño N°03 con 1/2 pulgada de agregado, se tuvo una fracción de kilogramo y su fracción de volumen por cada yarda cúbica, y la relación fue de 1:4.45/16.08 litros/saco.

**Tabla 42**

*Dosis para el Diseño 3*

<b>Materiales</b>	<b>Pesos x 1m3.</b>	<b>Relación</b>
<b>Cementos.</b>	330.28	1
<b>Agregados Gruesos</b>	1471.14	4.45
<b>Agua</b>	125.00	16.08

#### 4.1.4. ENSAYOS DEL CONCRETO PERMEABLE

##### ➤ Ensayo de Concreto Permeable en Estado Fresco

De acuerdo a la norma ASTM C1688 requiere que se realicen pruebas en mezclas de concreto premezclado para calcular la trabajabilidad y consistencia en un tiempo dado utilizado en el campo (Palacios, 2018).

**Tabla 43**

*Asentamiento*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
<i>Muy seco</i>	Menor 2mm
<i>Seco</i>	0" - 1"
<i>Plástico Seco</i>	1" - 3"
<i>Plástica</i>	3" - 5"
<i>Muy Plástica</i>	5" - 7 1/2"

La Tabla anterior muestra los parámetros para evaluar mezclas de concreto permeable crudo en la prueba de asentamiento.

La información obtenida durante las pruebas de los diseños se presentará en las siguientes Tablas.

**Tabla 44**

*Asentamiento de Concreto Permeable*

<b>Gradación</b>	<b>Diseño N.º 1 1/2" - 10% de Vacío</b>	<b>Diseño N.º 2 1/2" - 15% de Vacío</b>	<b>Diseño N.º 3 1/2" - 20% de Vacío</b>
<i>Slump (cm)</i>	0.6	0.4	0.2
<i>Consistencia</i>	<i>Seco</i>	<i>Seco</i>	<i>Seco</i>

Para el diseño N°01 con agregados de 1/2 pulgada y 10% de vacío dio un asentamiento de 0.6 cm, mientras que el diseño N°02 con pasos de 1/2 pulgada y 15% de vacío dio un asentamiento de 0.4 cm. Por otro lado, el diseño N°03 con paso de 1/2 pulgada y 20% de vacío dio un asentamiento de 0.2 cm.

## ➤ Ensayos al Concreto Permeable en Estado Endurecido

### Resistencia a la Compresión

Se produjeron especímenes circulares, determinando la resistencia óptima y la aplicación del concreto producido en estructuras de pavimento duro. Permeabilidad de 0.15 m de (D.) y 0.30 m de (H) ensayada los días 7, 14 y 28. En los días restantes, se probaron tres muestras para determinar con mayor precisión la resistencia promedio. (Palacios Bernaldo, 2018)

Se rompieron seis tubos de ensayo después de 7 días de curado para confirmar y analizar la resistencia alcanzada por las muestras.

**Tabla 45**

*Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 1*

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Probeta 1</b>	<b>Probeta 2</b>
Carga Máxima	Kgf.	16780	18890
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm <sup>2</sup>	222.94	209.65
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>216.30</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 01 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según ACI 522 R-10 da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Todas las muestras están en el intervalo especificado.

**Figura 33**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 1*



Se observa que la resistencia a la compresión para los 7 días al Diseño N°01 (con agregado de 1/2 pulgada y 10% de vacío) es de 216.30 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 46**

*Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 2*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	21100	20800
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm <sup>2</sup>	145.70	142.98
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>144.34</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 02 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que la norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Están en el rango todas las muestras.

**Figura 34**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 2*



Se observa que la resistencia a la compresión para los 7 días al Diseño N°02 (con agregado de 1/2 pulgada y 15% de vacío) es de 144.34 kg/cm2.

**Tabla 47**

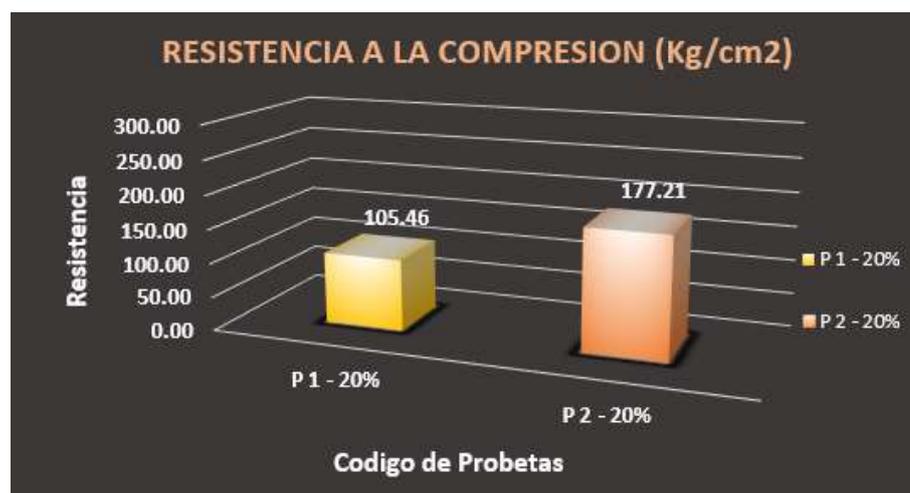
*Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 3*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	14620	13180
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm2	105.46	177.21
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>141.34</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 03 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según la norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Todas las muestras están dentro del rango especificado.

**Figura 35**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 7 días - Diseño 3*



Se observa que la resistencia a la compresión para los 7 días al diseño N°03 (con agregado de 1/2 pulgada y 20% de vacío) es de 141.34 kg/cm2.

Se rompieron seis tubos de ensayo después de 14 días de curado para confirmar y analizar la resistencia alcanzada por las muestras.

**Tabla 48**

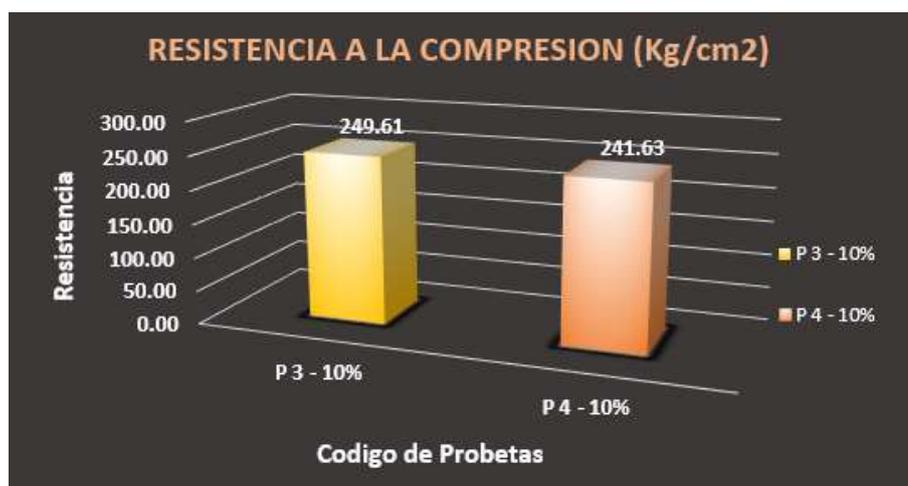
*Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 1*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	19900	18900
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm2	249.61	241.63
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>245.62</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 01 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según la norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Están en el rango todas las muestras.

**Figura 36**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 1*



Se observa que la resistencia a la compresión para los 14 días al diseño N°01 (con agregado de 1/2 pulgada y 10% de vacío) es de 245.62 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 49**

*Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 2*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	21510	22190
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm <sup>2</sup>	233.75	243.90
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>238.83</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 02 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según la norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Están en el rango todas las muestras.

**Figura 37**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 2*



Se observa que la resistencia a la compresión para los 14 días al Diseño N°02 (con agregado de ½ pulgada y 15% de vacío) es de 238.83 kg/cm2.

**Tabla 50**

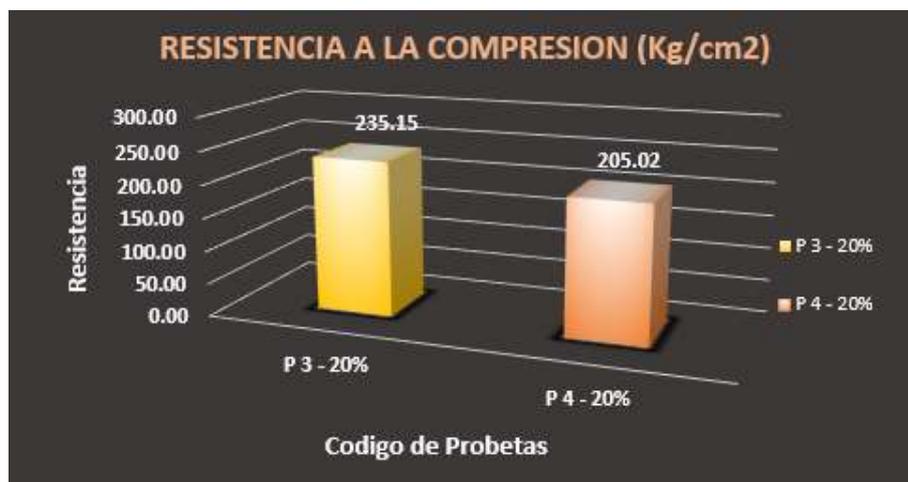
*Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 3*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	11280	11290
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm2	235.15	205.02
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>220.09</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 03 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Están en el rango todas las muestras.

**Figura 38**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 14 días - Diseño 3*



Se observa que la resistencia a la compresión para los 14 días al diseño N°03 (con agregado de 1/2 pulgada y 20% de vacío) es de 220.09 kg/cm<sup>2</sup>.

Se rompieron seis tubos de ensayo después de 28 días de curado para confirmar y analizar la resistencia alcanzada por las muestras.

**Tabla 51**

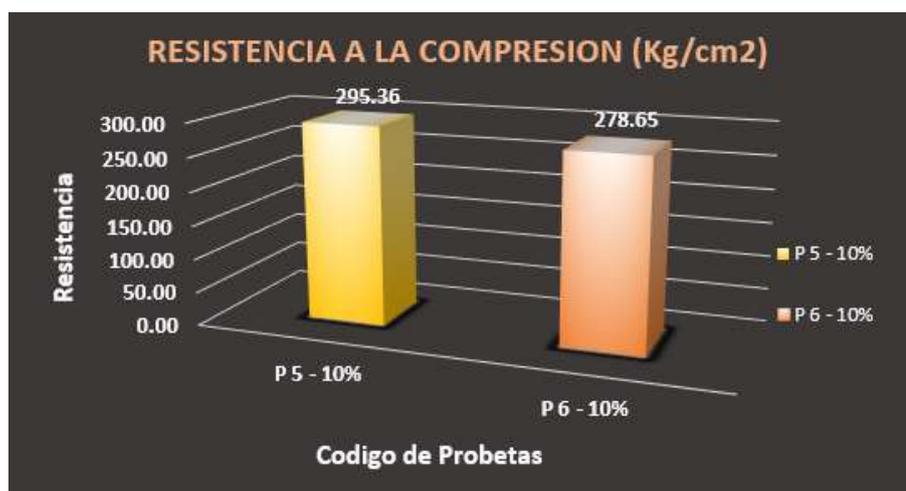
*Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 1*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	17028	17520
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm <sup>2</sup>	295.36	278.65
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>287.01</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 01 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Están en el rango todas las muestras.

**Figura 39**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 1*



Se observa que la resistencia a la compresión a los 28 días al diseño N°01 (con agregado de 1/2 pulgada y 10% de vacío) es de 287.01 kg/cm2.

**Tabla 52**

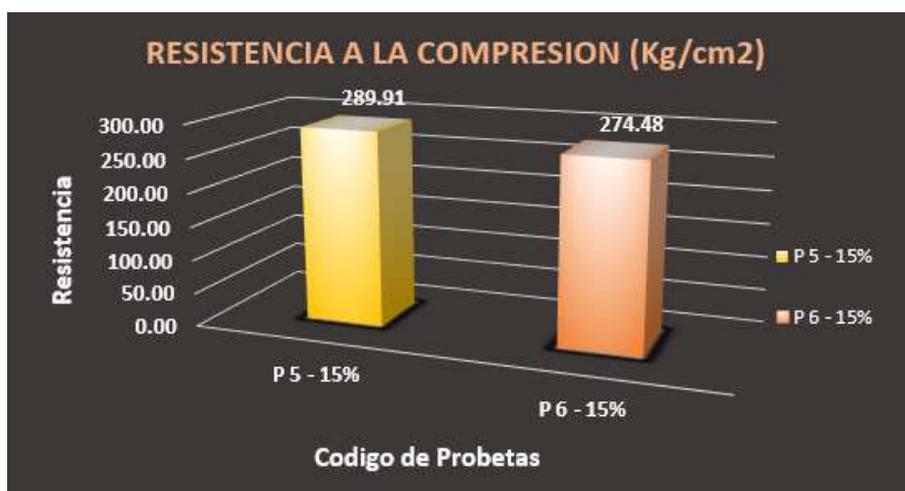
*Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 2*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	17028	17520
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm2	289.91	274.78
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>282.20</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 02 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Están al rango todas las muestras.

**Figura 40**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 2*



Se observa que la resistencia a la compresión a los 28 días al diseño N°02 (con agregado de 1/2 pulgada y 15% de vacío) es de 282.20 kg/cm2.

**Tabla 53**

*Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 3*

Descripción	Unidad	Probeta 1	Probeta 2
Carga Máxima	Kgf.	17028	17520
Tipos de Fallas		Tipo IV	Tipo V
Resistencia	Kg/cm2	241.65	260.01
<b>Resistencia Promedio</b>	<b>Kg/cm2</b>	<b>250.83</b>	

Después de recibir los resultados, usé las barras para crear un gráfico y lo comparé con los números de diseño mixto. 03 muestra los valores máximos y mínimos alcanzados. Cabe destacar que según norma da un intervalo de compresión, confirma que los valores de fuerza son correctos. Están en el rango todas las muestras.

**Figura 41**

*Variación de Resistencia a la Compresión a los 28 días - Diseño 3*



Se observa que la resistencia a la compresión a los 28 días al diseño N°03 (con agregado de 1/2" y 20% de vacío) es de 250.83 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Resumen de resistencias a la compresión a los 7, 14 Y 28 Días De Curado**

En cuestión de resumen se emplea una Tabla de las resistencias a la compresión promedio probadas después en los días 7, 14 y 28 de cada diseño.

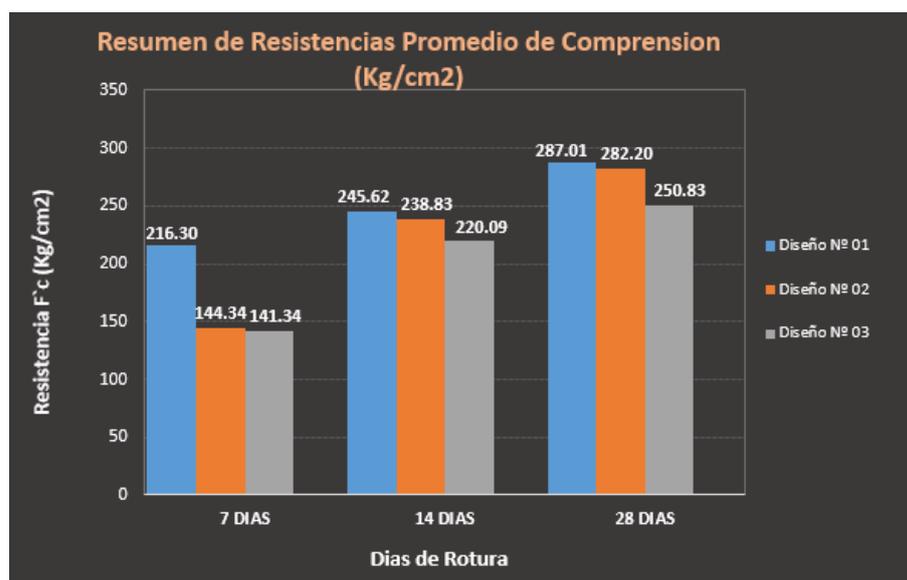
**Tabla 54**

*Resistencia a la Compresión Promedio a los 7, 14 y 28 días*

<b>Diseños</b>	<b>Descripciones</b>	<b>Días</b>	<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Diseño 1</b>	Agregado 1/2" y 10% de Vacío	7 días	216.30
		14 días	245.62
		28 días	287.01
<b>Diseño 2</b>	Agregado 1/2" y 15% de Vacío	7 días	144.34
		14 días	238.83
		28 días	282.20
<b>Diseño 3</b>	Agregado 1/2" y 20% de Vacío	7 días	141.34
		14 días	220.09
		28 días	250.83

**Figura 42**

*Resistencia Promedio a la Compresión en 7, 14 y 28 días*



En la figura anterior se puede ver la resistencia a la presión media a los 7, 14 y 28 días. El diseño N°01 consigue en la fecha establecida una  $F_c = 287.01 \text{ kg/cm}^2$ , que es el 117.15% de la resistencia anhelada de  $245 \text{ kg/cm}^2$ . En cambio el diseño N°02 consigue en la fecha establecida resistencia de  $282.20 \text{ kg/cm}^2$ , que es el 115.18% de la resistencia establecida de  $245 \text{ kg/cm}^2$ .

Del mismo modo para el diseño N°03 consigue en la fecha establecida una resistencia media de  $250.83 \text{ kg/cm}^2$ , que es el 102.38% de la resistencia esperada de  $245 \text{ kg/cm}^2$ .

### **Por lo tanto se tiene**

Para éste caso los 3 diseños superan la resistencia de  $245 \text{ kg/cm}^2$ . El diseño N°01 (agregado de 1/2" con cavidades de 10%), diseño N°02 (agregado de 1/2" con cavidades de 15%), y diseño N°03 (agregado de 1/2" con cavidades de 20%), cabe mencionar que el diseño N°01 tiene una resistencia optima mucho mayor que los diseños N°02 y N°03. Esto es cierto según ACI 522R-10. La norma específica un rango de resistencia  $28 \text{ kg/cm}^2$  a  $280 \text{ kg/cm}^2$  y concluimos que los diseños compuestos se encuentran en el rango especificado.

#### 4.1.5. PERMEABILIDAD

Para realizar la prueba de permeabilidad fue necesario fabricar un permeámetro con tubería de PVC (ver Apéndice). Una vez que los tubos de ensayo estuvieron listos, las muestras fueron colocadas y ensambladas usando abrazaderas de metal y caucho. Luego se realizaron pruebas de acuerdo con la sugerencia de la Norma y la conclusión se muestra en el siguiente párrafo.

##### ➤ Ensayo de Permeabilidad del Diseño N° 01

Los estudios de permeabilidad se realizaron en 02 tubos de ensayo con las conclusiones se aprecia en la Tabla 61.

**Tabla 55**

*Resultado de Ensayo de Permeabilidad – Diseño 1*

<b>Diseño N°1</b>	<b>Nomb re Probet a</b>	<b>L (cm )</b>	<b>Tiemp o (seg)</b>	<b>H1 (cm )</b>	<b>D1 (cm )</b>	<b>D2 (cm )</b>	<b>A1 (cm)</b>	<b>A2 (cm)</b>	<b>H2 (cm )</b>	<b>K (cm/ s)</b>	<b>K Pro m. (cm/ s)</b>
<b>Agregad os de 1/2" con 10% de Vacío</b>	P7	30	200	20	15	15	176.7 2	176.7 2	10	0.104	0.103
	P8	30	203	20	15	15	176.7 2	176.7 2	10	0.102	

De acuerdo con (ACI 522 R-10), en el intervalo de permeabilidad que se establece en los intervalos de 0,14 cm/s y 1,22 cm/s, y el valor de permeabilidad que se obtuvo de todos los tubos de ensayo no estuvieron dentro del rango.

**Figura 43**

*Resultado del Ensayo de Permeabilidad – Diseño 1*



El diseño N°01 (agregado de 1/2 pulgada con 10% de cavidades y mezcla) tiene una permeabilidad promedio de 0.103cm/seg.

➤ **Ensayo de Permeabilidad del Diseño N° 02**

Los estudios de permeabilidad se realizaron en 02 tubos de ensayo con la conclusión se aprecia en la Tabla 62.

**Tabla 56**

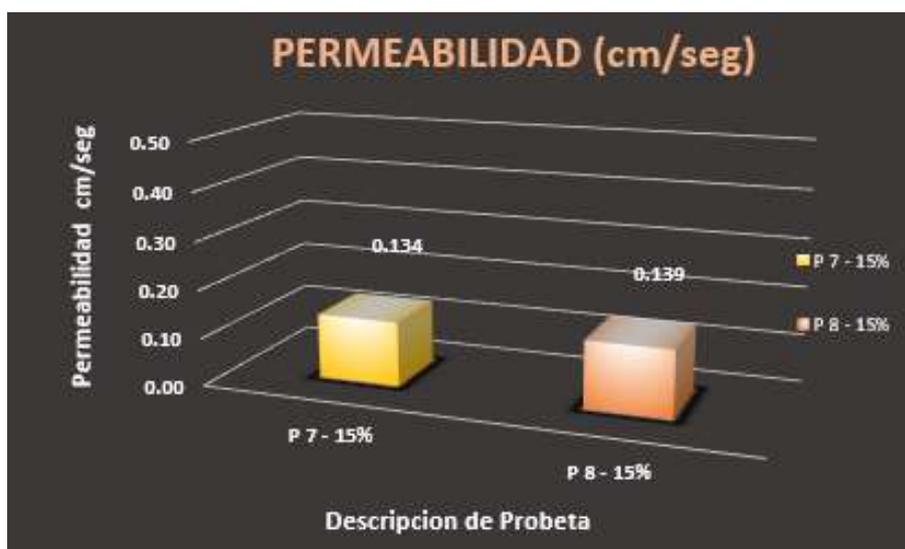
*Resultado de Ensayo de Permeabilidad – Diseño 2*

Diseño N°1	Nomb re Probeta	L (cm)	Tiem po (seg)	H1 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	H2 (cm)	K (cm/s)	K Pro m. (cm/s)
Agregad os de 1/2" con 15% de Vacío	P7	30	155	20	15	15	176.72	176.72	10	0.134	0.136
	P8	30	150	20	15	15	176.72	176.72	10	0.139	

De acuerdo con (ACI 522 R-10), en el intervalo de permeabilidad que se establece en los intervalos de 0,14 cm/s y 1,22 cm/s, y el valor de permeabilidad obtenidos de todos los tubos de ensayo no estuvieron dentro del rango.

**Figura 44**

*Resultado del Ensayo de Permeabilidad – Diseño 2*



El diseño N°02 (agregado de 1/2 pulgada con 15% de cavidades y mezcla) tiene una permeabilidad promedio de 0.136cm/seg.

➤ **Ensayo de Permeabilidad del Diseño N° 03**

Los estudios de permeabilidad se realizaron en 02 tubos de ensayo con la conclusión se aprecia en la Tabla 63.

**Tabla 57**

*Resultado de Ensayo de Permeabilidad – Diseño 3*

Diseño N°1	Nombre Probeta	L (cm)	Tiempo (seg)	H1 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	A1 (cm)	A2 (cm)	H2 (cm)	K (cm/s)	K Prom. (cm/s)
Agregados de 1/2" con 20% de Vacío	P7	30	81	20	15	15	176.72	176.72	10	0.257	0.254
	P8	30	83	20	15	15	176.72	176.72	10	0.251	

De acuerdo con (ACI 522 R-10), en el intervalo de permeabilidad que se establece en los intervalos de 0,14 cm/s y 1,220cm/s, y el valor de permeabilidad obtenidos de todos los tubos de ensayo estuvieron dentro del rango. Se confirmó que este rango es el rango establecido.

**Figura 45**

*Resultado del Ensayo de Permeabilidad – Diseño 3*



El diseño N°03 (agregado de 1/2 pulgada con 20% de cavidades y mezcla) tiene una permeabilidad promedio de 0.254cm/seg.

### **Resumen Del Ensayo De Permeabilidad:**

En la Tabla se aprecia las permeabilidades.

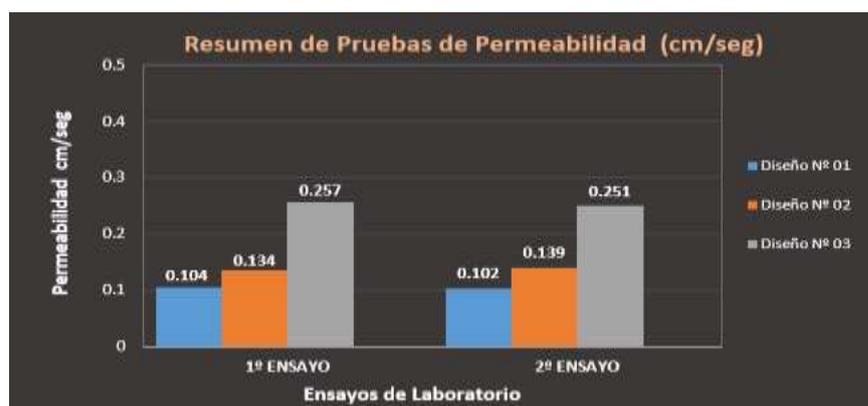
**Tabla 58**

*Permeabilidad Promedios a los 7 y 14 días*

<b>Diseño</b>	<b>Descripción</b>	<b>Permeabilidad Ensayo(cm/s)</b>	<b>Permeabilidad Promedio (cm/s)</b>
<b>Diseño 1</b>	Agregados 1/2" y 10% de Vacío	0.104 0.102	0.103
<b>Diseño 2</b>	Agregados 1/2" y 15% de Vacío	0.134 0.139	0.136
<b>Diseño 3</b>	Agregados 1/2" y 20% de Vacío	0.257 0.251	0.254

**Figura 46**

*Resumen de la Permeabilidad Promedio*



En la imagen anterior se puede ver la transparencia de los diseños. El diseño 01 logra una permeabilidad máx. de 0.104cm/s y una permeabilidad mín. de 0.102cm/s, lo que corresponde a una permeabilidad promedio de 0.103cm/s. Por otro lado, el diseño 02 tiene una permeabilidad máx. de 0.139 cm/s y una permeabilidad mín. de 0.134cm/s, resultando en una transmisión promedio de 0.136cm/s.

De manera similar, podemos observar una permeabilidad máx. de 0.257cm/s, una permeabilidad mín. de 0.251cm/s y una permeabilidad promedio de 0.254cm/s lograda por el diseño 03.

### **Por lo Tanto**

El diseño 01 y diseño 02 presentan permeabilidades estando por debajo del rango especificado en la Norma ACI 522 R-10, mientras que el diseño 03 presenta un coeficiente de permeabilidad que se mantiene en el rango de la Norma ACI 522 R-10, en donde menciona que la permeabilidad del hormigón debe estar entre 0,14 cm/s y 1,22 cm/s al ser considerado como un concreto permeable y garantizar un óptimo drenaje. Analizamos el valor cuantitativo para ello observamos al diseño 03, que presenta una permeabilidad dentro de la norma (ACI 522 R-10). Por el contrario, existe el diseño 01 y 02 que presentan permeabilidades por debajo de lo establecido por la Norma ACI 522 R-10, por lo tanto, estas no son apreciadas como concretos permeables.

## **4.2. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS**

### **4.2.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL**

De acuerdo a Martínez (2012) la prueba de hipótesis también conocida como prueba de significación comprueba los supuestos de valor estadístico de una población.

#### **1. FORMULAR LA HIPOTESIS NULA Y ALTERNA**

##### **a. HIPÓTESIS NULA**

Se califica como hipótesis inicial en cual se va apreciar y comprobar de acuerdo a un método estadístico T Student.

Se califica hipótesis nula como  $H_0$ .

##### **b. HIPÓTESIS ALTERNATIVA**

Se califica mediante el enunciado que contrasta a la hipótesis nula, la reemplaza cuando es rechazado.

Se califica a la hipótesis alternativa como  $H_1$ .

##### **c. SELECCIÓN DEL NIVEL DE SIGNIFICADO**

El nivel ayuda a propagar la probabilidad de ocurrencia y minimizar el error a un valor determinado dependiendo del tipo de significancia, correspondiendo el 5% a un efecto "significativo"; 1%, "muy significativo" y 10%, considerado "poco significativo", el análisis corresponde a la resistencia del concreto, y el nivel de "significancia" es del 5%, lo que permite que el concreto sea utilizado de manera universal (Altamirano, 2019).

**Tabla 59**

*T de Student para diferentes grados de libertad*

$r$	$1 - \alpha$							
	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	0.679	0.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
$\infty$	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576

Fuente: Autor Tesis de (Altamirano, 2019)

#### d. ESTADÍSTICO DE PRUEBA T STUDENT

De acuerdo Martínez (2012) se obtiene de la media poblacional de la distribución, y la población se reduce para considerar solo muestras pequeñas con unidades menores o iguales a 30. Como prueba de hipótesis, cuando se conoce la desviación estándar poblacional del grupo experimental, el tamaño de la muestra no importa, comparándolo con la hipótesis de la hipótesis.

#### e. PROCEDIMIENTO DEL CÁLCULO ESTADÍSTICO

Para esta investigación se realiza una contratación hipotética unilateral, mediante el procedimiento estadístico comienza con el establecimiento de la hipótesis y al mismo tiempo las condiciones para su verdad o falsedad.

H Nula, cumple cuando:  $H_0: \mu \leq \mu_0$

H Alternativa, cumple cuando:  $H_0: \mu > \mu_0$

Se determina el valor t student mediante la fórmula:

$$t = \frac{x_i - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

determinar la Contratación Unilateral

En donde:

$X_i$  = Media

$s$  = Desviación estándar

$\mu$  = Media Poblacional

$n$  = Numero de muestras

“t” está dentro a la aceptación HN es verdadero y si es rechazo, HN es falso.

#### 4.2.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

##### ➤ Contrastación de Hipótesis a Compresión F´C

##### Diseño 1

##### A) Datos Obtenidos de Ensayos a Compresión

Tabla 60

Conclusión de Ensayo Compresión a los 28 días - Diseño 1

<b>ENSAYO DEL DISEÑO 1</b>					
N°	Descripción	Días	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Media F´c (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Diseño 1	28	295.36	287.01	5.28
	(Agregados de				
2	1/2" con 10% de Vacíos)	28	278.65		

Se obtuvo los resultados de:

$$X_i = 287.01 \text{ Kg/cm}^2 \quad s = 5.28 \text{ Kg/cm}^2 \quad n = 6$$

#### B. FORMULAMOS LA HIPÓTESIS A PARTIR DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

Hi: El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20% y la resistencia esperada de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

Se propone:

Ho:  $\mu \leq 245 \text{ Kg/cm}^2$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no logro la  $f'c$  prometida en  $245 \text{ Kg/cm}^2$ )

Hi:  $\mu > 245 \text{ Kg/cm}^2$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 logra la  $f'c$  prometida en  $245 \text{ Kg/cm}^2$ )

Tomando el nivel de significancia  $\alpha = 5 \%$  y el grado de libertad de  $6-1=5$ , es así que el valor de " $t_\alpha$ " de acuerdo a la Tabla de T student es 2.015.

Se determinar el valor "t"

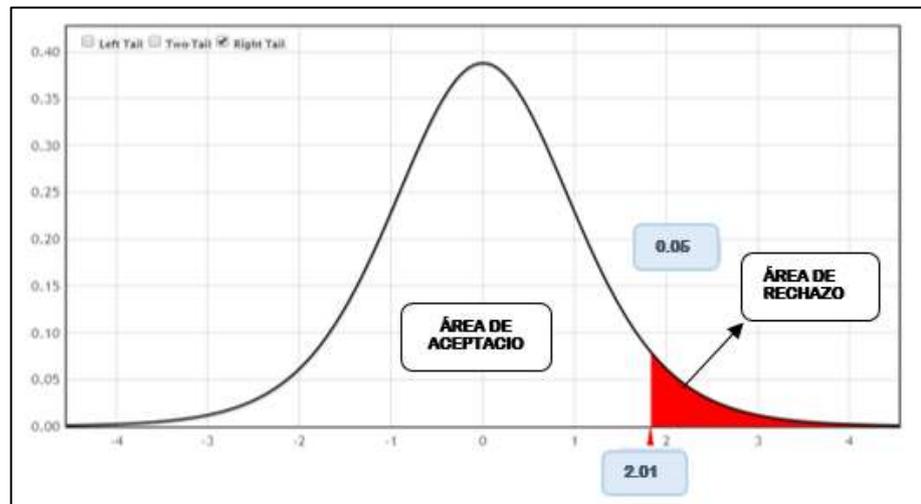
$$t = \frac{x_i - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 19.49$$

Se ubica el valor en el gráfico para determinar el área.

**Figura 47**

*Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 1*



Se comprueba el valor de  $t = 19.49$  permanece en el área de rechazo.

Decisión: el valor  $H_0$  está dentro del área de rechazo por lo que se cumple, teniendo el nivel de significancia de 0.05 y la confiabilidad de 95% la hipótesis alternativa es verdadera, por lo que "El porcentaje

máximo de porosidad que alcanzará el diseño de concreto permeable es de 20% sin debilitar la resistencia de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión”.

## Diseño 2

### A) Datos Obtenidos de Ensayos a Compresión

Tabla 61

Conclusión de Ensayo Compresión a los 28 días - Diseño 2.

<b>ENSAYO DEL DISEÑO 1</b>					
N°	Descripción	Días	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Media F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Diseño 1 (Agregados de 1/2" con 15% de Vacíos)	28	289.91	282.20	4.88
2		28	274.48		

Se obtuvo los resultados de:

$$X_i = 282.20 \text{ Kg/cm}^2 \quad s = 4.88 \text{ Kg/cm}^2 \quad n = 6$$

### B. FORMULAMOS LA HIPÓTESIS A PARTIR DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

Hi: El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20 % y la resistencia esperada de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

Se propone:

Ho:  $\mu \leq 245 \text{ Kg/cm}^2$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no logra la Resistencia prometida en  $245 \text{ Kg/cm}^2$ )

Hi:  $\mu > 245 \text{ Kg/cm}^2$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 logra la Resistencia prometida en  $245 \text{ Kg/cm}^2$ )

Tomando el nivel Significancia  $\alpha = 5\%$  y el grado de libertad de  $6-1=5$ , es así que el valor de “ $t_\alpha$ ” de acuerdo a la Tabla de T student es 2.015

Se determina el valor “ $t$ ”

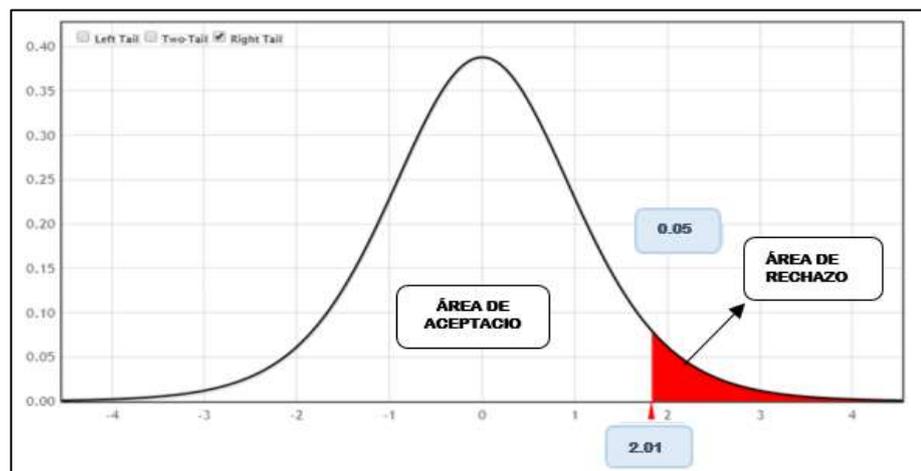
$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 18.67$$

Se ubica el valor en el grafico para determinar el área.

**Figura 48**

*Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 2*



Se comprueba el valor de  $t = 18.67$  permanece en el área de rechazo.

Decisión: el valor de  $H_0$  está dentro del área de rechazo se cumple que, teniendo un nivel de significancia de 0.05 y la confiabilidad de 95% la hipótesis alternativa es verdadera “El porcentaje máximo de porosidad que alcanzará el diseño de concreto permeable es de 20% sin debilitar la resistencia de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión”.

### Diseño 3

#### A) Datos Obtenidos de Ensayos a Compresión

Tabla 62

Conclusión de Ensayo Compresión a los 28 días - Diseño .

<b>ENSAYO DEL DISEÑO 1</b>					
N°	Descripción	Días	Resistencia a la Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Media F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Diseño 1	28	241.65	250.83	5.81
2	(Agregados de 1/2" con 20% de Vacíos)	28	260.01		

Se obtuvo los resultados de:

$$X_i = 250.83 \text{ Kg/cm}^2 \quad s = 5.81 \text{ Kg/cm}^2 \quad n = 6$$

#### B. FORMULAMOS LA HIPÓTESIS A PARTIR DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

Hi: El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20% y la resistencia esperada de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

Se propone:

Ho:  $\mu \leq 245 \text{ Kg/cm}^2$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no logra la  $f'c$  prometida en  $245 \text{ Kg/cm}^2$ )

Hi:  $\mu > 245 \text{ Kg/cm}^2$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 logra la  $f'c$  prometida en  $245 \text{ Kg/cm}^2$ )

Tomando el nivel de Significancia  $\alpha = 5 \%$  y el grado de libertad de  $6-1= 5$ , es así que el valor de "ta" de acuerdo a la Tabla de T student es 2.015

Se determina el valor de “t”:

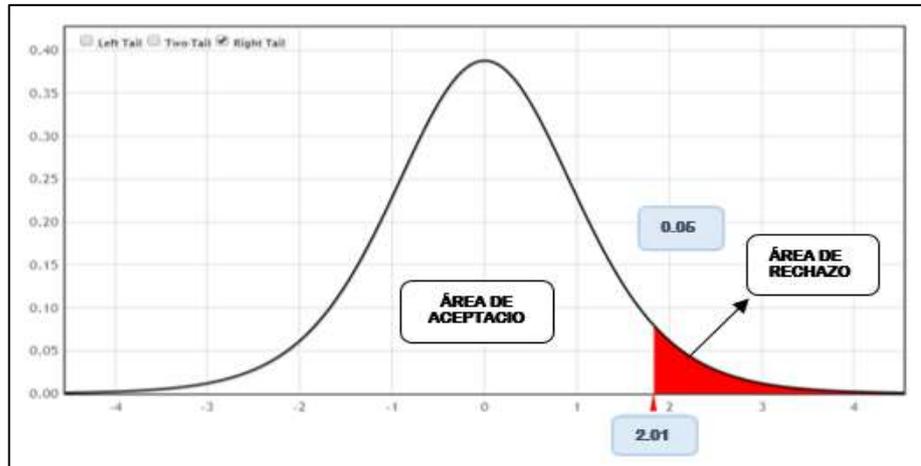
$$t = \frac{x_i - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 2.46$$

Se Ubica el valor en el grafico para determinar el área

**Figura 49**

*Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 3*



Se comprueba que el valor de  $t = 2.46$  permanece en el área de rechazo.

Decisión: el valor de  $H_0$  está dentro del área de rechazo por lo que se cumple, teniendo el nivel de significancia de 0.05 y la confiabilidad de 95% la hipótesis alternativa es verdadero “El porcentaje máximo de porosidad que alcanzará el diseño de concreto permeable es de 20% sin debilitar la resistencia de  $f_c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión”.

## ➤ Contratación de Hipótesis con Permeabilidad

### Diseño 1

#### A) Datos Obtenidos de Ensayos de Permeabilidad

Tabla 63

Conclusión del Ensayo del Permeabilidad del Diseño 1

ENSAYO DEL DISEÑO 1					
N°	Descripción	Días	Resistencia a la Permeabilidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Media F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Diseño 1	28	0.104	0.103	0.001
2	(Agregados de 1/2" con 10% de Vacíos)	28	0.102		

Se obtuvo los resultados de:

$$X_i = 0.103 \text{ Kg/cm}^2 \quad s = 0.001 \text{ Kg/cm}^2 \quad n = 2$$

#### B. FORMULAMOS LA HIPÓTESIS A PARTIR DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

Hi: El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20 % y la resistencia esperada de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

Se propone:

Ho:  $\mu \leq 0.14 \text{ cm/seg}$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no es adecuado para un drenaje en el Distrito de Huácar)

Hi:  $\mu > 0.14 \text{ cm/seg}$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 es adecuado para un drenaje en el Distrito de Huácar)

Tomando el nivel de Significancia  $\alpha = 5\%$  y el grado de libertad de  $2-1=1$ , es así que el valor de “ $t_{\alpha}$ ” de acuerdo a la Tabla de T student es 6.314.

Se determina el valor “ $t$ ”

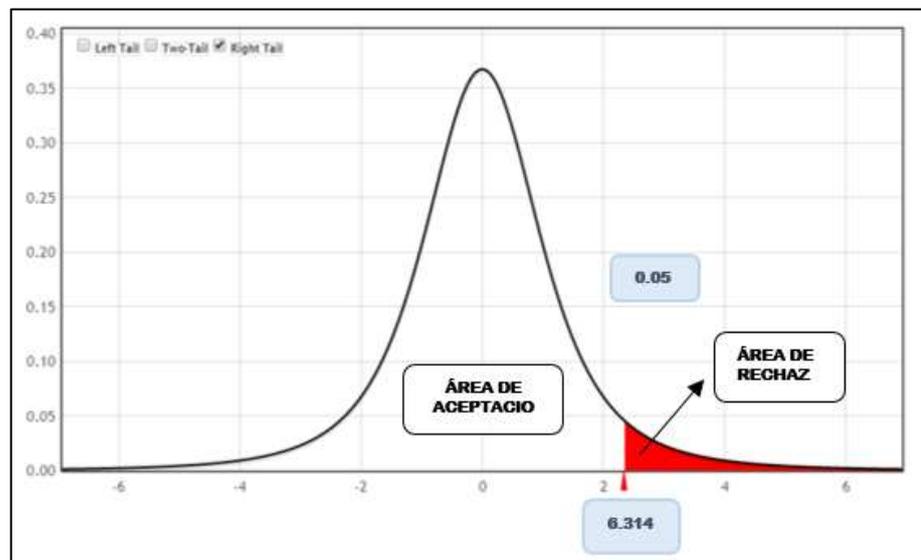
$$t = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = -52.33$$

Se ubica el valor en el gráfico para determinar el área.

**Figura 50**

*Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 1*



Se comprueba el valor de  $t = -52.33$  permanece en el área de rechazo.

Decisión: el valor de  $H_0$  está dentro del área de rechazo por lo que se cumple, teniendo el nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad de 95% la hipótesis nula es verdadera “El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no es adecuado para un drenaje en el distrito de Huácar”.

## Diseño 2

### A) Datos Obtenidos de Ensayos de Permeabilidad

Tabla 64

Conclusión del Ensayo de Permeabilidad del Diseño 2

<b>ENSAYO DEL DISEÑO 1</b>					
N°	Descripción	Días	Resistencia a la Permeabilidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Media F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Diseño 1	28	0.134	0.136	0.003
2	(Agregados de 1/2" con 15% de Vacíos)	28	0.139		

Se obtuvo los resultados de:

$$X_i = 0.136 \text{ Kg/cm}^2 \quad s = 0.003 \text{ Kg/cm}^2 \quad n = 2$$

### B. FORMULAMOS LA HIPÓTESIS A PARTIR DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis general

Hi: El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20 % y la resistencia esperada de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

Se propone:

Ho:  $\mu \leq 0.14 \text{ cm/seg}$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no es adecuado para un drenaje en el Distrito de Huácar)

Hi:  $\mu > 0.14 \text{ cm/seg}$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 es adecuado para un drenaje en el Distrito de Huácar)

Tomando el nivel de Significancia  $\alpha = 5\%$  y el grado libertad de  $2-1=1$ , es así el valor de “ $t_{\alpha}$ ” de acuerdo a la Tabla de T student es 6.314

Se determina el valor “t”

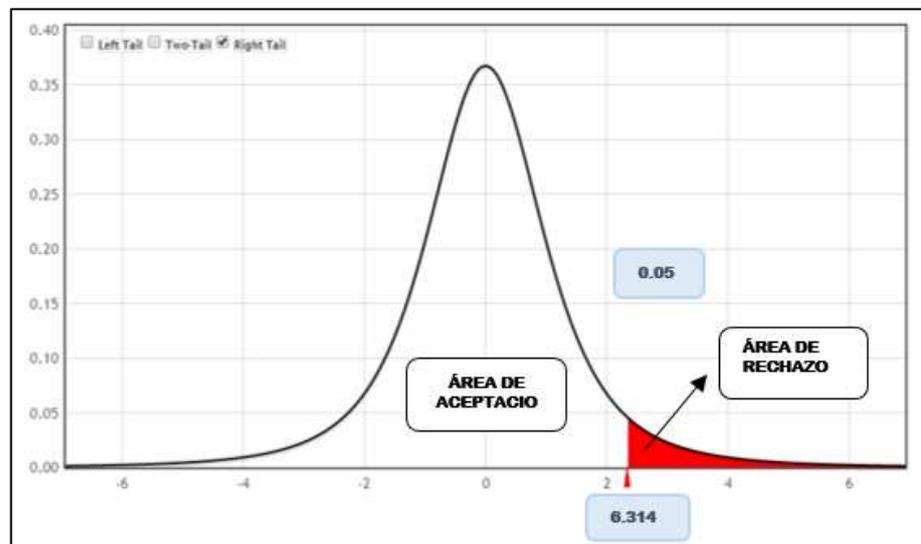
$$t = \frac{x_i - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = -1.89$$

Se ubica el valor en el gráfico para determinar el área.

**Figura 51**

*Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 2*



Se comprueba el valor de  $t = -1.89$  permanece del área de aceptación.

Decisión: el valor de  $H_0$  está dentro del área de aceptación por lo que cumple teniendo un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad de 95% la hipótesis alternativa es verdadera “El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no es adecuado para un drenaje en el distrito de Huácar”.

### Diseño 3

Tabla 65

Conclusión del Ensayo del Permeabilidad del Diseño 3

ENSAYO DEL DISEÑO 1					
N°	Descripción	Días	Resistencia a la Permeabilidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Media F'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación Estándar (kg/cm <sup>2</sup> )
1	Diseño 1	28	0.257	0.254	0.004
2	(Agregados de 1/2" con 20% de Vacíos)	28	0.251		

Se obtuvo los resultados de:

$$X_i = 0.254 \text{ Kg/cm}^2 \quad s = 0.004 \text{ Kg/cm}^2 \quad n = 2$$

### B. FORMULAMOS LA HIPÓTESIS A PARTIR DE LA HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Hipótesis general:

Hi: El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20 % y la resistencia esperada de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

Se propone:

Ho:  $\mu \leq 0.14 \text{ cm/seg}$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 no es adecuado para un drenaje en el Distrito de Huácar)

Hi:  $\mu > 0.14 \text{ cm/seg}$  (El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 es adecuado para un drenaje en el Distrito de Huácar)

Tomando el nivel de Significancia  $\alpha = 5\%$  y el grado de libertad de  $2-1= 1$ , es así el valor de " $t_{\alpha}$ " de acuerdo a la Tabla de T student es 6.314

Se ubica el valor en el gráfico para determinar el área.

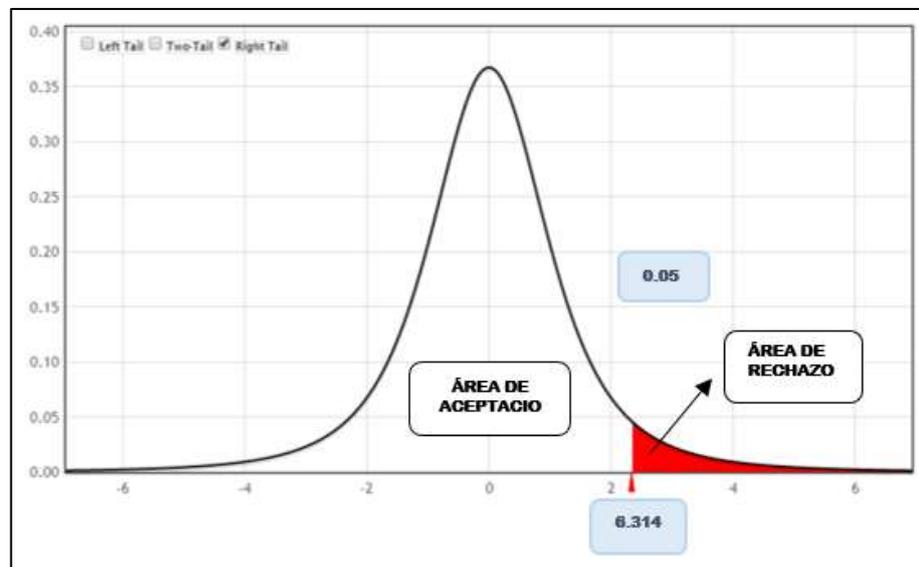
$$t = \frac{x_i - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$

$$t = 40.31$$

Se ubica el valor en el gráfico para determinar el área.

**Figura 52**

*Selección del Valor de T con respecto a la Compresión del Diseño 3*



Se comprueba el valor de  $t = 40.31$  permanece en el área de rechazo.

Decisión: el valor de  $H_i$  está dentro del área de rechazo por lo que cumple, teniendo un nivel de significancia de 0.05 y confiabilidad de 95% hipótesis alternativa es verdadera “El diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregado de la Cantera Cocha15 es adecuado para un drenaje en el distrito de Huácar”.

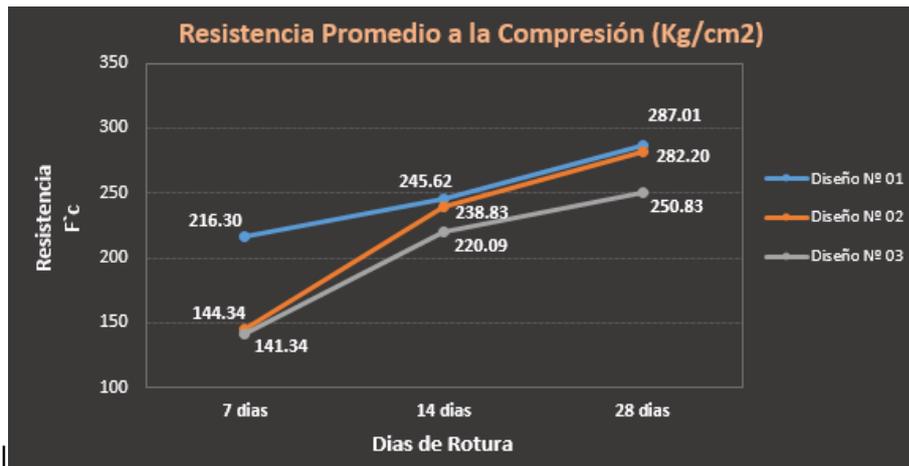
## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Figura 53

Comparativos de las Resistencias Promedios a la Compresión.

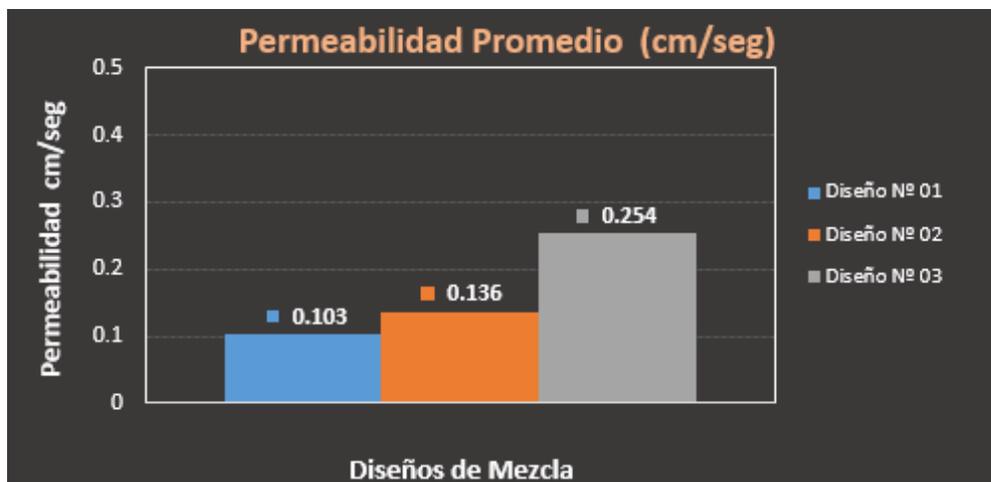


En las gráficas anteriores presentadas, es posible visualizar los cambios en los resultados de resistencia a la compresión de acuerdo a los ensayos (probeta) de concreto permeable a los 7, 14 y 28 días. Gracias a este gráfico podemos ver que los 3 diseños superan la resistencia de 245 kg/cm<sup>2</sup>. Diseño N°01 (agregado de 1/2" y 10% de vacío), diseño N°02 (agregado de 1/2" y 15% de vacío), y diseño N°03 (agregado de 1/2" y 20% de vacío), cabe mencionar que el diseño N°01 tiene una resistencia optima mucho mayor que los diseños N°02 y N°03. Los 3 lograron mayor durabilidad, pasando la f'c a la compresión de 245 kg/cm durante 28 días. Se visualiza que el diseño N°01 (agregado de 1/2" y 10% cavidades) tiene la resistencia a la compresión más alta después de 28 días con una f'c de 287.01 kg/cm<sup>2</sup>. Se puede observar a menor porosidad del agregado, en este caso una mezcla de agregados de 1/2", mayor resistencia, hormigón permeable.

## 5.2. COMPARACIÓN DE LA PERMEABILIDAD

Figura 54

Cuadro Comparativo de Permeabilidad de los tres Diseños.



En el gráfico se muestra una Tabla comparativa de valores de permeabilidad para cada diseño, la permeabilidad más alta se logra con el diseño 03 (agregado de 1/2 pulgada con porosidad de 20%) con un valor de 0.254 cm/s y la permeabilidad más baja se logra con el diseño 01 (agregado de 1/2" con porosidad de 10%) con un valor de 0.103 cm/s, por lo que se puede deducir una Tabla comparativa de valores de permeabilidad, llegamos a la conclusión de que cuantos más huecos contenga la mezcla, más permeable será el hormigón cuando se diseñe con el mismo gradiente de árido. El valor de la permeabilidad está en el intervalo especificado en (ACI 522 R-10), permeabilidad del hormigón. La transmitancia es de 0,14 cm/s a 1,22 cm/s. Porque si alguno del diseño cae sobre los rangos especificados en (ACI 522 R-10), no se considera concreto permeable.

## 5.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

**Hipótesis:** El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 20 % y la resistencia esperada de  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  a la compresión para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

### **A) Contrastación de hipótesis generales**

De acuerdo a la hipótesis general se comprobó mediante el método estadístico T de Student se menciona:

### **B) Con respecto a la resistencia a la compresión**

Para los diseños 01, 02 y 03, se concluyó que la construcción de pavimento duro permeable utilizando el agregado de la Cantera Cocha15 superaron la  $f'c$  prevista de  $245 \text{ kg/cm}^2$ .

Mientras que para el diseño 03, se concluyó que "la construcción de pavimento duro permeable utilizando el agregado de la Cantera Cocha15 sobrepasó la  $f'c$  prevista de  $245 \text{ kg/cm}^2$ ".

### **C) Con respecto a la permeabilidad**

La conclusión para los diseños 01, 02 se determina que "el diseño de pavimento rígido permeable utilizando agregados de la Cantera Cocha15 no son adecuados para dar solución al drenaje urbano del Distrito de Huácar".

Mientras que para el diseño 03 concluimos que se encuentra en el rango establecido por la Norma ACI 522 R-1O, tiende ser de  $0.14$  a  $1.22 \text{ cm/s}$ , el cual si es óptimo para el uso en pavimentos rígidos permeables.

## **5.4. DIALÉCTICA DE RESULTADOS**

Con base al estudio realizado y para luego confirmar la hipótesis utilizando el procedimiento estadístico T de Student, se acepta la hipótesis general de que un pavimento duro permeable creado con agregado de la Cantera Cocha15 alcanzará el 20% de porosidad y resistencia a la compresión esperada. La resistencia es  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  para lograr un drenaje óptimo en el Distrito de Huácar, ya que el diseño número 03 (unidad de 1/2"

con 20% de vacío) logra una resistencia a la compresión de 250.83 Kg/cm<sup>2</sup>, la cual supera la resistencia esperada de 245 Kg/cm<sup>2</sup>, Asimismo, el diseño 03 sería la mejor opción para el alcantarillado urbano del Distrito de Huácar por su permeabilidad de 0.254 cm/seg. el cual se encuentra dentro del rango definido por la norma (ACI 522 R-10), en el rango de 0,14 cm/seg hasta 1,22 cm/seg.

Los resultados fueron contrastados con investigaciones anteriores que examinaron el diseño de pavimento rígido permeable con más contenido de porosidad y resistencia a la compresión mediante el uso de diferentes métodos.

Como Japa (2020), en su tesis, sustenta que los cuatro diseños que se planteó, se estableció que el diseño de un pavimento rígido permeable utilizando agregados de 3/8" de la cantera Figueroa, logro alcanzar una porosidad del 15 % y un  $f_c=216.45$  kg/cm<sup>2</sup> a la compresión, determinando que es adecuado para ser utilizado en el drenaje Urbano en el Distrito de Huácar puesto que mantiene una permeabilidad de 0.309 cm/s, conservando del rango de 0.14 cm/seg a 1.22 cm/seg, que cita la Norma ACI 522 R-10, incluyendo un costo estimado de S/.443.28 por m<sup>3</sup>, que es menor costo de elaboración de concreto convencional.

En un análisis más detallado de este estudio, aceptamos la hipótesis específica donde indica el máximo porcentaje de porosidad alcanzará una estructura de hormigón permeable 20% sin perder su resistencia a la compresión  $f_c=245$ kg/cm<sup>2</sup>, pues luego del análisis de prueba de hipótesis podemos deducir que el diseño N° 03 contiene 20% la resistencia a huecos y rellenos de 1/2" alcanza los 250.83 kg/cm<sup>2</sup>, superando la resistencia es de 245 kg/cm<sup>2</sup> y si se aumenta el porcentaje de vacíos a más del 20% entonces la resistencia será menor a 245 kg/cm<sup>2</sup>.

Tal como lo menciona Falcón (2018), en su tesis, menciona el análisis obtenido de los resultados, más adecuado para el diseño del pavimento poroso para el estacionamiento de zona urbana del Distrito de Huácar, tuvo mayor resultado con  $a/c = 0.28$ , % vacíos = 15 en un tiempo de curación de

28 días, resultando un esfuerzo cortante corregido de 82.73 kg/cm<sup>2</sup> y por flexión de 27.09 kg/cm<sup>2</sup>.

Para este estudio, aceptamos la hipótesis de que los tamaños nominales máximos y mínimos de los agregados de la cantera Cocha15 serán 1/2" para determinar mayor porosidad y a la resistencia a compresión  $f'_c=245$  kg/cm<sup>2</sup>, Diseño Óptimo por Concreto Permeable para de Drenaje Urbano, cabe mencionar que en términos de permeabilidad son los más adecuados hacia el drenaje urbano.

Finalmente, se acepta la hipótesis específica que se relaciona con agua-cemento para el diseño de pavimento permeable debe ser respectivamente baja con el fin de lograr una máxima porosidad y resistencia a la presión para el drenaje urbano de  $f'_c=245$  kg/cm<sup>2</sup>, diseño de mezcla que se empleó al capítulo anterior, cuanto menor sea la cantidad de agua en el diseño de mezcla, mayor será la resistencia del concreto, sin olvidar que la relación A/C en el rango de 0.26 a 0.45 es recomendada por (ACI 522 R-10). Nuevamente, este estudio utilizó una relación a/c = 0,35 para los 3 diseños; También vale la pena mencionar que cuando se reduce la relación de a/c, el concreto permeable tiene menor trabajabilidad.

## CONCLUSIONES

Después de realizar varias caracterizaciones del material y pruebas de concreto permeable en condiciones frescas y curadas según lo recomendado por los estándares a la Norma ACI 522 R-10 en concreto permeable, la hipótesis se comprobó de acuerdo al procedimiento estadístico T-Student. Es así que la discusión, presentación y dialéctica de la conclusión se llegó a cabo posteriormente.

1. De los tres diseños propuestos en este estudio, el diseño de pavimento duro permeable con agregado de 1/2 de pulgada de la cantera Cocha15 tuvo una porosidad del 20% y una resistencia a la compresión  $f'c$  = valor permisible de 250.83 kg/ cm<sup>2</sup>. Mantiene una permeabilidad de 0.254 cm/s, haciendo ideal para su uso en el Distrito de Huácar. Encontrándose dentro de 0,14 cm/s. a 1,22 cm/s. cumpliendo con la norma ACI 522 R-10.
2. Del mismo modo, concluimos que el porcentaje máx. de vacío y (TMN) de los agregados son inversamente proporcionales a la resistencia que puede proporcionar en los ensayos de concreto permeable debido a que, a mayor % de vacío y TMN de los agregados obtenemos como resultado que la resistencia a la compresión de las estructuras de hormigón disminuye.
3. Por otro lado, también se puede concluir que la porosidad máxima y el tamaño nominal máx (TMN) de los agregados son directamente proporcionales a la permeabilidad del ensayo de concreto permeable. En otras palabras, el aumento de la porosidad y el tamaño nominal máximo de los agregados de las estructuras de hormigón permeable aumenta la permeabilidad del hormigón.
4. De igual forma, se finaliza con, a menor contenido de agua en la estructura mixta, mayor resistencia del hormigón, pero menor porosidad obtenida por diseño.

5. En este estudio se realizaron tres diseños de mezclas de concreto permeable de acuerdo en la norma ACI 522 R-10, con los valores de resistencias a la compresión y permeabilidad se visualizan en la Tabla siguiente:

<b>Diseños</b>	<b>Descripciones</b>	<b>Días</b>	<b>Resistencia Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Diseño 1</b>	Agregado 1/2" y 10% de Vacío	7 días	216.30
		14 días	245.62
		28 días	287.01
<b>Diseño 2</b>	Agregado 1/2" y 15% de Vacío	7 días	144.34
		14 días	238.83
		28 días	282.20
<b>Diseño 3</b>	Agregado 1/2" y 20% de Vacío	7 días	141.34
		14 días	220.09
		28 días	250.83

## RECOMENDACIONES

1. Para una mayor investigación, sugerimos usar el diseño 03 y usar relaciones A/C superiores a 0.35 para lograr una mayor resistencia y reemplazar los pavimentos convencionales. Este diseño es bajo en comparación con los costos de fabricación del concreto convencional.
2. Es recomendable continuar con la investigación en esta dirección. También se recomienda trabajar con porosidad de agregados y TMN menores a los sugeridos en el presente estudio si se desea lograr mayor resistencia.
3. Para conseguir el concreto permeable con alto valor de permeabilidad, se sugiere utilizar la porosidad del agregado y TMN para futuras investigaciones. Más grande de lo sugerido por la investigación actual.
4. Por lo tanto, en futuras investigaciones, se recomienda realizar ensayos a relaciones A/C más bajas para lograr una mayor resistencia sin perder la porosidad del concreto.
5. Si desea revisar diseños específicos anteriores desarrollados en este estudio, lo alentamos a utilizar los criterios y las pautas que se proporcionan la Norma ACI 522 R-10, "Reporte de Concreto Permeable", como también se debe considerar el tipo de suelo al que aplica y los datos hidrológicos locales. Además, también es posible agregar aditivos para mejorar la durabilidad y siendo incluidos en varios componentes de la estructura del camino, como vías, aceras, bordillos y áreas, el centro frente a la universidad, la plaza, el parque, sobre todo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACI 211.3R. (2009). *Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete* (Vol. 02). American Concrete Institute (ACI).
- ACI 522R-10. (2010). *Report on Pervious Concrete*. American Concrete Institute (ACI).
- Akunna, J., Bizeau, C., & Moletta, R. (1993). nitrate and nitrite reductions with anaerobic sludge using various carbon sources: Glucose, glycerol, acetic acid, lactic acid and methanol. *Institut National de la Recherche Agronomique, Laboratoire de Biotechnologie de l'Environnement des IAA, Boulevard General de Gaulle, France*.
- ASTM. (2003). *Standard Classification for Sizes of Aggregate for Road and Bridge Construction*. # 522.1.08.
- Altamirano Piñan, T. J. (2019). *Elaboración del concreto permeable para transito liviano usando agregados de la cantera de Santa María del Valle "La Despensa" Huánuco - 2019*. Huanuco: Personal.
- Barahona, R., Martinez, M., & Zelaya, S. (2013). *COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADO GRUESO DE LAS CANTERAS, EL CARMEN, ARAMUACA Y LA PEDRERA, DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR. (Tesis de Pre Grado)*. UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL, El Salvador.
- Bautista Pereda, A. J. (2018). *DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE PARA LA EVACUACIÓN DE AGUA PLUVIALES SEGÚN LA NORMA ACI 522R-10*. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- Beeldens, A., & Vijverman, L. (Agosto de 2009). *Adoquines de hormigón permeables al agua. Estructuras duraderas para una política integrada del agua*. Obtenido de Asociación Española de la Carretera: <https://www.aecarretera.com/servicios/publicaciones/revista-carreteras/articulos-publicados/137-revista-carreteras-n-166/544-adoquines-de-hormigon-permeables-al-agua-estructuras-duraderas-para-una-politica-integrada-del-agua>

- Benites, J. (2014). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE USANDO AGREGADOS DE LA CANTERA RÍO JEQUETEPEQUE Y EL ADITIVO CHEMAPLAST*. (Tesis de Pre Grado). UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, FACULTAD DE INGENIERÍA , Cajamarca.
- Borja, M. (2016). *Metodología de la Investigación Científica para Ingenieros*. Chiclayo.
- Casanova, M. L. (2002). *Topografía Plana*. Merida: El deposito de Ley.
- Córdova Zamora, M. (2014). *Estadística Descriptiva e Inferencial*. Lima: Moshera S.R.L.
- De La Cruz, Y. (2017). *Pavimientos Permeables como Alternativa de Drenaje en las principales Calles de La ciudad de Ayacucho, Perú*. (Tesis de Pre Grado). Universidad Nacional de San Cristobal de Huamanga, Facultad de Ingeniería de Minas Geología y Civil, Ayacucho.
- Esquerre García , M., & Silva Silva, H. (2019). *Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú*. Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS.
- Falcon , F., & Santos, J. (2016). *DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE, CON AGREGADOS DE LA CANTERA CHULLQUI, PARA EL DRENAJE URBANO EN ESTACIONAMIENTOS EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO*. (Tesis de Pre Grado). UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZAN", FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA, Huánuco.
- Fernández, C., Hernández , R., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Mc Graw Hill Education.
- Flores, C., & Pacompia, I. (2015). *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*. (Tesis de Pre Grado). UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA, Puno.
- Garcia Haba, E. (2005). *Control de escorrentias Urbanas mediante pavimntos permeables: Aplicacion en climas mediterraneos*. Valencia: Personal.

- Garnica Anguas, P., Delgado Alamilla, H., Gómez López, J., Alonso Romero, S., & Alarcón Orta, H. (2004). *ASPECTOS DEL DISEÑO VOLUMÉTRICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS*. México: SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE.
- Guerra Chayña, P. (2019). *Calidad en el drenaje y diseño de un pavimento rígido permeable con agregados de la cantera Isla, en las vías de la Villa Chullunquiani del sector nor-oeste de la ciudad de Juliaca*. Juliaca: Universidad Peruana Union.
- Guerra Chayña, P., & Guerra Ramos, C. (20 de Setiembre de 2020). *Revista de Difusión Cultural y Científica de la Universidad La Salle en Bolivia*. Obtenido de Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible.: [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2071-081X2020000200008](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-081X2020000200008)
- Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M., Rodríguez, I., Rojas, L., & Segura, G. (Junio de 2012). Efecto de la variación agua/cemento en el concreto. *Tecnología en Marcha*, 25.
- Guzmán, C. (2016). *CONCRETO PERMEABLE, VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SU USO EN VIAS URBANAS DE BAJO TRANSITO, EN COMPARACIÓN CON EL CONCRETO HIDRAÚLICO CONVENCIONAL COMO SOLUCION A LOS PROBLEMAS DE INUNDACIONES EN ZONAS ALEDAÑAS AL HUMEDAL DE JABOQUE*. (Tesis de Pre Grado). Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, Bogotá.
- Hernández, B., & Martínez, O. (2014). *DISEÑO DE UN CAMPO DE PRUEBA PILOTO DE PAVIMENTOS PERMEABLES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA*. (Tesis de Pre Grado). UNIVERSIDAD DE CARTAGENA, FACULTAD DE INGENIERÍA, Cartagena.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). Mc Graw Hill Education.
- Hernández, S. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico.

- Hunt, W., & Collins, K. (2008). *Permeable Pavement: Research Update and Design Implications. North Carolina State University Cooperative Extension.*
- Japa Garay, Luis (2020). *Diseño de pavimento rígido permeable con mayor porosidad y resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  a la compresión utilizando agregados de la Cantera Figueroa para un óptimo drenaje urbano en la ciudad de Huánuco.* Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Manrique Purizaca, J. A. (2019). *Diseño y prueba de mezclas de concreto con baja pérdida de trabajabilidad en el tiempo.* Piura: Universidad de Piura.
- Martínez, C. (2012). *Estadística y muestreo.* Colombia: ECOE Ediciones.
- Meininger. (1988). No-Fines Pervious Concrete for Paving. *Concrete International*, 10(8).
- Mendoza Vera, E., & Ospina García, J. (2018). *MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE COMO PARTE DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RÍGIDO, APLICADO A VÍAS DE TRÁFICO MEDIO.* Bogotá, D.C.: UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Morquencho Vines, A. (2021). *Diseño de un concreto permeable para mejorar el drenaje pluvial en pavimentos de la Calle Lima – Piura 2021.* Piura: Universidad Cesar Vallejo.
- Naciones Unidas. (16 de Mayo de 2018). *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.* Obtenido de Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo: <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- Norma Técnica de Edificaciones OS 060. (s.f.). *Drenaje Pluvial Urbano.* Perú.
- NRMCA. (2010). CIP 38 - CONCRETO PERMEABLE. *El Concreto en la Practica, ¿Qué, Porqué y Como?*
- Palacios, F. (2018). *DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS COMO ÓPTIMO SISTEMA DE DRENAJE EN DISTRITO DE INDEPENDENCIA – HUARAZ – ANCASH, 2018.* Huaráz: Universidad Cesar Vallejo.

- Palacios Bernaldo, F. A. (2018). *Diseño de concreto permeable para su aplicación en pavimentos como óptimo sistema de drenaje en distrito de Independencia - Huaraz - Ancash, 2018 (Tesis de Pre Grado)*. Huaraz.
- Panduro Saboya, S., & Sinti Ríos, R. (2021). *“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE PARA EL CONTROL DEL DRENAJE PLUVIAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN”*. Tarapoto: Universidad Científica del Perú - UCP.
- Panduro Saboya, S., & Sinti Ríos, R. (2021). *PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO, UTILIZANDO CONCRETO PERMEABLE PARA EL CONTROL DEL DRENAJE PLUVIAL EN EL DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN*. Tarapoto: Universidad Científica del Perú.
- Pérez. (2009). *Estudio Experimental de Concretos Permeables con Agregados. (Tesis de Pre Grado)*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, México.
- Perez, J. (2017). *“INFLUENCIA DE LA GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS E HIDRÁULICAS DE UN CONCRETO PERMEABLE, TRUJILLO 2017. (Tesis de Pre Grado)*. Universidad Privada del Norte, FACULTAD DE INGENIERIA, Trujillo.
- Polanco, A. (2012). *Manual de prácticas de laboratorio de concreto*. México: UACH.
- Porras Morales, J. M. (2017). *Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad*. Costa Rica: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.
- Rivano, F. (2004). *Análisis de eventos extremos de precipitación y su efecto en el diseño de drenaje superficial de tierras agrícolas del sur de Chile*. Valdivia - Chile: Tesis Universidad Austral de Chile.
- Rivva, E. (2014). *Diseño de Mezclas (Segunda Edición ed.)*. Lima: Instituto de la construcción y gerencia (ICG).
- Rondoy Aguilar, R. N. (2018). *“Diseño de un Pavimento Permeable y Drenaje Pluvial del Tramo Jr. San Lorenzo – Mercado de Piura, 2018”*. Piura: Universidad César Vallejo.

- Samame Ortiz, L. (2022). *DISEÑO COMPARATIVO DE PAVIMENTOS DRENANTE Y CONVENCIONALES CON SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL PARA EL CASCO URBANO DEL DISTRITO DE PÍTIPO, PROVINCIA DE FERREÑAFE, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2020*. Chclayo: UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.
- Samohod Romero, A. (2018). *Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de agua pluviales según norma ACI 522R-10*. Lima: Personal.
- Tarifeño Fonseca, B. (2019). *EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE. 2018*. Pimentel - Lambayeque: Universidad Señor de Sipán.
- Tennis, P., Leming, V., & Akers, D. (2004). *Pervious concrete pavements*. Porlant cement Association (PCA).
- Torres, N. A., & Villate, B. E. (2001). *Topografía*. Bogota: Pearson Educacion de Colombia.
- Villegas Purizaca, L., & Yarleque Fernández, N. (2021). *“Evaluación de las Causas del Deterioro Constante del Tramo de Carretera de la Av. Guillermo Gullman de las Progresivas Km 990+000 al Km 993+000, Provincia de Piura y Departamento de Piura”*. Piura: Universidad Nacional de Piura.

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Claudio Angulo, J. (2024). *Diseño de pavimento rígido permeable con mayor porosidad y  $f'c=245\text{kg/cm}^2$  empleando agregados de la cantera cocha 15 para un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huacar, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

# **ANEXOS**

## **ANEXO 1**

### **MATRIZ DE CONSISTENCIA**

TITULO: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y  $F^C=245\text{KG}/\text{CM}^2$  EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHA15 PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR,

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Problema General:</b> ¿En qué medida un diseño de pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá un mayor grado de porosidad y resistencia <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b> ¿Cuál será el porcentaje máximo de vacíos para lograr un diseño de concreto permeable sin perder la resistencia de <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión?  ¿Cuál será el tamaño máximo y máximo nominal del agregado para obtener mayor porosidad y la resistencia de <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión de un diseño de concreto permeable para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023?  ¿De qué manera influye la relación A/C en el diseño de un pavimento rígido permeable para adquirir la mayor porosidad y la resistencia <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023?</p>	<p><b>Objetivo General:</b> Proponer un diseño de pavimento rígido permeable con mayor grado de porosidad y resistencia <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión empleando agregados de la cantera Cocha15 para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.</p> <p><b>Objetivo Específicos:</b> Identificar el porcentaje máximo de vacíos que logre un diseño de concreto permeable sin perder la resistencia de <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión.  Identificar el tamaño máximo y máximo nominal del agregado para obtener mayor porosidad y la resistencia <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> a la compresión de un diseño de concreto permeable para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.  Identificar la influencia que tiene la relación agua/cemento (A/C) en el diseño de un pavimento rígido permeable para adquirir la mayor porosidad y la resistencia <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> <b>Hi:</b> El diseño de un pavimento rígido permeable empleando agregados de la cantera Cocha15, permitirá alcanzar una porosidad del 15 % y la resistencia esperada de <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023</p> <p><b>Hipótesis Especifica:</b> El porcentaje máximo de porosidad que alcanzará el diseño de concreto permeable es de 15 % sin perder la resistencia de <math>f'c=245\text{kg/cm}^2</math> a la compresión.  El tamaño máximo y máximo nominal del agregado de la cantera Cocha15 será de 1/2" para conseguir mayor porosidad y la resistencia <math>f'c=210\text{kg/cm}^2</math> a la compresión de un diseño de concreto permeable para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.  La relación A/C en el diseño de un pavimento rígido permeable</p>	<p><b>Técnicas e instrumentos:</b> <b>Técnicas:</b> Para la presente investigación, las técnicas utilizadas en la recolección de datos son la observación directa, análisis, ensayos y pruebas de laboratorio.</p> <p><b>Instrumentos:</b> El instrumento a utilizarse es: ❖ Fichas normadas por ensayos. ❖ Uso de procedimientos estadísticos.</p>

deberá ser relativamente baja para adquirir la mayor porosidad y la resistencia  $f'c=245 \text{ kg/cm}^2$  a la compresión para lograr un drenaje urbano óptimo en el distrito de Huácar, 2023.

DISEÑO DE INVESTIGACION	POBLACIÓN Y MUESTRA	VARIABLES
<p><b>Tipo de Investigación:</b> Cuantitativo.  <b>Alcance de Investigación:</b> Explicativo.  <b>Diseño:</b> Experimental - Longitudinal.</p>	<p><b>Población:</b>            Teniendo en cuenta el objeto de estudio, Por ende, en la presente investigación se identificará como unidad de análisis las probetas de concreto las cuales nos permitirán conocer los resultados buscados las cuales serían la población del estudio.</p> <p><b>Muestra:</b>            La muestra se tendrá de la siguiente manera, para el ensayo de permeabilidad se usará tres cilindros de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, ensayados a los 7, 14 y 28 días.</p>	<p><b>Variable independiente:</b>            Diseño de Pavimento Rígido Permeable con Agregado de la Cantera Cocha15.</p> <p><b>Variable dependiente:</b>            Y1: Resistencia a la Compresión.            Y2: Porcentaje de Porosidad</p>

**ANEXO 2**  
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO PARA**  
**AGREGADO GRUESO DE 1/2", CON LA NORMA ASTM C-127**

**TESIS:** DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y F'c=245KG/CM2 EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHA15 PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023  
**SOLICITANTE:** BACH. Julecay Wendy Claudio Angulo  
**LABORATORIO:** UDH-ESPERANZA  
**FECHA:** 26/06/2023

**1 REFERENCIAS**

- NTP 400.012 (Análisis granulométrico del agregado fino y agregado grueso)
- NTP 400.037 (Análisis Para agregado Grueso)
- ASTM C-136 -06 (Standard Test method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregate)
- ASTM C 33/C33M-08 (Standard Specification for Concrete Aggregates)

**2 OBJETIVO:**

Analizar y representar numericamente la distribución de las partículas por tamaño

**3 MATERIALES:**

Granulos FINOS de la cantera de: **Cocha15-Huánuco**

- 3.1 Estufa eléctrica de temperatura controlada, bandejas de 10x10" - 12x12"
- 3.2 Cribas (Modelo Estándar Test Sieve, ASTM E-11, recipientes para peso específico)
- 3.3 Grameras Marca ELE de precisión electrónica 06 Kg y 30 Kg

**4 ANALISIS MECÁNICO**

CRIBAS	Peso Reten Gramos	% Retenidos	% Reten Acumulados	% Pasan PASAN
3"	75.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	12.30	0.47	99.53
3/4"	19.00	9.70	0.37	99.17
1/2"	12.50	47.30	1.79	97.37
3/8"	9.50	31.10	1.22	96.16
1/4"	6.30	135.60	5.14	91.02
4	4.75	193.10	7.32	83.70
8	2.36	457.60	17.34	66.35
10	2.00	99.00	3.75	62.60
12	1.70	0.00	0.00	62.60
16	1.18	0.00	0.00	62.60
18	1.00	0.00	0.00	62.60
20	0.84	966.40	36.70	25.90
30	0.595	198.30	7.52	18.38
40	0.420	251.30	9.52	8.86
60	0.250	193.20	7.32	1.54
80	0.177	14.50	0.55	0.99
100	0.150	7.10	0.27	0.72
200	0.075	15.00	0.57	0.15
cazoleta:	3.90	0.00	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>2838.40</b>	<b>0.15</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>

W NAT = bandeja	2771.90 g
W Saco = bandeja	2092.40 g
W Lev. Seco = Band.	2092.40 g
Bandeja	57.00 g

MUESTRA NATURAL =	2670.90 g
MUESTRA SECA =	2638.40 g

Error Mecánico < al 1%	0.00 g
	0.00 %

Peso del AGUA	32.50 g
---------------	---------

Contenido de AGUA	1.23 %
-------------------	--------

TAMANO MAXIMO	19.000 mm
---------------	-----------

TAMANO NOMINAL	12.500 mm
----------------	-----------

Módulo de Finesa	3.67
------------------	------

% Contenido de Gruesos	16.30 %
------------------------	---------

% Contenido de Finos	83.55 %
----------------------	---------

% Contenido < a 300	0.15 %
---------------------	--------



FIRMA:

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

Bach./Ing. Civil Nivar G. Trejo Noria  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Mecánica de Suelos y Topografía

**ANEXO 3**  
**CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO GRUESO DE**  
**1/2", CON LA NORMA ASTM D-2216.**



<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA</b>
FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO</b>



TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y F'c=245KG/CM2 EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHAL5 PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023  
 SOLICITANTE: BACH. Julecsy Wendy Claudio Angulo  
 LABORATORIO: UDH-ESPERANZA  
 FECHA: 26/06/2023

**1 REFERENCIAS**

- ASTM D - 2216 Standard Test method for Laboratory Determinación of Water (Moisture) Content of Soil And Rock by Mass
- ASTM D - 4643 Standard Test method for Determinación of Water (Moisture) Content of Soli by the Microwave oven Heating.

**2 OBJETIVO:**

Determinar el contenido de Humedad del material por masa

**3 MATERIALES:**

- Granulos Grava 1/2 cantera de: Cocha15-Huánuco
- 3.1 Estufa eléctrica de temperatura controlada, bandejas de 10x10" - 12x12"
- 3.2 Recipientes para peso específico
- 3.3 Grameras Marca ELE de precisión electrónica 06 Kg y 30 Kg

**4 DATOS DE MUESTREO**

FECHA DE EXPLORACIÓN :	Marzo del 2015	Tipo Muestra	Laborator.	Calicata Nº	C-01
Profundidad de Muestreo:	Superficial	Muestra Nº	M-01	Estrato Nº	E-01
Coordenadas Geodésicas:	X=	Y=		Z=	
Ubicación de Muestreo:	Cocha15-Huánuco				

**5 ANALISIS**

ENSAYOS	M - 01	M - 02	M - 03
Peso Natural Húmedo + Bandeja	1268.00 g	1064.70 g	1321.60 g
Peso Natural Seco + Bandeja	1265.80 g	1062.80 g	1321.20 g
Peso de Bandeja	57.90 g	56.50 g	59.10 g
Peso del Suelo Húmedo	1210.10 g	1008.20 g	1262.50 g
Peso Suelo Seco	1207.90 g	1006.30 g	1262.10 g
Peso del Agua	2.20 g	1.90 g	0.40 g
% CONTENIDO DE HUMEDAD	0.18 %	0.19 %	0.03 %

**6 RESULTADOS**

CONTENIDO DE HUMEDAD	0.13 %
Agua: peso y volumen de Agua en el Punto de Investigación.	1.62 g
	1.62 cm3

FIRMA:

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
  
 Bach./Ing. Civil Nivar G. Trejo Noria  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Mecánica de Suelos y Topografía

**ANEXO 4**  
**PESO UNITARIO PARA AGREGADO GRUESO DE 1/2", CON**  
**LA NORMA ASTM C-136**



<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b>
<b>LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA</b>
FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL
<b>PESO VOLUMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO</b>



**TESIS:** DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y  $F'c=245\text{KG}/\text{CM}^2$  EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHA15 PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023

**SOLICITANTE:** BACH. Julecsy Wendy Claudio Angulo

**LABORATORIO:** UDH-ESPERANZA

**FECHA:** 26/06/2023

**1 REFERENCIAS**

ASTM C- 29 Standard Test method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Agregate

**2 OBJETIVO:**

Determinar el peso volumétrico de los Agregados Suelos y Varillados Para la Variación de Volumen en el Diseño de Concreto.

**3 MATERIALES:**

Granulos Grava 1/2 cantera de: **Cocha15-Huánuco**

3.1 Recipientes para peso volumétrico

3.2 Grameras Marca ELE de precisión electrónica 30 Kg

**4 DATOS DE MUESTREO**

FECHA DE EXPLORACIÓN :	Marzo del 2015	Tipo Muestra	Laborator.	Calicata Nº	C-01
Profundidad de Muestreo:	Superficial	Muestra Nº	M-01	Etrato Nº	E-01
Coordenadas Geodésicas:	X=	Y=		Z=	
Ubicación de Muestreo:	Cocha15-Huánuco				
Datos del Recipiente:	Diámetro: 15.24 cm		Altura: 11.75 cm		

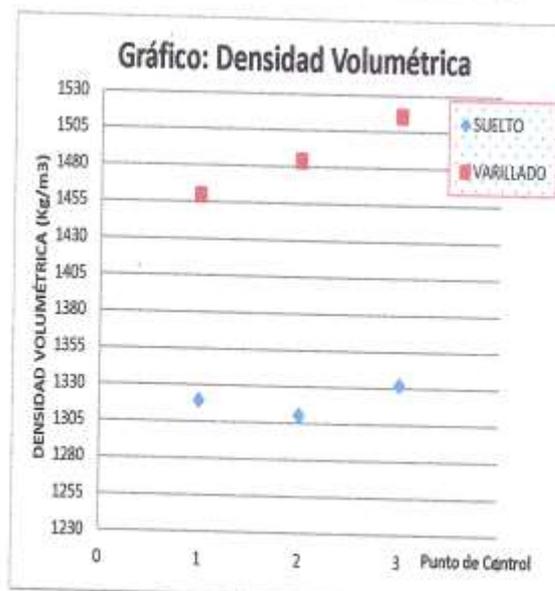
**5 ANALISIS**

ENSAYOS	TEST - 01	TEST - 02	TEST - 03
Peso del Agregado VARILLADO + Recipiente	9145 g	9197 g	9265 g
Peso del Agregado SUELTO + Recipiente	8845 g	8826 g	8872 g
Volumen del Recipiente (1/10 ft)	2142.92 cm <sup>3</sup>	2142.92 cm <sup>3</sup>	2142.92 cm <sup>3</sup>
Peso del RECIPIENTE	6017.0 g	6017.0 g	6017.0 g
Peso Volumetrico del agregado Saco VARILLADO	1459.69 Kg/m <sup>3</sup>	1483.96 Kg/m <sup>3</sup>	1515.69 Kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumetrico del agregado Saco SUELTO	1319.70 Kg/m <sup>3</sup>	1310.83 Kg/m <sup>3</sup>	1332.30 Kg/m <sup>3</sup>

**6 RESULTADOS**

Promedio Peso Volumétrico Varillado	1486.45 Kg/m <sup>3</sup>
-------------------------------------	---------------------------

Promedio Peso Volumétrico Suelto	1320.94 Kg/m <sup>3</sup>
----------------------------------	---------------------------



FIRMA:

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
  
 Bach. Ing. Civil Mivar G. Trejo Noria  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Mecánica de Suelos y Topografía

**ANEXO 5**  
**PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN PARA**  
**AGREGADO GRUESO DE 1/2", CON LA NORMA ASTM C-127**

	<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b>	
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA	
	FACULTAD DE INGENIERÍA – P.A. INGENIERÍA CIVIL	
	ENSAYOS DENSIDAD RELATIVA DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO	

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y F' C=245KG/CM2 EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHA15 PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023

SOLICITANTE: BACH. Julecsy Wendy Claudio Angulo  
 LABORATORIO: UDH-ESPERANZA  
 FECHA: 26/06/2023

**1 REFERENCIAS**

ASTM C- 127 Standard Test method for Density Relative (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate

**2 OBJETIVO:** Determinar la Densidad Relativa de agregado grueso para concreto, Materiales por encima de 4.75 mm de diámetro

**3 MATERIALES:** Grados GRAVA GRUESA 1/2

3.1 Tamiz de 4.75 mm. Canastilla

3.2 Grameras Marca ELE de precisión electrónica 30 Kg

**4 DATOS DE MUESTREO**

FECHA DE EXPLORACIÓN :	Marzo del 2011	Tipo Muestra	Laborator.	Calicata Nº	C-01
Profundidad de Muestreo:	Superficial	Muestra Nº	M-01	Estrato Nº	E-01
Coordenadas Geodésicas:	X=	Y=		Z=	
Ubicación de Muestreo:	Cocha15-Huánuco				

**5 ANALISIS**

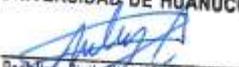
ENSAYOS	TEST - 01	TEST - 02	TEST - 03
Masa Aparente del agregado Saturado en Agua (Peso Sumergido) = ( C )	519.3 g	524.7 g	535.4 g
Masa Saturado Superficialmente Seco del agregado ( B )	880.8 g	882.1 g	907.4 g
Masa Seco del Agregado al Horno ( A )	874.3 g	877.8 g	897.8 g
Estado Seco del Agregado ( OD ) P.E. Aparente	2.419 g/cm <sup>3</sup>	2.456 g/cm <sup>3</sup>	2.413 g/cm <sup>3</sup>
Estado Saturado del Agregado ( SSD )	2.437 g/cm <sup>3</sup>	2.468 g/cm <sup>3</sup>	2.439 g/cm <sup>3</sup>
Humedad Absorbido por el Agregado ( %W ) (B-A)/A	0.74 %	0.49 %	1.07 %

**6 RESULTADOS**

DENSIDADES	DENSIDAD RELATIVO (Densidad Especifica)	DENSIDAD DE MASA (Densidad)	Absorción de Agua
Estado Seco del Agregado Para el Concreto (OD)	2.43 g/cm <sup>3</sup>	2429 Kg/m <sup>3</sup>	0.77 %
Estado Saturado del Agregado Concreto SSD	2.45 g/cm <sup>3</sup>	2448 Kg/m <sup>3</sup>	

FIRMA:

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

  
 Bachiller Civil Nivar G. Trejo Noria  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Mecánica de Suelos y Topografía

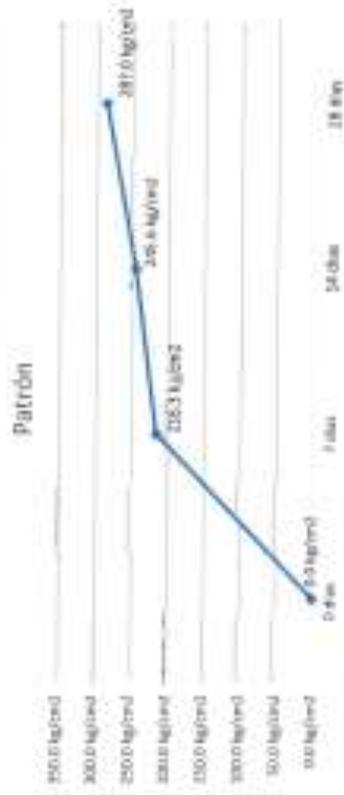
**ANEXO 6**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA**  
**PROBETAS DE CONCRETO PERMEABLE (GRADACIÓN 1/2"**  
**– 10 % DE VACÍOS Y RELACIÓN A/C = 0.35), CON LA NORMA**  
**ASTM C-39**

TEM: ENSAYO DE PAVIMENTO ÁGUDO NORMAL CON MAYOR POROSIDAD Y FLOJOSIDAD IMPLEMENTADO AGRADOS DE LA CARTENA COCHAST PARA UN DRENAJE URBANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAL 2023

SOLICITANTE: BACH. Juleisy Wendy Claudio Angulo  
 LABORATORIO: UDH-ESPERANZA  
 FECHA: 14/06/2023  
 MUESTRA: 10% de ensayo

IDENTIFICATORIA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO Ø (CM)	DIÁMETRO Ø (CM)	ÁREA (CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (NS/CM <sup>2</sup> )	FUERZA (KGF)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (RES/CM <sup>2</sup> )	Porcentaje de Resistencia	Promedio
P-1 - 10%	27/06/2023	04/07/2023	7	15.00	15.30	177.49	245	19,060	222.04	91.00%	
P-2 - 10%	27/06/2023	04/07/2023	7	15.05	15.30	178.49	245	37,420	209.63	85.57%	216.30
P-3 - 10%	27/06/2023	11/07/2023	14	15.10	15.30	179.58	245	44,700	249.61	101.88%	
P-4 - 10%	27/06/2023	11/07/2023	14	15.10	14.90	176.71	245	41,700	241.63	98.63%	245.62
P-5 - 10%	27/06/2023	15/07/2023	28	15.00	14.95	176.13	245	53,020	295.36	120.55%	
P-6 - 10%	27/06/2023	15/07/2023	28	14.95	14.90	174.95	245	48,751	278.63	113.74%	287.01

FIRMA:



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
 Facultad de Ingeniería y A. Industrial Civil  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Topografía  
 Huánuco - Perú

**ANEXO 7**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  
PROBETAS DE CONCRETO PERMEABLE (GRADACIÓN 1/2"  
– 15 % DE VACÍOS Y RELACIÓN A/C = 0.35), CON LA NORMA  
ASTM C-39**

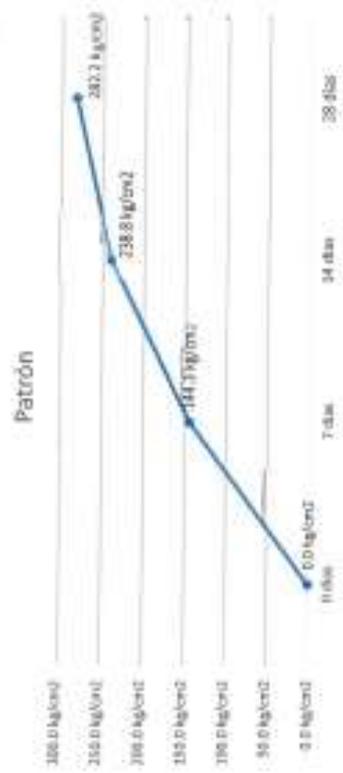
	<b>UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO</b> LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y TOPOGRAFÍA <small>FACULTAD DE INGENIERÍA - P.A. INGENIERÍA CIVIL</small>	
	<b>ENSAJO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS ESTÁNDAR DE CONCRETO (P<sub>1</sub>) - PRENSA HIDRÁULICA</b>	

TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO AISLADO PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y F<sub>c</sub> > 205KG/CM<sup>2</sup> EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COCHAS PARA UN DRENAJE LISIANO ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023

SOLICITANTE: BACH. Julecky Wendy Claudio Angulo  
 LABORATORIO: UDH-ESPERANZA  
 FECHA: 14/06/2023  
 MUESTRA: 15% de vacío

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO (CM)	DIÁMETRO (CM)	ÁREA (CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (KG/CM <sup>2</sup> )	FUERZA (N/UF)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )	Porcentaje de Resistencia	Promedio
P 1 - 15%	26/06/2023	03/07/2023	7	15.00	177.89	245	25,920	145.70	59.47%		
P 2 - 15%	26/06/2023	03/07/2023	7	15.05	178.49	245	25,520	142.98	58.35%		144.34
P 3 - 15%	26/06/2023	10/07/2023	14	15.10	179.88	445	41,860	233.75	95.41%		
P 4 - 15%	26/06/2023	10/07/2023	14	15.10	179.71	245	43,100	243.90	99.55%		238.83
P 5 - 15%	26/06/2023	24/07/2023	28	15.00	176.13	245	51,060	289.91	118.33%		
P 6 - 15%	26/06/2023	24/07/2023	28	14.95	174.95	245	48,000	274.48	112.03%		282.20

FIGURA:



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
 Facultad de Ingeniería - Ingeniería Civil  
 Laboratorio de Materiales y Suelos

**ANEXO 8**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  
PROBETAS DE CONCRETO PERMEABLE (GRADACIÓN 1/2"  
– 20 % DE VACÍOS Y RELACIÓN A/C = 0.35), CON LA NORMA  
ASTM C-39**

TESIS: (MEDIO DE PAVIMENTO RIGIDO) PERMEABLE CON MAYOR POROSIDAD Y F-C=28(KG/CM<sup>2</sup>) EMPLEANDO AGREGADOS DE LA CARBETA COCHAS PARA UN DRENAJE URBANO-ÓPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACRA, 2023

SOLICITANTE: BACH. Jurecky Wency Claudio Angelo

LABORATORIO: UDH-ESPERANZA

FECHA: 14/08/2023

MUESTRA: 20% de vacio

NOMENCLATURA	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE BOTTURA	EDAD EN DÍAS	DIÁMETRO 1 (CM)	DIÁMETRO 2 (CM)	ÁREA (CM <sup>2</sup> )	RESISTENCIA DE DISEÑO (KG/CM <sup>2</sup> )	FUERZA (KGf)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )	Porcentaje de Resistencia	Promedio
P 1 - 20%	28/06/2023	05/07/2023	7	15.00	17.89	245	105.48	18.700	105.48	42.04%	141.34
P 2 - 20%	28/06/2023	05/07/2023	7	15.05	178.49	245	177.21	31.630	177.21	72.33%	
P 3 - 20%	28/06/2023	12/07/2023	14	15.10	179.08	245	42.110	235.15	235.15	95.98%	
P 4 - 20%	28/06/2023	12/07/2023	14	15.10	176.71	245	96.130	205.02	205.02	83.68%	
P 5 - 20%	28/06/2023	26/07/2023	28	15.00	176.13	245	42.560	241.65	241.65	98.63%	
P 6 - 20%	28/06/2023	26/07/2023	28	14.95	174.95	245	45.490	260.01	260.01	106.13%	

FIRMA:



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
 Encargado Civil - Mtro. R. Trujillo Noris  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Instituto de Geodesia y Topografía

**ANEXO 9**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA  
PROBETAS DE CONCRETO PERMEABLE (GRADACIÓN 1/2"  
– 10%, 15%20 % DE VACÍOS Y RELACIÓN A/C = 0.35), CON  
LA NORMA ASTM C-39**

TÍTULO: ENSAYO DE PAVIMENTO RIGIDO PRIMERAZA CON MAYOR PERMEABILIDAD Y FLOJOS/CMS EMPARCANDO AGREGADOS DE LA CANTERA COONAST PARA UN ENTORNO URBANO OPTIMO EN EL DISTRITO DE HUACMA, 2023

ALUMNOS: BACOT, Jairo y Wendy Cevalle Angulo  
 LABORATORIO: LCH-ESPANOLA  
 FECHA: 24/06/2023

GRUPO DE PASTILLA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )
22% de arena	237 kg/cm <sup>2</sup>
25% de arena	240 kg/cm <sup>2</sup>
27% de arena	275 kg/cm <sup>2</sup>



GRUPO DE PASTILLA	Gr. Arena	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (KG/CM <sup>2</sup> )			
		0 días	7 días	28 días	56 días
Grupo #1 (22%)	22% de arena	0.844	220.23 kg/cm <sup>2</sup>	247.81 kg/cm <sup>2</sup>	237.71 kg/cm <sup>2</sup>
Grupo #2 (25%)	25% de arena	0.844	180.23 kg/cm <sup>2</sup>	208.81 kg/cm <sup>2</sup>	232.28 kg/cm <sup>2</sup>
Grupo #3 (27%)	27% de arena	0.844	241.34 kg/cm <sup>2</sup>	270.23 kg/cm <sup>2</sup>	270.81 kg/cm <sup>2</sup>



HUACMA  
**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
  
 Bach. Ing. Oswaldo C. Trejo Noris  
 JEFE DE LABORATORIO  
 Mecánica de Suelos y Topografía