

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FALCULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**“ELABORACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE PARA
TRANSITO LIVIANO USANDO AGREGADOS DE LA CANTERA
DE SANTA MARIA DEL VALLE “LA DESPENSA” HUÁNUCO -
2019”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. ALTAMIRANO PIÑAN, THALIA JENNIFER

ASESOR

ING, JUAN ALEX, ALVARADO ROMERO

HUÁNUCO – PERÚ

2019

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO (A) CIVIL**

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:48 horas del día 17 del mes de JULIO del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

M.G. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS (Presidente)

M.G. REYDER A. LAMBRUSCHINI ESPINOZA (Secretario)

ING. JERRY MARLON DAVILA MARTEL (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 670-2019-D-FI-UDH, para evaluar la **Tesis** intitulada:

"ELABORACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE PARA
TRANSITO LIVIANO USANDO AGREGADOS DE LA CANTERA
DE SANTA MARÍA DEL VALLE "LA DESPENSA" HUÁNUCO-2019.
....."

presentado por el (la) Bachiller ALTAMIRANO PIÑAN THALIA JENNIFER, 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 17 y cualitativo de MUY BUENO. (Art. 47)

Siendo las..... horas del día 17 del mes de JULIO del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Presidente


Secretario


Vocal

DEDICATORIA

A mi madre, Antonia porque este logro es gracias a ella por quien tengo el motivo por el cual superarme por este camino difícil y arduo. Gracias porque tu presencia y consejos me ayudaron a ser una persona perseverante. A mi abuela Justina, ella ya está en el cielo, pero sé que desde allá ella está feliz y orgullosa porque gracias a sus consejos y el amor que me brindo encuentre la motivación para seguir, ellas son el pilar más importante de mi vida y siempre le doy gracias a Dios por haberme dado dos madres como ellas.

A mi abuelo, Rodolfo, por criarme y darme su amor desde que era niña, no me alcanzará el tiempo para retribuirles todo lo que han hecho por mí, quisiera que fueran eternos. A mi primo José Carlos, por considerarme como una hermana más y brindarme sus consejos y apoyo en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme vida y salud para alcanzar esta meta tan importante en mi carrera profesional que me fue difícil, me costó mucho esfuerzo dedicación y muchas veces lágrimas. A mis amados padres, hermana, abuelos y familiares que depositaron toda su confianza en mí y que me han acompañado en los momentos buenos y malos de mi vida.

A la Universidad De Huánuco, Facultad de Ingeniería, sobre todo a la fabulosa Carrera de Ingeniería Civil, por abrirme las puertas del conocimiento, así mismo a los ingenieros docentes que fueron parte de mi formación profesional ya que con sus enseñanzas guiaron mis pasos en estos 5 años.

A mi Asesor de Tesis, Ing. Alex Alvarado Romero por la paciencia para transmitirme sus conocimientos y brindarme su total apoyo y confianza en la concepción y desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE GRÁFICOS.....	ix
RESUMEN	x
SUMMARY.....	xi
INTRODUCCIÓN.....	xii
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.....	19
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS.....	27
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	40
2.4. HIPÓTESIS.....	42
2.5. VARIABLES.....	42
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	43
CAPÍTULO III.....	44
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.1. TIPO DE INVESTIGACION.....	44
3.2. POBACIÓN Y MUESTRA.....	47

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS..	49
CAPÍTULO IV	83
RESULTADOS	83
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS.	83
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.....	104
CAPITULO V	111
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	111
CONCLUSIONES.....	113
RECOMENDACIONES.....	114
BIBLIOGRAFÍA	115
ANEXOS.	120

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Rangos típicos de las proporciones de materiales en el concreto permeable.	33
Tabla 2: Valores efectivos de b/bo.	34
Tabla 3: Diseños de mezcla.	47
Tabla 4: Muestra del Concreto Permeable sin agregado fino.	48
Tabla 5: Muestra del concreto permeable con agregado fino en 20%.	48
Tabla 6: volúmenes absolutos del primer diseño de mezcla con 0% de finos.	62
Tabla 7: valores para el diseño de mezcla.	63
Tabla 8: materiales para el diseño de mezcla con 9 probetas de 15 cm por 30 cm y 3 probetas de 10 cm por 20 cm.	64
Tabla 9: Determinación del valor efectivos b/bo.	65
Tabla 10: volúmenes absolutos del primer diseño de mezcla con 0% de finos.	67
Tabla 11: Valores para el diseño de mezcla con 20% de fino.	69
Tabla 12: materiales para el diseño de mezcla con 20 % de fino para 9 probetas de 15 cm por 30 cm y 3 probetas de 10 cm por 20 cm.	70
Tabla 13: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	81
Tabla 14: Granulometría del agregado fino de la cantera “La Despensa” .	83
Tabla 15: Granulometría del agregado grueso de la cantera “La Despensa”.	85
Tabla 16: Datos para el peso específico y la absorción.	87
Tabla 17: Resultados del ensayo de peso específico y absorción.	87
Tabla 18: Datos para el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.	88
Tabla 19: Resultados del ensayo de peso específico y absorción para el agregado grueso.	88
Tabla 20: Resultado del contenido de humedad del agregado fino	89
Tabla 21: Resultado del contenido de humedad del agregado grueso.	89
Tabla 22: Peso unitario suelto del agregado fino (arena gruesa).	90
Tabla 23: Peso unitario suelto del agregado Grueso (Canto rodado).	90

Tabla 24: Peso unitario Compactado del agregado fino (arena gruesa).	91
Tabla 25: Peso unitario suelto del agregado Grueso (Canto rodado).	91
Tabla 26: Criterios para el primer diseño de la mezcla.	92
Tabla 27: Dosificación para el primer diseño de la mezcla para 1m ³	92
Tabla 28: Criterios para el segundo diseño de la mezcla.	92
Tabla 29: Segundo diseño de mezcla con 20 % de finos para 1m ³	93
Tabla 30: Slump y consistencia de los dos diseños de concreto permeable.	93
Tabla 31: Resistencia a la compresión a los 7 días con 0% de fino.	93
Tabla 32: Resistencia a la compresión a los 7 días con 20% de fino.	94
Tabla 33: Resistencia a la compresión a los 14 días con 0% de fino.	95
Tabla 34: Resistencia a la compresión a los 14 días con 20% de fino.	96
Tabla 35: Resistencia a la compresión a los 28 días con 0% de fino.	97
Tabla 36: Resistencia a la compresión a los 28 días con 20% de fino.	98
Tabla 37: Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días de los dos diseños de mezcla sin agregado fino y con agregado fino.	99
Tabla 38: Coeficiente de permeabilidad de para el diseño de mezcla con 0% de fino.	101
Tabla 39: Coeficiente de permeabilidad (20% de fino).	102
Tabla 40: Coeficiente de permeabilidad con 0% y 20% de agregado fino.	103
Tabla 41: Resumen de las Características Mecánicas del agregado fino.	104
Tabla 42: Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso.	105
Tabla 43: Primer diseño de mezcla (0% de fino para) 1m ³	105
Tabla 44: Segundo diseño de mezcla (20% de fino) para 1 m ³	105
Tabla 45: Permeabilidad el primer diseño de mezcla.	106
Tabla 46: Resistencia a la compresión promedio (0 % de fino).	106
Tabla 47: Coeficiente de permeabilidad (20% de fino).	107
Tabla 48: Resistencia a la compresión promedio para el diseño con 20% de fino	107
Tabla 49: Datos estadísticos de las resistencias a la compresión.	108
Tabla 50: Datos estadísticos de la permeabilidad.	108

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Resistencias a la compresión a los 7 días para diseño mezcla con 0% de fino.	35
Figura 2: Relación entre el % de vacíos y el contenido de pasta para tamaños de agregado N° 8.....	37
Figura 3: Relación entre contenido de vacíos y fuerza a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados N° 67 y N° 8.	60
Figura 4: Relación entre el porcentaje de vacíos y el contenido de pasta para tamaños de agregado N° 8.	61
Figura 5: Curva granulométrica del agregado fino.	84
Figura 6: Curva granulométrica del agregado grueso.	86
Figura 7: Resistencias a la compresión a los 7 días para diseño mezcla con 0% de fino.	94
Figura 8: resistencias a la compresión a los 7 días para diseño mezcla con 20% de fino.	95
Figura 9: resistencias a la compresión a los 14 días para diseño mezcla con 0% de fino.	96
Figura 10: resistencias a la compresión a los 14 días para diseño mezcla con 20% de fino.	97
Figura 11: resistencias a la compresión a los 28 días para diseño mezcla con 0% de fino.	98
Figura 12: Resistencias a la compresión a los 28 días para diseño mezcla con 20% de fino.	99
Figura 13: Comparación de las resistencias de a la compresión del diseño de mezcla con 0% de fino y 20% de fino.....	100
Figura 14: Coeficiente e permeabilidad (0% de fino).....	102
Figura 15: Coeficiente e permeabilidad del diseño mezcla con 0% de fino.	102
Figura 16: Comparación de coeficientes de permeabilidad.....	103
Figura 17: t de student para la resistencia a la compresión con 0% y 20 % de fino	109
Figura 18: t de student para el coeficiente de permeabilidad para el diseño con 0% y 20 % de fino	110

ÍNDICE GRÁFICOS

Gráfico 1: Agregado grueso de la cantera Santa María Del Valle.	31
Gráfico 2: Agregado fino de la cantera Santa María Del Valle.	32
Gráfico 3: Muestras de concreto permeable con diferentes cantidades de agua: (a) con poca agua, (b) adecuada cantidad de agua, (c) con demasiada agua.....	34
Gráfico 4: Trabajabilidad del concreto permeable.....	38
Gráfico 5: Curado de las probetas en el laboratorio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.	39
Gráfico 6: Esquema del diseño de la tesis por faces	46
Gráfico 7: Cantera de Santa María Del Valle “La Despensa”	50
Gráfico 8: Tamices para realizar el análisis granulométrico y horno.	52
Gráfico 9: Pesaje de los materiales para el concreto permeable.	70
Gráfico 10: Mezclado de materiales en el trompo mezclador.....	71
Gráfico 11: Vertido de la mezcla a la carretilla.....	71
Gráfico 12: Conformación de los especímenes de concreto permeable. ..	72
Gráfico 13: Desmolde de los especímenes de concreto permeable.	72
Gráfico 14: Desmolde de los especímenes de concreto permeable.	73
Gráfico 15: Moldes para el ensayo de permeabilidad (15cm x 20cm).....	73
Gráfico 16: Llenado y compactado del concreto (15cm x 20cm).....	74
Gráfico 17: Desmoldado y curado de las probetas para el ensayo de permeabilidad.	74
Gráfico 18: Cono de Abrams (Asentamiento del concreto permeable).....	75
Gráfico 19: Capa de cemento y yeso en las probetas.....	76
Gráfico 20: Toma de medidas de las probetas de (15cm x 30 cm).	77
Gráfico 21: Ensayo de resistencia a la compresión.	77
Gráfico 22: Materiales necesarios para construir el permeámetro.	79
Gráfico 23: Muestras de concreto para ser ensayadas en el permeámetro.	79
Gráfico 24: Permeámetro de carga variable.	80

RESUMEN

La investigación está orientada a determinar si es posible elaborar un concreto permeable para tránsito liviano usando agregado grueso (canto rodado) y fino (arena gruesa) procedentes de la cantera de la cantera de Santa María del Valle “La despensa”, para lograr lo expuesto se estudió la influencia del agregado sobre el concreto permeable dicha influencia es favorable cuando el concreto permeable elaborado con dichos agregados cumple con lo establecido en el ACI 522R-10, caso contrario la influencia es desfavorable. Para el desarrollo de la investigación, se tomaron muestras de dicha cantera para ser ensayadas en laboratorio asimismo se elaboraron 2 diseños de mezcla, para cada uno de ellos, la relación a/c de 0.35, 18% de vacíos y un volumen de pasta 23.667%. En la primera mezcla solo se usó agregado grueso de 3/8” y en la segunda mezcla se usó agregado grueso de 3/8” y 20% fino. Siguiendo la metodología brindada por el ACI 522 R-10. Lo cual nos permite evaluar y comparar el comportamiento de los dos tipos de mezcla, centrándose en las propiedades en la resistencia a la compresión y permeabilidad.

De los resultados obtenidos, se determinó que el concreto permeable con 20% de finos presentó las mayores resistencias a compresión, siendo la máxima 163.61 kg/cm² a los 28 días y la mínima 139.62 kg/cm², el concreto permeable elaborado con 0% de finos presentó las menores resistencias siendo la máxima 91.87 kg/cm² a los 28 días y la mínima 81.41 kg/cm² a los 7 días, ambos diseños de mezcla están en el rango de resistencia a la compresión dado por el ACI 522 R el cual varía de 28 kg/cm² a 280 kg/cm². En cuanto al coeficiente de permeabilidad el primer diseño de mezcla fue la que obtuvo mayor coeficiente de permeabilidad promedio de 1.59 cm/s a los 28 días de curado y la segunda mezcla tiene un coeficiente de permeabilidad de 0.26 cm/s, ambos diseños de concreto superan al límite mínimo establecido en el ACI 522 R-10 que es de 0.14 cm/s

Palabras clave: concreto permeable, tránsito liviano, resistencia a la compresión y coeficiente de permeabilidad.

SUMMARY

The investigation is oriented to determine if a permeable concrete is possible for the transit using a thickness (boulder) and fine (coarse sand) those of the quarry of the quarry of Santa María del Valle "La despensa", to achieve what is know is the influence of what has been achieved. What is better. What is good is what is best. What is good is favorable. For the development of the investigation, samples of said quarry were taken to be tested in the laboratory and 2 mixing designs were elaborated, for each of them, the ratio a / c of 0.35, 18% of voids and a volume of pasta 23.667 %. In the first mix, only 3/8 "coarse aggregate was used and in the second mix coarse aggregate of 3/8" and 20% fine was used. Following the methodology provided by the ACI 522 R-10. This allows us to evaluate and compare the behavior of the two types of mixture, focusing on the properties in the resistance to compression and permeability.

From the results obtained, it was determined that the permeable concrete with 20% fines had the highest compressive strengths, the maximum being 163.61 kg / cm² at 28 days and the minimum 139.62 kg / cm², the pervious concrete made with 0% fines presented the lowest resistance being the maximum 91.87 kg / cm² at 28 days and the minimum 81.41 kg / cm² at 7 days, both mix designs are range of resistance to compression given by the ACI 522 R which varies from 28 kg / cm² at 280 kg / cm². Regarding the coefficient of permeability, the first mixing design obtained the highest average permeability coefficient of 1.59 cm / s after 28 days of curing and the second mixture has a permeability coefficient of 0.26 cm / s, both concrete designs exceed to the minimum limit established in the ACI 522 R-10 which is 0.14 cm /s

Key words: permeable concrete, light traffic, compression resistance and permeability coefficient.

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales problemas que afecta al planeta es la sobrepoblación, que, para poder satisfacer sus necesidades de infraestructura, requieren elementos que impermeabilizan su entorno produciendo pérdidas del agua de lluvia que impiden la alimentación de los acuíferos, asimismo eliminan los cauces naturales de escurrimiento.

La necesidad de interactuar en armonía con el medio ambiente nos impulsa a buscar nuevas tecnologías que reduzcan los impactos en el medio ambiente. Esto es aplicado en países que poseen un alto índice de calidad de vida se exige el uso de tecnologías amigables con el medio ambiente, es así que aparece el concreto permeable en el ámbito de la ingeniería civil, como una idea innovadora que pueda mitigar estos efectos producidos en el medio ambiente.

Este tipo de concreto es muy útil en condiciones de lluvia, si bien es cierto Huánuco tiene un clima que no es lluvioso, pero cuando ocurren las precipitaciones la ciudad de Huánuco se ve inundada haciendo que en las zonas peatonales se produzca el encharcamiento o acumulación de agua en las superficies, convirtiendo dicha zona en un peligro ya que son lisas y resbalosas en contacto con el agua debido a un drenaje inadecuado, esta situación nos lleva realizarnos una pregunta ¿es posible diseñar un concreto permeable en la ciudad de Huánuco con agregados locales que cumplan con los parámetros establecidos en el ACI 522 R?

Por lo expuesto se justifica la realización de la investigación en la cual se pretende determinar la influencia del agregado de la cantera “La despensa” ubicada en el distrito de Santa María del Valle provincia de Huánuco, región Huánuco en el concreto permeable para tránsito liviano. En este contexto lo que se pretende realizar es conocer las características mecánicas que posee los agregados de la cantera de dicha cantera y determinar la influencia que ejercen en el concreto permeable para tránsito liviano, tanto en su resistencia a la compresión como en su coeficiente de permeabilidad, teniendo en cuenta los parámetros establecidos en el ACI 522 R.

Con la intención de realizar una comparación en la investigación se elaboró dos tipos de mezcla del concreto permeable, en la primera mezcla contiene cemento Portland tipo I, agua potable, agregado grueso (canto rodado) de 3/8" el cual se obtuvo a través de un tamizado, la segunda contiene lo mismo de la primera añadido agregado fino en un 20%, con estos resultados se determinaron cuál de los diseños de mezcla posee mejores características de resistencia a la compresión y de permeabilidad.

La gradación de 3/8" del agregado grueso fue la elegida para este estudio lo cual se debe a que en la norma ACI522R-10, menciona dos tipos de gradación permitidos para el diseño de mezcla del concreto permeable los cuales son el de 3/4" y 3/8", se optó por el de 3/8" debido a que en la figura N° 4.1 del ACI 522 R-10 se observa que la resistencia a la compresión no varía de acuerdo a la gradación, lo que ocurre es que el porcentaje de vacíos varia con la gradación teniendo mayor porcentaje de vacío cuando se usa la gradación 3/8" por lo mencionado la presente investigación solo se desarrolló con una gradación ya que la intención fue que el concreto sea permeable sin reducir su resistencia. .

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

En el mundo en las últimas décadas se ha venido generando la migración de la población rural a las ciudades esto generado el incremento en los procesos de urbanización que traen como consecuencia que la lluvia no puede filtra al subsuelo dejando de contribuir al equilibrio de las aguas subterráneas disminuyendo el agua disponible para abastecer las poblaciones las cuales deben obtenerla de lugares lejanos.

El Perú no es ajeno al problema ambiental que se produce en el mundo, como el crecimiento demográfico, incremento vehicular, inundaciones de ciudades, daños a la calidad de vida del ser humano y a los acuíferos, ante tal impacto las autoridades del país no realiza ningún tipo de estudio para contrarrestarlo, en especial no cuenta con ninguna normativa acerca del concreto permeable, además no cuenta con investigaciones suficientes, haciendo que su aplicación sea estrictamente limitada. Por lo tanto, debido al interés actual que se tiene por cuidar el ambiente y mejorar la calidad de la industria de la construcción se debe mirar hacia opciones como el diseño de un concreto permeable el cual puede revolucionar la forma en la que se utiliza el concreto cumpliendo con estándares, ambientales y de servicio.

Los problemas que recurrentemente se presentan y se perciben en la ciudad de Huánuco a falta de investigaciones acerca de esta tecnología, es el aumento de la temperatura en áreas localizadas dentro de la ciudad causadas por la falta de humedad y la retención de la radiación solar. En la lluvia los pavimentos de acceso peatonal como lo son parques, plazas, alamedas, y óvalos presentan estancamientos o acumulación de agua en la superficie haciéndolos inseguros para la ciudadanía, ya que los usuarios pueden sufrir accidentes debido a que el piso de dichos lugares es muy liso y en contacto con el agua se vuelven no friccionarte y peligrosos para los peatones sobre todo para los niños y personas de la tercera edad ya que al

tratar de huir de la lluvia sufren accidentes los cuales muchas veces pueden ser mortales. También se observa problemas en las piscinas de recreación ubicadas a los alrededores es de la ciudad ya que en los bordes colocan losas, las cuales son muy resbaladizas al salir del agua y ocasionan accidentes muchas veces graves.

Debido a estos problemas que afectan la transitabilidad y seguridad de los peatones y al medio ambiente es de vital importancia realizar estudios referidos al concreto permeable, para el desarrollo de este tipo de concreto se necesita información o algún registro sobre las características mecánicas de los agregados de la Cantera de Santa María de Valle “La despensa”, los cuales existen pero son de difícil acceso para estudiantes e investigadores, entonces surge la falta de conocimiento e información sobre las características mecánicas de los agregados de dicha cantera. Entonces al no conocer las características mecánicas de los agregados no se podrá determinar la influencia que ejerce dicho agregado en el concreto permeable para tránsito liviano, por lo tanto, no se podría realizar ningún diseño de mezcla con estos agregados. Por ello es esencial conocer sus características para generar una base de datos de fácil acceso que pueda servir a futuros investigadores.

En estudios anteriores sobre el concreto permeable en diferentes partes del país usan como agregado grueso a la piedra chancada, ya que por sus características angulosas se adhiere mejor con los demás elementos de la mezcla, influenciado por lo descrito los antecedentes investigaciones locales se realizaron con este tipo de agregado (piedra chancada), por lo tanto no hay ningún registro sobre diseños de concreto permeable con canto rodado para la ciudad de Huánuco. Entonces surge una incógnita del saber si con el agregado grueso (canto rodado) será posible diseñar un concreto permeable.

Una vez conocidas las características mecánicas de los agregados se podrá realizar el diseño de mezcla del concreto permeable con agregado de canto rodado, agregado fino y cemento nacional, y de esta manera se puede seleccionar el diseño de mezcla que brinde un concreto permeable funcional, es decir un concreto que presente un equilibrio entre sus propiedades

mecánicas e hidráulicas, de acuerdo con la granulometría de los agregados a utilizarse, para que exista una base en futuros estudios.

Al determinar la influencia de los agregados de la cantera de Santa María del Valle en la permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto permeable lograremos desarrollar un tipo de solución a este problema que afecta a la población en consecuencia se brindara una mejor calidad de vida a los habitantes de la ciudad de Huánuco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

1.2.1. PROBLEMA GENERAL.

¿De qué manera influyen los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.

- ¿Cuáles serán los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” para la elaboración de un concreto permeable de transito liviano?
- ¿Cuáles serán el valor de permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando solo agregado grueso de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”?
- ¿Cuáles serán el valor de la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando agregado grueso y 20% fino de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”?

1.3. OBJETIVO GENERAL.

Determinar la influencia de los agregados de la cantera de Santa María “La Despensa” del Valle en las permeabilidades y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano.

1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Obtener los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” para la elaboración de un concreto permeable.
- Determinar los valores de la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para tránsito liviano usando solo agregado grueso de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”.
- Determinar los valores de la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para tránsito liviano usando agregado grueso y 20% fino de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”.

1.5. JUSTIFICACIÓN.

Desde un punto de vista Institucional en el departamento de Huánuco no cuenta con ningún registro sobre el uso del concreto permeable debido a que se desconoce el tema, por lo tanto se genera su importancia la cual sería una solución a los problemas que afectan a la población durante la época de invierno. Ante tal importancia se realiza desarrollo de la presente tesis sobre la influencia de los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” en el concreto permeable se conocerá sus características y el diseño de mezcla para su aplicación.

Por lo tanto, los resultados que se obtengan de esta investigación darán a conocer si dicho agregado permite un diseño de mezcla de concreto permeable eficiente y de este modo las autoridades del gobierno regional local, instituciones privadas y el colegio de ingenieros conozcan este tipo de concreto y con ayuda de ellos gestionen investigaciones profundas para que en un futuro próximo este concreto tenga un reglamento peruano que permita su uso y en obras de gran envergadura.

Para la ingeniería la presente investigación servirá para obtener una base de datos sobre las características mecánicas de agregado de Santa María del Valle y buscar la dosificación de la mezcla de concreto permeable que cumplan con la de la norma ACI 522 R10. Así mismo tiene un gran valor

teórico puesto que se llenará un gran vacío de conocimiento acerca del concreto permeable en la ciudad de Huánuco.

Con esta investigación se podrá aportar a futuras investigaciones de ingeniería que ofrezcan una ampliación del tema. La posibilidad de generar una alternativa constructiva ecológica, para devolver a la tierra parte de ese proceso natural de filtración promoviendo el uso de una nueva tecnología, limpia y amigable con el medio ambiente, en la construcción de vías, senderos peatonales y zonas al aire libre, justifica la investigación. La oportunidad de utilizar el concreto permeable en diversas de sus formar, cuyo fin principal consiste brindar una alternativa de solución a los problemas que conlleva la evacuación de aguas pluviales.

Desde el punto de vista económico este tipo de concreto tiene ventaja en comparación con el concreto tradicional que se vierte en las zonas peatonales ya que demanda de muy poca cantidad de agregado fino y el agregado grueso no tiene que ser necesariamente piedra chancada, a su vez este concreto brinda mayores beneficios como filtrar los agentes contaminadores que contaminan las aguas subterráneas y dañar ecosistemas.

Para la presente investigación se ha estudiado a los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”, el cual se encuentra en un lugar de fácil acceso, asimismo no es costoso su transporte hacia el laboratorio donde se le realizaron los ensayos, los materiales para la elaboración del concreto permeable como cemento Andino tipo I, agua, balanza, probetas y trompo mezclador se adquieren o se alquilan fácilmente, por último los ensayos que se le realizaron tanto al agregado (granulometría, peso específico de masa, peso específico de masa saturada, peso unitario suelto, peso unitario compactado, contenido de humedad y absorción) y a los especímenes de concreto permeable (resistencia a la compresión y permeabilidad) son ensayos normados los cuales se realizan en un laboratorio cuyo costo no es elevado por lo tanto puede ser solventable por el tesista.

Desde el punto de vista social la implementación a futuro de este tipo de concreto, tiene un impacto importante en el sector ambiental, debido a que esta tecnología es utilizada a nivel internacional, en la mitigación y control de las aguas lluvias, el cual es parte de una problemática a nivel nacional y local. En nuestro país, a pesar de que el concepto de concreto permeable ha despertado gran interés, es un tema poco explorado y aplicado. Son pocas las empresas que se especializan en la producción y comercialización de este tipo de concreto. Para poder utilizar este tipo de concreto es necesario que existan investigaciones las cuales nos permitan conocer la posibilidad de elaborar un concreto permeable en la ciudad de Huánuco usando agregados de la zona, por ello es de importancia conocer la influencia que ejerce el agregado en este tipo de concreto.

La textura porosa del concreto permeable proporciona la tracción suficiente para los peatones y reduce accidentes, permitiendo la seguridad en el tránsito. El elevado contenido de poros en la superficie ayuda a reducir la generación de salpicaduras de agua y la reflexión de brillos. Además, cuando se usa en combinación con áreas verdes, la estructura porosa permite el ingreso de agua y oxígeno, necesario para el crecimiento de las plantas que dan sombra y de esta manera se contribuye a la sociedad para generar una mejor calidad de vida.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION.

- En la Investigación solo han sido considerados los agregados de La Cantera de Santa María del Valle “La Despensa”
- En cuanto a los ensayos realizados al concreto permeable solo se evaluaron la resistencia a la compresión y la permeabilidad.
- Se evaluó el concreto permeable para resistencias a compresión bajas, considerando el rango siguiente (2.8Mpa a 28Mpa) especificada en la norma ACI 522 R, 2010.
- En cuanto al ensayo de resistencia a la compresión se ensayaron un mínimo de 3 probetas para cada edad (7,14 y 28 días) del concreto permeable.

1.6.1. DELIMITACIÓN

Se eligió la cantera de Santa María del Valle de puesto que ya existe una investigación dirigida hacia otra cantera conocida de Huánuco llamada "Yanag" como se puede apreciar en los antecedentes locales.

El diseño de mezcla se realizó con una gradación única el cual es 3/8". No se tomaron datos meteorológicos para el ensayo de permeabilidad del concreto y por ultimo no se realizó ninguna aplicación del concreto permeable para transito liviano en ningún lugar solo se realizaron ensayos en laboratorio.

Las características mecánicas del concreto permeable con más relevancia mencionadas en el ACI 522 R-10 es la resistencia a la compresión y permeabilidad es por ello que solo se evaluaron estas dos características, claro que se pueden evaluar el contenido de poros o vacíos y la densidad del concreto en estado endurecido los cuales son datos complementarios.

Las resistencias a la compresión a la cual fueron evaluadas las probetas de concreto permeable serán bajas para que sea considerado de transito liviano (peatonal) según el ACI 522R-10 deben estar entre el rango de 28 kg/cm² a 280 kg/cm².

La norma E60 - Cap.5 - ítem 5.1.6 menciona: "Se considera como un ensayo de resistencia al promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas hechas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de $f'c$ ". (Norma E060, 2015, pág. 434). Por lo expuesto solo se consideró el promedio de tres probetas para la edad de 7, 14 y 28 días.

Para el diseño de mezcla se realizó la revisión de la norma ACI 522 R-10 donde menciona que para realizar este tipo de diseño de mezcla se usa la gradación de 3/4" y 3/8" y de acuerdo con la figura N°1 donde se muestra que la resistencia a la compresión no se ve afectado por la gradación, todo lo contrario a lo que ocurre con el % de vacíos el cual se reduce con la gradación de 3/4" y aumenta con la gradación de 3/8" por ello se decidió usar dicha la gradación de 3/8" ya que se buscó que la mezcla tenga un portaje mayor de vacíos para garantizar la permeabilidad.

El ensayo de permeabilidad se realizó mediante un permeámetro de carga variable tomando en cuenta la ley de Darcy, la intención es medir el coeficiente de permeabilidad mas no se tomó ningún dato meteorológico de pluviometría ya que para emplear este dato sería necesario conocer la capacidad de infiltración del suelo donde será aplicado el concreto permeable, cuya línea de estudio viene a ser parte de otra investigación por el costo que demanda realizarlo.

La presente investigación consta del análisis de las características mecánicas de los agregados, el diseño de mezcla y por último se realizaron ensayos en laboratorio de resistencia a la compresión y permeabilidad, todo esto para determinar la influencia de los agregados de la cantera de Santa María del Valle en concreto permeable para transito liviano y que a futuro pueda ser aplicada a gran escala por medio financiamiento de entidades.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de mezcla, es conceptualmente la materialización técnica y práctica de conocimientos científicos sobre sus componentes y la relación que poseen entre ellos para desarrollar un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente todos los requerimientos del proyecto.

La investigación es viable puesto que reúne todas las características y condiciones técnicas necesarias las cuales aseguran el cumplimiento de sus objetivos, el cual corresponde a una tecnología o estrategia que busca la obtener las características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera del distrito de Santa maría del valle, dentro del marco de desarrollo urbano en la ciudad de Huánuco.

Es posible llevar acabo esta investigación ya que está enfocado referenciado y enmarcado para la ciudad de Huánuco específicamente a la cantera de donde se obtendrá el agregado, esta cantera se encuentra a las riberas del río Huallaga, de este modo la investigación se fija de manera clara, precisa y específica asimismo los ensayos que se realizaron no son desconocidos dentro del ámbito de la ingeniería civil.

La tecnología de concreto permeable ya es conocida y reconocida en diversos países desarrollados con esto se quiere decir que no es un tema por descubrir. Con la investigación lo que se busca es generar un gran valor de conocimiento teórico y práctico acerca del concreto permeable para la ciudad de Huánuco con agregados de la zona del mismo modo contribuir su futura ampliación del tema y aplicación en proyectos de construcción.

Puesto que es una investigación a nivel de pregrado es válido el tema y la forma como se desarrollará el mismo ya que no demanda de muchos recursos económicos ni humanos que impidan su realización.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.

En el ámbito internacional se tienen estudios referentes al concreto permeable o poroso, las cuales están referenciadas a diversas problemáticas que afectan las ciudades del mundo.

Felipe y Castañeda (2014), En su tesis titulada “Diseño y Aplicación para Concreto Poroso para pavimentos”, presentado a la Pontificia Universidad Javeriana de Colombia, para obtener el grado de ingeniero civil. El objetivo del estudio fue Diseñar y aplicar un concreto poroso para pavimentos, en el que concluye que la resistencia promedio a la compresión y a la flexión de la mezcla con agregado fino es 7.71% y 3.0% mayor que la mezcla sin finos respectivamente por lo que se asegura que la presencia de finos brinda una mayor superficie de contacto lo que permite que la mezcla se comporte mejor frente a los esfuerzos de compresión y flexión.

Vallejo y Amaguaya (2016), en su tesis titulada “Selección del material óptimo para el diseño de concreto permeable utilizando agregados de dos minas de la provincia de Chimbonazo y el cemento portland tipo I” presentado a la Universidad Nacional De Chimbonazo de Ecuador, para optar el título de ingeniero civil. El objetivo del estudio consistió en diseñar un hormigón permeable con una resistencia a la compresión de 210 kg/cm² y una permeabilidad de 0.2 cm/s utilizando agregado grueso de 3/8” de la mina “Cerro Negro”, en el dónde concluye que en referencia a la obtención de mayor permeabilidad y resistencia. Donde se realizó diseños de hormigón permeable con una relación a/c=0.6 y a/c=0.7, determinando así que la pasta en la relación 0.70 es más fluida que la de 0.60 observando así que las variaciones entre los agregados no son mayores, lo que genera que la

pasta se más fluida y con ello ocupa los vacíos que esta destinados al flujo del flujo de agua.

Barahona, Martínez y Zelaya (2013), en su tesis titulada “Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, el Carmen, Aramuaca y la Pedrera, de la zona oriental de el salvador” presentado a la Universidad del Salvador en centro américa, para optar el titulo grado de ingeniero civil. El objetivo fue realizar un estudio del comportamiento del concreto permeable en función del tipo de agregado grueso de Aramuaca, donde se concluye que el concreto permeable con el agregado grueso de tamaño nominal de 3/8” de las canteras el Carmen, Aramuaca y la Pedrera y según pruebas del ASTM C-132 Y ASTM C-72 su resistencia es ideal para superficies de baja intensidad de carga.

Mendoza y Ospina (2018), en su tesis titulada “Mezcla de Concreto Permeable como parte de la Estructura del Pavimento Rígido, Aplicado a Vías de Tráfico Medio”, presentado a la Universidad Distrital de Francisco José de Caldas en Colombia, para optar el grado de ingeniero civil. Donde el objetivo fue adoptar un diseño de mezcla de concreto permeable teniendo en cuenta las investigaciones realizadas a nivel nacional, y aplicándola en un estudio de caso y, proponer una alternativa de diseño de pavimento, se concluye que la mezcla no se puede utilizar como parte de la capa de rodadura para un diseño estructural de pavimento rígido, como conclusión para hacer un estudio se aconseja tener las herramientas necesarias como lo son: estudio de suelos, estudio de tránsito y laboratorios aptos para realizar los ensayos y así poder tener con mayor exactitud resultados positivos.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.

En el ámbito nacional también se tienen estudios con referencia al concreto permeable o poroso, las cuales están dirigidas a diversas problemáticas que afectan las ciudades del Perú.

Flores (2015), en su tesis titulada “Incorporación de tiras de polipropileno en el diseño de mezcla de un concreto permeable diseñado para pavimentos $f'c$ 175 kg/cm^2 ”, presentado a la Universidad Nacional del Antiplano, para optar el grado de ingeniero civil. El objetivo de este estudio consistió en obtener el diseño de mezcla del concreto permeable “idóneo” para la incorporación de las tiras de polipropileno concluyendo que el polipropileno mejora parcialmente las propiedades del mismo, específicamente su resistencia a la compresión respecto a las otras propiedades, como el contenido de vacíos y coeficiente de permeabilidad.

Chaiña y Villanueva (2017), en su tesis titulada “Diseño de concreto permeable, para pavimentos rígidos, utilizando piedra de 3/4” y arena gruesa de la cantera la poderosa, para la ciudad de Arequipa”, presentado a la Universidad Católica de Santa María, para optar el título de ingeniero civil. El objetivo de este estudio consiste en experimentar con diferentes diseños de mezcla para así comparar resultados y aplicarlos en pavimentos rígidos, se concluye que la resistencia a la compresión es de 334 kg/cm^2 , resistencia a la Tracción Indirecta de 49 kg/cm^2 , resistencia a la Flexión 48 kg/cm^2 , resistencia al Desgaste de 22.61 % y una permeabilidad de 3.82 mm/s.

(Benites , 2014) En su tesis titulada “Resistencia del concreto permeable elaborado con agregados de la cantera río Jequetepeque-Chilete” presentado a la Universidad Nacional de Cajamarca, para optar el título de ingeniero civil. El objetivo del estudio consiste en comparar si la resistencia y permeabilidad del concreto elaborado con materiales de Cajamarca se encuentran dentro del rango definido por la norma del Instituto Americano del Concreto (ACI), donde se concluye que a la edad de 28 días es de 7.556 MPa pero aun así se encuentra dentro del rango que define la norma ACI 522R-10 así mismo la permeabilidad del concreto permeable elaborado con agregados de la cantera río Jequetepeque - Chilete medida a través

de su coeficiente de permeabilidad es de 0.321 cm/s y se encuentra dentro del rango que normalmente posee el concreto permeable

Maldonado y Paredes (2015), en su tesis titulada “Soluciones tecnológicas para el diseño de secciones permeables en vías urbanas en la ciudad de Tarapoto”, presentado a la Universidad Nacional de Ingeniería, para optar el título de ingeniero civil. El objetivo del estudio consistió en diseñar una sección permeable discontinua que permita el paso del agua de lluvia a través de ella, para reducir las inundaciones que ocurren en la ciudad de Tarapoto y mejorar transitabilidad de la población, donde se concluye con el cumplimiento del objetivo principal de la misma, habiéndose obtenido un análisis completo de la infiltración de una superficie permeable discontinua en tres escenarios de colmatación, con el fin de reducir las inundaciones que ocurren en la ciudad de Tarapoto y mejorar la transitabilidad de la población.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.

En el ámbito local se cuenta con estudios referentes al concreto permeable, las cuales están referenciadas a diversas problemáticas que afectan la ciudad de Huánuco.

(Falcón & Santos, 2016) En su tesis titulada “Diseño de un pavimento rígido permeable, con agregados de la cantera Chullqui, para el drenaje urbano en estacionamiento en la Ciudad de Huánuco”, presentado a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, para optar el título de ingeniero civil. El estudio tiene el objetivo de diseñar un pavimento rígido permeable para el drenaje urbano en estacionamiento para la ciudad de Huánuco, donde se concluye que el mejor diseño de mezcla de pavimento poroso para estacionamiento de la zona urbana se obtuvo con $a/c = 0.28$, % vacíos = 15 a un tiempo de curación de 28 días, resulta un esfuerzo cortante corregido de 82.73 kg/cm² y esfuerzo de flexión de 27.09 kg/cm².

(Salis, 2016) En su tesis titulada “Influencia del contenido de aire en concretos porosos con agregados de la cantera Yanag”, presentado a

la Universidad Nacional Hermilio Valdizan, para optar el título de ingeniero civil. El objetivo del estudio consistió en determinar la influencia del contenido de aire en concretos porosos usando agregados de la cantera de Yanag", concluyendo que posee un coeficiente de permeabilidad que varía entre 0.49 cm/s y 2.32 cm/s, una resistencia a la compresión promedio a los 28 días varía entre 261.37 kg/cm² y 148.63 kg/cm² para 15% y 20% de vacíos respectivamente. Los agregados, presentan un Tamaño máximo nominal de 1/2", peso específico de 2.60 gr/cm³, peso unitario suelto de 1.27 gr/cm³ y peso unitario compactado de 1.31 gr/cm³, absorción de 0.76%; porcentaje de desgaste de 18.59%.

2.2. BASES TEÓRICAS.

2.2.1. CONCRETO PERMEABLE.

ACI 522R-10 (Como se citó en Pérez, 2009) Es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuestos por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivo y agua. La combinación de estos ingredientes produce un material endurecido con poros. Interconectados, cuyos tamaños varían de 2 a 8 mm lo que permite el paso del agua. El contenido de vacíos puede variar de 18 a 35% con resistencia a la compresión típica de 2.8 a 28 MPa. Su capacidad de drenaje depende del tamaño del agregado y de la densidad de la mezcla, pero generalmente varía en el rango de 81 a 730 l/min/m² lo que equivale a un factor de permeabilidad comprendido entre 0.14 a 1.22 cm/s en su mayoría.

El concreto permeable es un material que puede ser usado en pavimentos de bajo volumen, calles de urbanizaciones o parqueos, entre otros. Es una mezcla de cemento, agua y agregado grueso. La resistencia y la permeabilidad del concreto poroso son sus características más importantes y deben balancearse para lograr un desempeño adecuado del material. (Fernández & Navas, 2011, pág. 40)

2.2.2. TRÁNSITO LIVIANO.

El tránsito liviano hace referencia al tránsito peatonal. Según la norma CE.010 menciona que el concreto para este tipo de tránsito puede ser de concreto simple, asfalto, unidades intertrabadas (adoquines), o cualquier otro material apropiado.

Un concreto de tránsito peatonal o liviano es un concreto ligero no estructural el cual tiene una resistencia a la compresión a los 28 días de 70 kg/cm² y una masa unitaria que no sobrepasa los 1500kg/cm³. El concreto sin agregado fino es una aglomeración de agregado grueso donde cada una de las partículas queda rodeada por una capa de pasta, existe por consiguiente varios poros en su cuerpo, a los cuales se debe su baja resistencia. (Gerardo & Rivera, 2011, pág. 263)

2.2.3. APLICACIONES.

El concreto permeable se usa generalmente para pavimentar superficies de uso vehicular y peatonal, donde se requiera tener áreas permeables que permita que el agua de lluvia se infiltre libremente al subsuelo, además en un futuro se puede reducir o eliminar los drenajes pluviales. (Barahona, Martinez, & Zelaya, 2013)

- Pavimentos en parques, veredas y banquetas.
- vías peatonales y ciclovías.
- Canchas de tenis.
- Pisos de granjas y jaulas de animales.
- Cubiertas para piscinas.
- Zonas de lavado de autos.

2.2.4. VENTAJAS.

Las ventajas de usar este tipo de concreto se describirán continuación según. (Chaiña & Villanueva, 2017, pág. 74)

- Por su permeabilidad en los pavimentos, no interrumpe el Ciclo hidrológico del Agua, permitiendo inyectar agua pluvial a los mantos acuíferos.

- Filtra los agentes contaminadores que pueden contaminar las aguas subterráneas y dañar ecosistemas.
- Control del escurrimiento de aguas pluviales.
- Por utilizar un sistema de bases con material pétreo no existen deformaciones o baches.
- Por ser un material poroso es autodrenante y autoventilado.
- Al poseer de 15 al 20% de vacíos, no genera islas de calor como el asfalto y el concreto hidráulico.
- Evita encharcamientos y ayuda a disminuir la saturación en los drenajes en época de invierno.
- Evita encharcamientos y ayuda a evitar saturación en los drenajes en época de lluvias.
- No requiere de mano de obra especializada, ni de maquinaria sofisticada para su elaboración.
- Ideal para el uso arquitectónico y diseño de áreas verdes.
- Por su condición porosa no provoca grietas causadas por la dilatación del concreto debido a su condición porosa.

2.2.5. DESVENTAJAS.

Las desventajas que presenta este tipo de material según (Barahona et al., 2013, pág. 109)

- El concreto permeable puede perder su permeabilidad con el paso del tiempo, al taparse los poros con material fino, a causa de hojas de árboles o por el viento que arrastra polvo debido a esto se requiere de un mantenimiento con agua a presión y una aspiradora.
- Tiene una menor resistencia al desgaste que el concreto convencional, por lo que solo debe colocarse en zonas de tránsito ligero.
- Debe verificarse la permeabilidad de los suelos.
- Requiere un mantenimiento periódicamente.
- La resistencia a la compresión es muy baja comparada con el concreto convencional.

2.2.6. MATERIAL CEMENTANTE.

El cemento es uno de los materiales que cumple un rol muy importante en el concreto permeable. Al ser un producto comercial de fácil adquisición el cual mezclado con agua, arena y piedra u otros materiales similares, tiene la propiedad de combinarse hasta formar una masa endurecida. es un material en polvo, producido por la cocción a elevadas temperaturas de mezclas que contiene cal, alúmina, fierro y sílice en proporciones establecidas, para lograr las propiedades deseadas. (Polanco, 2012, pág. 4).

2.2.7. AGUA.

Para el concreto permeable la calidad de agua tiene que cumplir con los mismos requisitos que para un concreto convencional. El agua de preferencia debe ser potable. Está prohibido usar aguas acidas, carbonatadas, procedentes de minas, aguas con presencia de sulfato mayor del 1%, aguas que contenga material orgánico y aguas que contengan azúcares. Pueden utilizarse aguas naturales previa autorización (Rivva , 2014, pág. 26).

2.2.8. AGREGADOS.

En la elaboración del concreto permeable se usa agregado grueso y agregado fino en poca o ninguna cantidad. La diferencia con el concreto convencional es que la cantidad de pasta está limitada y por lo cual, la resistencia depende del contacto entre los agregados. Los agregados, por su forma y textura, disminuyen la cantidad de vacíos en comparación con mezclas que utilizan agregados angulosos y rugosos. Las resistencias aumentan, ya que existe un menor contenido de vacíos (Fernández & Navas, 2011, pág. 41).

a. Agregado grueso.

El concreto permeable no contiene agregado fino, o tal vez muy poco; y el agregado grueso utilizado debe ser de tamaño uniforme. Comúnmente las granulometrías de agregado grueso utilizadas deben de cumplir con la norma ASTM C33, estas son: No. 67 (3/4" a No. 4),

No. 8 (3/8" a No. 16), o No. 89 (3/8" a No. 50). La norma ASTM D448 también puede ser usada para definir las granulometrías. (Perèz, 2009, pág. 18)

Gráfico 1: Agregado grueso de la cantera Santa María Del Valle.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

De acuerdo con el ACI 522R -2010 (como se citó en Pérez ,2017) Las gradaciones de los agregados utilizados en el concreto permeable ya sea agregado grueso de un solo tamaño o clasificación entre 3/4 y 3/8 pulgadas (19 y 9,5 mm). Agregados redondeados y machacadas, tanto normal y ligera, se han utilizado para hacer concreto permeable. El agregado utilizado debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM D 448 y C33/C33M.

Los agregados gruesos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables. (Polanco, 2012, pág. 21)

b. Agregado fino.

Consistirá en arena natural, arena manufacturada, o una combinación de ambas; definiéndose como aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, el cual pasa la malla de 3/8" y cumple

con los límites establecidos en las Normas NTP 400.037 o ASTM C33. (Rivva , 2014, pág. 22)

Gráfico 2: Agregado fino de la cantera Santa María Del Valle.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

Los agregados finos. Comúnmente consisten en arena natural o piedra triturada siendo la mayoría de sus partículas menores que 5 mm. Los agregados finos deben cumplir ciertas reglas para darles un uso ingenieril óptimo: deben consistir en partículas durables, limpias, duras, resistentes y libres de productos químicos absorbidos, recubrimientos de arcilla y de otros materiales finos que pudieran afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregado que sean desmenuzables o susceptibles de resquebrajarse son indeseables (Polanco, 2012, pág. 11).

2.2.9. CRITERIOS PARA EL DISEÑO DE MEZCLA.

Los criterios básicos para el diseño a tener en cuenta son muchos. La resistencia y permeabilidad obtenidas con un concreto poroso están determinadas por la mezcla que se va a utilizar. Las variables que afectan el comportamiento del hormigón poroso son: granulometría, dosis de cemento, relación agua/cemento y contenido de vacíos. Sin embargo, el diseño exitoso de mezcla debe probarse en lotes de ensayo para establecer las propiedades requeridas (tiempo de asentamiento, tasa de desarrollo de resistencia, porosidad y permeabilidad). A diferencia del concreto convencional, la relación entre resistencia y agua a materiales cementosos no está clara para

el concreto permeable. (Caballero, Zapata, Pardo, Campuzano, Espinoza y Sánchez, 2015, pág. 67)

Tabla 1: Rangos típicos de las proporciones de materiales en el concreto permeable.

Parámetro	Rango
Materiales cementantes. Kg/cm ³	270 a 415
Agregado. Kg/m ³	1190 a 1480
Relación agua-cemento, en peso	0.26 a 0.45
Relación agregado-cemento, en peso	4 a 4.5
Relación agregado fino-agregado grueso, en peso	0 a 1:1

Fuentes: (Tennis, Leming y Akers, 2004)

2.2.10. RELACIÓN AGUA-CEMENTO (A/C).

De acuerdo el ACI 522 R-2010 (como se citó en Pérez, 2017) Los concretos permeables deben ser proporcionados con una relación agua/cemento (w / c) relativamente baja (0,26 a 0,40) debido a una cantidad en exceso de agua dará lugar a un drenaje de la pasta y posteriormente a la obstrucción del sistema de poros. (pág. 28).

En la relación agua/cemento, la importancia del agua resulta de gran magnitud, ya que ella y su relación con el cemento están altamente ligados a una gran cantidad de propiedades del material final que se obtendrá, en donde usualmente conforme más agua se adicione, aumenta la fluidez de la mezcla y, por lo tanto, su trabajabilidad y plasticidad, lo cual presenta grandes beneficios para la mano de obra; no obstante, también comienza a disminuir la resistencia debido al mayor volumen de espacios creados por el agua libre. (Guevara, Hidalgo, Pizarro, Rodríguez, Rojas y Segura, 2011, pág. 81)

Gráfico 3: Muestras de concreto permeable con diferentes cantidades de agua: (a) con poca agua, (b) adecuada cantidad de agua, (c) con demasiada agua.



Fuente: (Tennis et al., 2004)

Esta relación agregado-cemento. Varía entre 4:1 a 4.5:1, pero depende esencialmente del tipo de agregado así también como la relación agua-cemento y la relación agregado-cemento los cuales deben satisfacer las características de permeabilidad, capacidad de carga, y la durabilidad. (Benites , 2014, pág. 14)

2.2.11. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO.

ACI 522R-10 (como se citó en Benites, 2014) Esta relación está dada por El valor b/bo. Automáticamente se compensa por los efectos de las diferentes formas de las partículas de los agregados, la graduación o tamaño, y el peso específico. Además, para un rango de agregados de tamaño máximo nominal normalmente usados para concreto permeable (3/8" a 3/4 ") los valores b/bo son muy similares.

Tabla 2: Valores efectivos de b/bo.

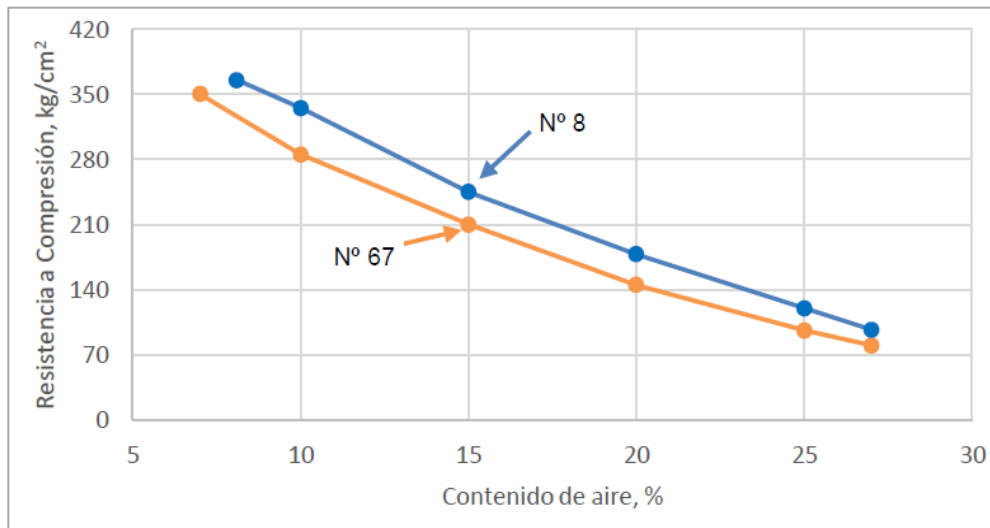
PORCENTAJE DE AGREGADO FINO %	b/bo	
	NO. 8(3/8")	NO. 67(3/4")
0	0.99	0.99
10	0.93	0.93
20	0.85	0.86

Fuente: ACI 522R-10.

2.2.12. PORCENTAJE DE VACÍOS.

La resistencia a la compresión del concreto, así como también su permeabilidad está afectada por el porcentaje de vacíos que la mezcla posee, estos valores variaran por la cantidad de agregado fino.

Figura 1: Resistencias a la compresión a los 7 días para diseño mezcla con 0% de fino.



Fuente: Capítulo 4-ACI 522R-10.

a. Taza de infiltración.

La tasa de infiltración o El coeficiente de permeabilidad. Es una de las características más significativas del concreto permeable o poroso debido a su capacidad de filtrar, este coeficiente de permeabilidad normalmente se encuentra en el rango de 0.2 a 0.54 cm/s (Pèrez, 2009, pág. 38).

b. Resistencia a la compresión.

Según el ACI 522R (como se citó en Guizado y Curi, 2017) la resistencia a compresión típica en pavimentos de concreto permeable de tránsito liviano es del orden de 70 kg/cm², sin embargo, se pueden desarrollar resistencias hasta de 285 kg/cm². La resistencia a compresión está influenciada por los materiales componentes, el esfuerzo de compactación y por el contenido de vacíos.

c. Tamaño máximo nominal y forma del agregado grueso.

ACI 522R (como se citó en Guizado y Curi, 2017) Para asegurar la mínima porosidad en el concreto permeable, la relación del tamaño del diámetro entre el agregado más grande y el agregado más pequeño no supere una radio de 2.5mm. De lo contrario, los agregados de menor tamaño llenarán los vacíos dejados por los agregados de gran tamaño disminuyendo la porosidad y la permeabilidad.

d. Revenimiento.

Lezama (como se citó en Benites, 2014) Es una propiedad del concreto permeable. En estado fresco además define el contenido de humedad de la mezcla mediante el grado de fluidez, entonces cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá. La consistencia está relacionada pero no es sinónimo de trabajabilidad.

2.2.13. PROCEDIMIENTO DE PROPORCIONAMIENTO.

ACI 211.3R (como se citó en Pérez, 2009) El procedimiento de proporciónamiento para concreto permeable está basado en el volumen de pasta necesario para mantener unidas las partículas de agregado, mientras se mantiene la estructura de vacíos necesaria. La cantidad de agregado depende del peso unitario seco compactado y de los valores de b/b_0 seleccionados de la tabla 2. Una vez que se determina el volumen de pasta de la figura 3 se selecciona la relación a/c , se determinan los pesos del agua y el cemento por metro cúbico de acuerdo con las siguientes relaciones.

$$(V_p) = v_c + v_a \dots \dots \dots \text{Ecuación (1)}$$

$$(V_p) = \left(\frac{c}{\sigma_c}\right) + \left(\frac{a}{\sigma_a}\right) \dots \dots \dots \text{Ecuación (2)}$$

Dónde:

- V_p : Volumen de pasta.
- V_c : Volumen de cemento.

- V_a : Volumen de agua.
- c : Peso de cemento.
- a : Peso de agua.
- σ_c : Peso específico de cemento.
- σ_a : Peso específico de agua.

Considerando que el peso específico del cemento y del agua es 3.15 y 1 respectivamente.

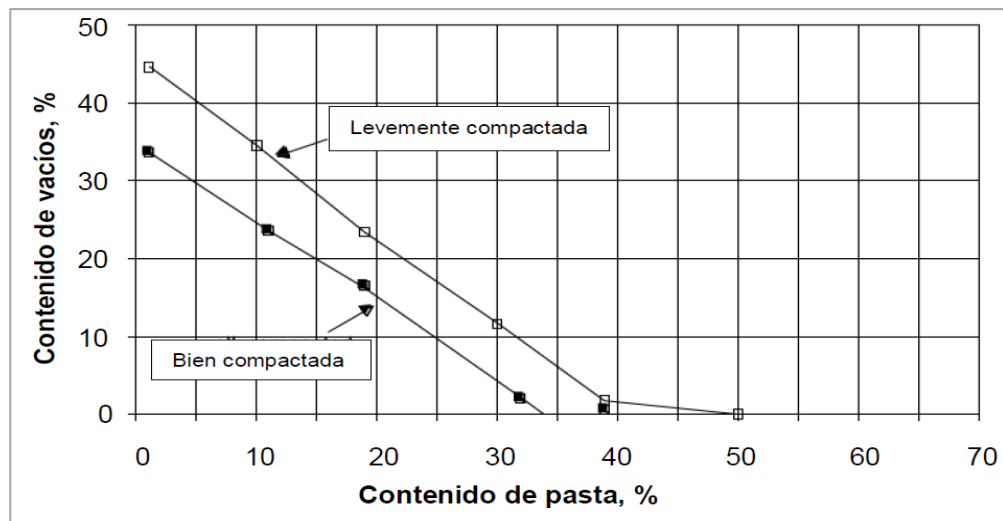
$$V_p = \left(\frac{c}{3.15 \cdot 1000} \right) + \left(\frac{a}{1000} \right) \dots \text{Ecuación (3)}$$

$$a = \left(\frac{a}{c} \right) * c \dots \text{Ecuación (4)}$$

$$V_p = \left(\frac{c}{3.15 \cdot 1000} \right) + \frac{\left(\frac{a}{c} \right) * c}{1000} \dots \text{Ecuación (5)}$$

Las ecuaciones 1, 2, 3, 4 y 5 son para hallar el volumen de la pasta y la cantidad de agua (Benites , 2014).

Figura 2: Relación entre el % de vacíos y el contenido de pasta para tamaños de agregado N° 8.



Fuente: Capítulo 4 – ACI 522R-10.

2.2.14. CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO FRESCO.

a. Consistencia

Según la norma ASTM C143 es una propiedad que permite observar la facilidad que tiene un concreto en estado fresco para rellenar todos los llenar el molde bajo una presión débil. El método empleado para

determinar la consistencia es el ensayo de revenimiento o también conocido como asentamiento del concreto, el cual se determina de acuerdo con la norma ASTM C143. Para el concreto permeable dicho ensayo no se considera como parte de un control de calidad, como si lo es para un concreto tradicional, solo se considera este ensayo como un valor de referencia, ya que la mezcla es de consistencias muy seca.

b. Trabajabilidad

Como menciona. Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi (2004) Propiedad que permite el manejo fácil del mezclado, colocación y compactación de manera uniforme. Existen factores que influyen en la trabajabilidad del concreto, entre ellos se tiene el método y la duración del transporte, la cantidad y características de los materiales cementantes, tamaño, forma y textura de los agregados, el aire incluido, la cantidad de agua, la temperatura del concreto, del aire y los Aditivos.

Gráfico 4: Trabajabilidad del concreto permeable.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

2.2.15. CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO ENDURECIDO.

a. Curado.

Para el procedimiento de curado. La norma NTP 339.183 establece todas las recomendaciones y procedimientos para el curado de los especímenes (probetas) de concreto en laboratorio. Los especímenes

serán desmoldados después de 24 horas del vaciado para luego deben ser ubicados en la poza de curado la cual debe de estar llena de agua a una temperatura constante de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ (Guizado Barrios & Curi Grados, 2017, pág. 52)

Gráfico 5: Curado de las probetas en el laboratorio de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

b. Permeabilidad

De acuerdo con Karthik (como se citó en Pérez ,2017) También conocida como propiedad hidráulica, la permeabilidad es la capacidad que tiene un material para que un fluido sea capaz de atravesar por medio de él sin alterar su estructura. El concreto es un material permeable, es decir que, al estar sometido a presión de agua exteriormente, se produce escurrimiento a través de su masa. El rango de permeabilidad de este concreto depende de su constitución, generalmente varía de 80-720 litros/min/m². (pág.31).

Según la Norma del Comité ACI 522R-10 la capacidad filtrante va del rango de 80lt/min/m² – 730 lt/min/m².

c. Resistencia a la compresión.

De acuerdo al ACI 522 R (2010) Citado en Chaiña y Villanueva (2017) “la resistencia a compresión típica en pavimentos de concreto permeable de transito liviano es del orden de 175 kg/cm², sin embargo, se pueden desarrollar resistencias hasta de 285 kg/cm². La

resistencia a compresión está influenciada por los materiales componentes, el esfuerzo de compactación y por el contenido de vacíos” (pág.69).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.

a. Granulometría.

Trujillo, Valero y Lozano (como se citó Meneses y Páez, 2017) Este ensayo tiene por objeto determinar la granulometría de los áridos de hasta 90 mm mediante su división y separación con una serie de tamices en fracciones granulométricas de tamaño decreciente.

b. Tamizado.

Trujillo, Valero y Lozano (como se citó Meneses y Páez, 2017) Es un método físico para separar mezclas, el cual consiste en hacer pasar una mezcla de partículas de diferentes tamaños por un tamiz, Las partículas de menor tamaño pasan por los poros del tamiz atravesándolo y las grandes quedan retenidas por el mismo.

c. Adherencia.

Trujillo, Valero y Lozano (como se citó Meneses y Páez, 2017) Es la resistencia del asfalto a desprejarse del agregado pétreo, se consigue cuando el agregado se encuentra impregnado del material asfáltico, para lo cual debe existir una correlación que permite la unión entre los materiales que participan en la adherencia.

d. Propiedad mecánica.

Las propiedades mecánicas de un material determinan el comportamiento de este cuando se sujeta a esfuerzos mecánicos, existen diferentes tipos de esfuerzo: tensión, compresión, cortante y torsión. (Bermejo, 2009, pág. 5)

e. Resistencia a la compresión.

López (como se citó en Pérez, 2017) La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima que un material o una mezcla puede soportar bajo una carga de aplastamiento, referida al área de la sección inicial de la probeta. Se determina de acuerdo con la norma ASTM C39.

f. Hidráulica.

“Es la parte de la Mecánica que estudia el equilibrio y el movimiento de los fluidos con aplicación a los problemas de naturaleza práctica”. (Catedra de Ingenieria Rural, 2017, pág. 1)

g. Permeabilidad.

Flores (como se citó en Benítez, 2014) Se entiende por permeabilidad a la facilidad de movimiento de un flujo a través de un medio poroso. La permeabilidad puede definirse como velocidad de flujo producida por un gradiente hidráulico unitario. Se encuentra en plena votación la norma WK17606, método de prueba para evaluar la permeabilidad de pavimentos de concreto permeable por parte de la ASTM.

h. Trabajabilidad.

Se entiende por trabajabilidad a aquella propiedad del concreto en estado no endurecido la cual determina su capacidad de ser manipulado, trasportado, colocado y consolidado adecuadamente, con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad; así como para ser acabado sin que se presente segregación. (Rivva , 2014, pág. 30)

2.4. HIPÓTESIS.

2.4.1. HIPÓTESIS (Hi).

Los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” influyen favorablemente en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano cumpliendo con valores establecidos en la norma ACI 522R-10.

2.4.2. HIPÓTESIS (H0).

Los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” influyen desfavorablemente en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano donde no cumple con valores establecidos en la norma ACI 522R-10.

2.4.3. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.

- Los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del valle son favorables para la elaboración de un concreto permeable.
- los valores de la permeabilidad y de la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando solo agregado grueso de la cantera de Santa María del valle pertenecen al rango establecido en el ACI 522R-10.
- los valores de la permeabilidad y de la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando agregado grueso y 20%fino de agregado fino de la cantera de Santa María del valle pertenecen al rango establecido en el ACI 522R-10.

2.5. VARIABLES.

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.

Agregado de la cantera de Santa María del Valle “La despensa”.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE.

Concreto permeable para transito liviano.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

TTULO: “ELABORACIÓN DEL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO USANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE “LA DESPENSA” - HUANUCO - 2019”

TIPO DE VARIABLE	TIPO DE VARIABLE	DIMENCIONES	INDICADORES	ESCALA	UNIDAD DE MEDICIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE. Agregado de la cantera de santa maría del valle “La despensa”.	Cuantitativa	Mecánico	Granulometría (NTP 400.037-ASTM C136)	Continua	mm
			Tamaño máximo y máximo nominal.		mm
			Contenido de humedad.(NTP 339.185-ASTM C566)		%
			Absorción.		%
			Peso unitario seco compactado.		kg/cm3
			Peso específico del agregado grueso. (NTP 400.021-ASTM C127)		kg/cm3
			Peso específico del agregado fino. (NTP 400.022-ASTM C128)		kg/cm3
VARIABLE DEPENDIENTE. Concreto permeable para transito liviano.	Cuantitativa	Mecánico	Resistencia a la compresión del concreto permeable “ f_c ” (ACI522-R10).	Discreta	Kg/cm2
			Coefficiente de permeabilidad del concreto permeable “ K ” (ACI522-R10).		cm/s

CAPÍTULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACION.

3.1.1. ENFOQUE.

a. CUANTITATIVO.

El tipo de investigación cuantitativo se basa en el estudio y análisis de la realidad a través de diferentes procedimientos de medición. Los resultados de estas investigaciones se basan en la estadística y son generalizables “El enfoque cuantitativo (que representa, como dijimos, un conjunto de procesos) es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos saltar o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase” (Hernández et al., 2010, Pág. 4)

Por ende, La investigación es cuantitativa ya que se obtuvieron valores numéricos de los ensayos planteados y que a su vez sirvió de información base para el análisis de datos, conclusiones y recomendaciones. Prueba de la resistencia a la compresión de cilindros testigos de concreto.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL.

a. Correlacional.

Los estudios correlacionales, al evaluar el grado de asociación entre dos o más variables, La utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas. Es decir, intentar predecir el valor aproximado que tendrá un grupo de individuos o casos en una variable, a partir del valor que poseen en la o las variables relacionadas. (Hernández et al., 2010, Pág. 81)

b. Explicativo.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos;

están dirigidos a responder a las causas de los eventos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da éste, o por qué dos o más variables están relacionadas. (Hernández et al., 2010, pág. 95)

La investigación se ajusta al nivel de estudios correlacional y explicativo ya que busca relacionar y cuantificar las variables de estudio.

3.1.3. DISEÑO

a. Experimental.

Este tipo de investigación se basa en la manipulación de variables en condiciones altamente controladas, replicando un fenómeno concreto y observando el grado en que la o las variables implicadas y manipuladas producen un efecto determinado. (Hernández, Fernández y Baptista, 2010 pág. 57)

Es experimental porque en de la investigación, se desarrolló dos diseños de mezcla en el cual se manipula una de las variables (agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”) el cual se replica o refleja una alteración en la otra variable (concreto permeable para transito liviano).

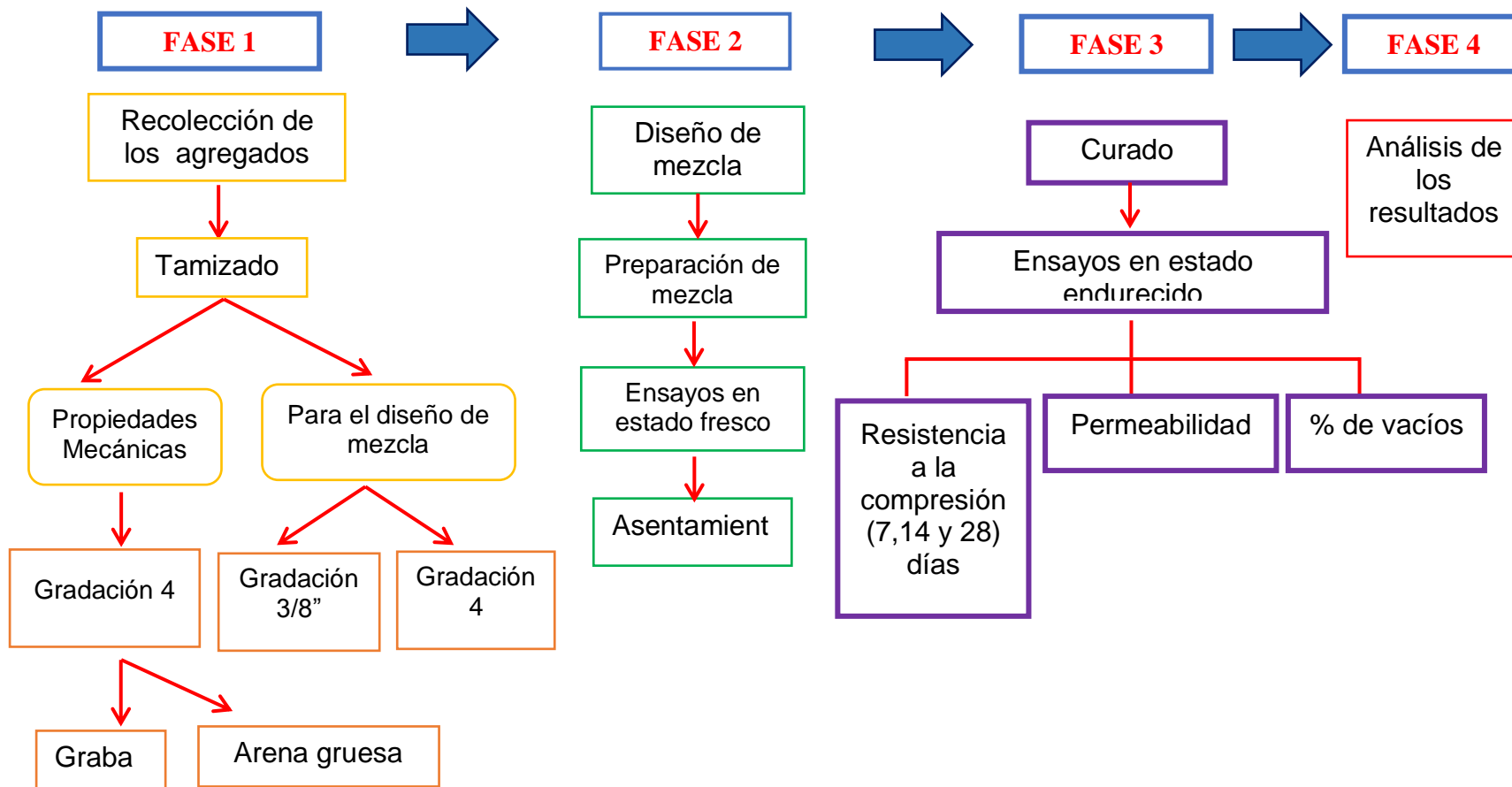
b. Longitudinal.

En ocasiones el interés del investigador es analizar cambios a través del tiempo, el diseño longitudinal consiste en recolectar datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. (Hernández et al., 2010, Pág. 191)

La investigación es longitudinal porque se tomaron datos de la resistencia a la compresión a través del tiempo (7,14 y 28 días).

C. Diseño metodológico.

Gráfico 6: Esquema del diseño de la tesis por fases



Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 3: Diseños de mezcla.

Nº de mezcla 1	Relación agua cemento	Grupo experimental	Porcentaje de vacíos
M1	a/c =0.35	Concreto Permeable sin agregado fino	18%

Nº de mezcla 2	Relación agua cemento	Grupo experimental	Porcentaje de vacíos
M2	a/c =0.35	Concreto Permeable con agregado grueso y fino en 20%	18%

Elaboración: Propio del autor de tesis.

El diseño metodológico se encuentra comprendido por 5 fases correspondientes a recolección de materias primas, caracterización de materiales granulares, diseño de las mezclas, ejecución de ensayos y análisis de resultados; las cuales se llevarán a cabo según las normas ACI 522R-10, dando cumplimiento a cada una de las especificaciones técnicas requeridas.

3.2. POBACIÓN Y MUESTRA.

3.3.2. POBLACIÓN.

Desde el punto de vista estadístico la población para el presente estudio entra dentro del rango de finita, puesto que identificando la unidad de análisis la probeta de concreto se puede obtener la población que está conformada por todas las probetas que se obtienen de dos metros cúbicos de concreto permeable con un desperdicio de 0.05%, dicho esto en dos metros cúbicos se encuentran 360 probetas el cual sería la población del estudio.

3.2.2. MUESTRA.

Calculo de muestras para poblaciones finitas se realizó mediante la ecuación 6 descrita en el libro de metodología de investigación científica para ingenieros, donde menciona que si no existe un registro de estudios anteriores la varianza de la variable será reemplazada por $p \cdot q$. (Borja, 2012, pág. 31)

$$n = \left(\frac{Z^2 * p * q * n}{(n-1)E^2 + Z^2 * \sigma^2} \right) = \left(\frac{Z^2 * p * q * n}{(n-1)E^2 + Z^2 * p * q} \right) \dots \dots \text{Ecuación (6)}$$

Dónde:

- η : tamaño de la población.
- z: valor z curva normal (1.96)
- E: error de la estimación (0.2)
- P: probabilidad de éxito (0.5).
- Q: probabilidad de fracaso (0.5)

$$n = \left(\frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5 * 360}{(360-1) * 0.2^2 + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} \right)$$

$$n = 23$$

Teniendo en cuenta la definición que nos brinda la norma ACI respecto al ensayo de resistencia el cual corresponde al promedio de las resistencias de tres cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura, ensayados a los 28 días Así que partiendo de estas definiciones tenemos. Para el ensayo de permeabilidad se usó seis cilindros de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, ensayados a los 28 días.

Tabla 4: Muestra del Concreto Permeable sin agregado fino.

nº de mezcla (a/c)	% vacíos	resistencia a la compresión 7 días	resistencia a la compresión 14 días	resistencia a la compresión los 28 días	permeabilidad
M1 (0.35)	18	3	3	3	3
Total de muestras					12

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 5: Muestra del concreto permeable con agregado fino en 20%.

Nº de mezcla (a/c)	Finos	% vacíos	Resistencia a la compresión 7 días	resistencia a la compresión 14 días	resistencia a la compresión 28 días	Permeabilidad
M2 (0.35)	20%	18	3	3	3	3
Total de muestras						12

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Finalmente se tendrán 24 muestras experimentales.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

La recolección de datos es considerada como la medición ya que es una precondition para obtener el conocimiento científico. En toda investigación es necesaria llevar a cabo la recolección de datos el cual es un paso fundamental para tener éxito en nuestros resultados.

a. Observación directa

Se recolectaron múltiples datos mediante la percepción intencionada y selectiva del investigador, en condiciones que los datos se puedan controlar y manipular. Es decir, la observación directa se aplica directamente en todos los ensayos de laboratorio que se realizaron los cuales cumplen con los estándares establecidos por el ACI y ASTM.

b. Análisis documental

Se recolectaron datos de fuentes secundarias, como lo son: Tesis (nacionales e internacionales), Normas (ASTM, ACI y NTP), Libros, Documentos, Revistas; Los cuales están citados adecuadamente en las referencias de la presente investigación. Con la finalidad de utilizar esta información para el desarrollo y análisis de la tesis.

c. Ensayos de laboratorio

Es la técnica principal para la recolección de los datos, los ensayos que se realizan a los especímenes de concreto permeable en la presente investigación serán: ensayo de compresión a los 7 y 28 días basándonos en la Norma ASTM C-39, ensayo de resistencia a la flexión a una edad de 28 días basada en la norma ASTM C78. Y el ensayo de permeabilidad, a la edad de 28 días, de acuerdo con la norma ACI 522. R-10 y con la revista científica de "Investigaciones del Saber Académico".

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.3.1.1. RECOLECCIÓN DE LOS MATERIALES GRANULARES.

El material pétreo que se utilizó en la investigación fue procedente de la cantera Santa María del Valle “La Despensa”. La recolección del material se realizó en dos oportunidades la primera recolección fue para los ensayos que granulometría en la cual se recolecto 50 kg de agregado grueso y 30 kg de agregado fino, los ensayos que se le realizaron a los agregados fueron el peso específico, contenido de humedad, absorción, peso unitario seco compactado. La segunda recolección se realizó con la ayuda de una malla metálica N° 3/8” y N° 4 dichos agregados se recolectaron con la intención de elaborar las probetas.

- Cemento: El cemento a utilizar para elaborar la mezcla drenante será cemento andino tipo I.

Gráfico 7: Cantera de Santa María Del Valle “La Despensa”



Elaboración: Propio del autor de tesis.

3.3.1.1.1. Granulométrico del agregado fino (ASTM C136).

Para el ensayo de granulometría se realizó de acuerdo con lo descrito en las siguientes normas: ASTM C-136 y NTP 400.012

a. Objetivo

Establecer la calidad y gradación de los agregados (finos y gruesos) para uso en la mezcla del concreto permeable y determinar el porcentaje pasante de los diferentes tamaños del agregado y con estos datos se construye la curva granulométrica de cada uno de ellos.

b. Equipos y herramientas

- Balanza de aproximación 0.1 g para los finos y para los agregados gruesos, una balanza de aproximación 0.5 g.
- Tamices: La serie de tamices para los finos son #4, # 8, # 16, #30, #50, #100, #200 y para los gruesos son: 3", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", ⅜", # 4.
- Tamizadoras y Horno.

c. Procedimiento

- Se colocó la muestra de agregado fino en el horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$. por un periodo de 24 horas.
- Se pesaron tres muestras de agregado fino. Luego se colocaron los tamices forma decreciente por tamaño desde el N°4 hasta el N°200, luego se realizó la operación de tamizado manual.
- Al finalizar se pesó la cantidad retenida del agregado fino en cada tamiz, así como también se pesó en el fondo, todo esto mediante una balanza de 0.1 gramos.
- La masa total de material luego del tamizado se verifico el peso con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz al inicio. Si la cantidad difiere en más de 0.3 porciento, sobre la masa seca original de la muestra, el resultado no deberá utilizarse para propósitos de aceptación.

Gráfico 8: Tamices para realizar el análisis granulométrico y horno.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

3.3.1.1.2. Granulométrica del agregado grueso (ASTM C136).

a. Procedimiento

- En el ASTM recomienda que la muestra para este ensayo debe de estar seca para luego ser colocada en el horno por un tiempo de 24 horas.
- Se Colocaron los tamices en orden decreciente por tamaño de abertura (3/4", 1/2", 3/8", N°4), para luego efectuar la operación de tamizado.
- Al finalizar el tamizaje, se procedió a pesar la cantidad retenida de agregado que se encuentre en cada uno de los tamices mencionados, asimismo también se pesó el fondo en una balanza.

3.3.1.1.3. Peso específico y absorción del agregado fino (ASTM C128).

El ensayo se realizó tomando en cuenta las siguientes normas ASTM C-128 y NTP 400.022.

a. Objetivo

Consiste en determinar el peso específico y la absorción del agregado fino de la Cantera de "La Despensa" y conocer la importancia de la manera en que influye la densidad y el porcentaje de absorción del agregado Fino en una mezcla de concreto.

b. Equipos y herramientas

- Balanza con aproximación de 0.5gr.
- Fiola
- Molde cónico metálico de 40cm de diámetro en la parte superior, 9cm de diámetro en la parte inferior y una altura de 7.5 cm.
- Apisonador de metal el cual es una varilla metálica que tiene uno de sus extremos de sección plana y circular, de aproximadamente 2.5 cm de diámetro y un Horno.

c. Procedimiento

- Se tomó una muestra de agregado fino el cual fue sumergido en agua durante un tiempo de 24 horas.
- Luego se decantó con minucioso cuidado el agua de la muestra para colocarla en la bandeja de metal, dicha bandeja debe tener una superficie no absorbente luego se lleva al horno para secar la muestra a una temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5$ gr, con la finalidad de que pierda humedad removiendo constantemente y obtener una humedad uniforme.
- Se esparció la muestra sobre una superficie plana, cuidando en todo momento que la muestra no seque más del estado saturado superficialmente seco, dicho estado se logra cuando el agregado no se adhiere entre sí.
- Luego se tomó la muestra y se relleno con ella el molde que tiene una forma cónica el cual posee un diámetro inferior de 9 cm y superior de 4 cm, en cuanto al llenado del molde se realizó en tres capas, compactando con 25 golpes del pisón cada capa.
- Luego se procedió a quitar el cono de la muestra, es en este momento donde pueden presentarse tres casos los cuales son: si tiene una forma de un tronco cónico, el agregado tiene más humedad del que corresponde al estado saturado superficialmente seco.
- Si el cono se desmorona, entonces la muestra tiene menos humedad del que le corresponde al estado superficialmente seco, si este fuese

el caso se adiciona un poco de agua y se coloca dentro de un recipiente cerrado para luego volverla a ensayar en el cono hasta que llegue a la condición deseada.

- Si queda de forma cónica y terminada en punta sin desmoronarse, entonces tendrá la humedad correspondiente y con esa se realizará el resto de análisis.
- Luego se procedió a colocar una muestra del agregado fino sobre la fiola vertiendo agua sobre ella y cuidando de exceder el contenido del recipiente y moviéndola en todo momento con la única intención de eliminar las burbujas de aire que se formaron.
- Luego se completó con agua hasta la marca indicada en la fiola, después se dejó en reposo por un tiempo o hasta que el material fino se asentó, luego se retiró la espuma de la superficie con ayuda de un papel absorbente y se completó con agua hasta la marca indicada, por último se pesó dicha muestra.
- Después se Sacó la muestra y se procedió a colocarla sobre una tara para ser llevada al horno en el cual permaneció por 24 horas, finalizando se retiró la muestra del horno y realizo el pesaje de la muestra nuevamente.

3.3.1.1.4. Peso específico y absorción del agregado grueso (ASTM C127.)

En este ensayo se siguió lo descrito en las siguientes normas ASTM C-127 y NTP 400.021.

a. Objetivo

Determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso a partir del humedecimiento en un tiempo determinado, asimismo conocer la importancia de cómo influye la densidad y % de absorción del agregado grueso en una mezcla de concreto.

b. Equipos y herramientas

- Balanza
- Tamiz N° 4.

- Depósito de agua.
- Cesta con abertura correspondiente al tamiz N °6 y Horno.

c. Procedimiento

- Se procedió a seleccionar una muestra del material el cual debe de estar seca.
- Se tamizo la muestra con la ayuda de malla N° 4 y se descartó la muestra pasante de dicho número de malla.
- Se sumergió el material seleccionado en agua durante 24 horas.
- Luego se retiró la muestra del agua, posterior a esto se tendió la muestra y con un paño se procedió a secar la superficie hasta el punto que se consiguió que la muestra llegue a un estado saturado superficialmente seco.
- Se pesó la muestra bajo las condiciones de saturado con superficie seca.
- Se pesó la canastilla sumergida en agua y se colocó su peso en cero Luego se marcar la altura en la que se sumerge la canastilla.
- Luego se colocó la muestra saturada con superficie seca en la canastilla y se pesó sumergida en el agua.
- Por último paso se secó la muestra a peso constante, luego se dejó enfriar y se determinó su peso seco a una temperatura ambiente.

3.3.1.1.5. Contenido de humedad del agregado grueso y fino (ASTM C566).

Para este ensayo se siguió todo lo descrito en las siguientes normas ASTM C-566 y NTP 339.185.

a. Objetivo

Determinar el porcentaje total de humedad de una muestra de agregado fino o grueso por secado, La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros, mas no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados.

b. Equipos y herramientas

- Balanza con sensibilidad a 0.1 gr.
- Recipientes.
- Horno.

c. Procedimiento

- Se realizó el muestreo para poder extraer la muestra según los pesos mínimos.
- Luego se predio registrar el peso de la muestra en estado natural con ayuda de una balanza.
- El tamaño de la muestra que se utilizó para el agregado fino fue de 500 gr o ½ kg y para el agregado grueso con la gradación de 3/8” un peso aproximado de 1000 gr o 1 kg.
- Luego se colocó la muestra en el horno hasta que se obtuvo una masa constante, luego se dejó enfriar dicha muestra en estado seco y por último se procedió a pesar.

3.3.1.1.6. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino y grueso (ASTM C29).

Para este ensayo se siguió toda la metodología descrita en las siguientes: normas ASTM C-29 y NTP 400.017.

a. Objetivo

Consiste en determinar el peso unitario y los vacíos que existen en los agregados de la cantera de “La Despensa”, en condición suelto y compactado.

b. Equipos y herramientas

- Balanza
- Varilla de acero liso con punta semiesférica
- Recipiente, molde u olla para peso unitario.
- Cucharon.

c. Procedimiento Peso Unitario Compactado

- Se puso en cero el peso del molde completamente vacío en la balanza.
- Se vertió agua en el molde hasta quedar lleno, luego se tomó el peso del molde con el agua, esto nos sirvió para hallar el cálculo del volumen del molde utilizado.
- Se procedió a llenar la tercera parte del molde con el agregado, posterior a esto se apisono la capa del agregado mediante una varilla dando 25 golpes los cuales estuvieron distribuidos de forma uniforme y helicoidal después mediante el martillo de goma se dio 12 golpes al molde metálico con la única finalidad de que el material se acomode. Luego se llenó las dos terceras partes restantes del molde y se repitió el mismo compactado efectuado. Finalmente se llenó el molde con agregado hasta rebosarlo, luego se volvió a apisonar con la varilla también dando 25 golpes, para finalizar golpeó con el martillo de goma.
- Una vez lleno el recipiente o molde, se niveló la superficie mediante la varilla, usándola como regla.
- Se determinó el peso del recipiente o molde así como su contenido, peso y volumen, los cuales se registraron.

d. Procedimiento Peso Unitario Suelto

- Se puso en cero el peso del molde vacío en la balanza.
- Para este ensayo la muestra del agregado debe de estar en estado seco.
- Se llenó el molde con ayuda de un cucharón hasta rebosar, vertiendo el agregado desde una altura superior al borde del molde el sobrante se eliminó con ayuda de una regla y se evitó cualquier compactación.
- Luego se determinó el peso del recipiente o molde de medida ya añadido el contenido es decir el peso y volumen del recipiente, los cuales se registraron.

3.3.1.2. DISEÑO DE LAS MEZCLAS.

a. Materiales.

- Cemento Andino
- Agregado fino, arena gruesa pasante la malla N^o 4 de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”
- Agregado grueso 3/8” de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa”
- Agua potable de la universidad Nacional Hermilio Valdizan.
- Probetas de 15cmx30cm y de 10cmx20cm.
- Trompo mezclador.

3.3.1.2.1. PRIMER DISEÑO DE MEZCLA SIN AGREGADO FINO.

• Paso 1

Tabla 3: *Propiedades de los materiales.*

CARACTERISTICAS DEL AGREGADO		GRUESO	UNIDAD
Peso específico de masa	Pe	2,7	gr/cm ³
Peso específico de masa saturada	Pe (sss)		
Peso unitario suelto	PUS	1693	kg/m ³
Peso unitario compactado	PUC	1805	kg/m ³
Contenido de Humedad	ch %	0,3	%
Absorción	a %	0,64	%
Tamaño máximo nominal	TMN		

CEMENTO ANDINO-uso general	Portland ASTM	UNIDAD
Peso específico de masa	3,11	gr/cm ²

Fuente: Autor de tesis

- **Paso 2:** Resistencia promedio del concreto. Tipo de concreto permeable.

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

- **Paso 3:** Resistencia promedio del concreto.

$$F'_{cr} = 1.2 * F'_c$$

Formula 7 (ecuación de resistencia promedio del concreto)

$$F'_{cr} = 1.2 * 175 = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Relación agua cemento: Pervious Pavement Organization, ACI 522 recomienda una relación **a/c** 0.26 a 0.42 esto debido a que se busca evitar los problemas de un déficit o exceso de agua en la pasta.

Asumimos **a/c = 0.35**

Los criterios tomados en el diseño hasta el paso 3 serán los mismos para el segundo diseño de mezcla de concreto permeable para transito liviano con 20% de agregado fino.

- **Paso 4:** Valor de b/bo.

Tabla 4: Determinación del valor efectivos b/bo.

PORCENTAJE DE AGREGADO FINO %	b/bo	
	NO. 8(3/8")	NO. 67(3/4")
0	0,99	0,99
10	0,93	0,93
20	0,85	0,86

Fuente: ACI 522R-10.

Para el diseño de mezcla consideraremos un % de agregado fino de 0%. b/bo = 0.99

- **Paso 5:** Peso del agregado grueso.

Pervious Pavement Organization, ACI 522R-10 recomienda un rango de agregado grueso de 1190 a 2115 kg/cm^3 .

$$b/bo = \frac{\text{Peso del Agregado Grueso}}{\text{P. U. S. C. Agregado Grueso}}$$

Formula 8 (relación de agregado grueso y fino)

$$PUSC = \frac{P. U. C}{\% \text{ de humedad}}$$

Formula 9 (Peso unitario seco compactado del agregado grueso)

- Determinando el peso unitario seco compactado del agregado grueso (PUSC)

$$PUSC = 1805/1.003$$

$$PUSC = 1799.601 \text{ kg/cm}^3$$

- Determinando el peso del agregado grueso (PAG)

$$PAG = b/b_o * PUSC \text{ Agregado Grueso} \times 1\text{m}^3$$

$$PAG = 0.99 \times 1799.601 \text{ kg/m}^3 \times 1\text{m}^3$$

$$PAG = 1781.605 \text{ kg}$$

- Se realiza el ajuste por absorción del agregado grueso.

$$PAG(sss) = PAG * \% \text{ de absorción}$$

Formula 10 (Peso del agregado superficialmente seco)

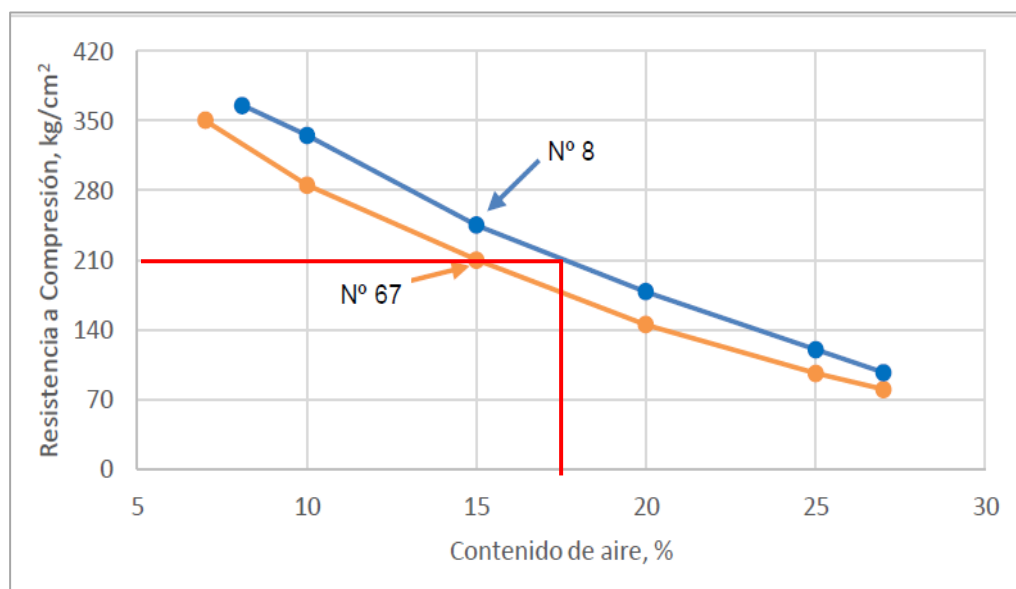
$$PAG (sss) = 1781.605 * 1.0064$$

$$PAG (sss) = 1793.007 \text{ kg.}$$

- **Paso 6:** Elección del porcentaje de vacíos.

Del ACI 522 R-10 capítulo 4, figura 4.1 Relación de contenido de vacíos y resistencia a la compresión a los 28 días,

Figura 3: Relación entre contenido de vacíos y fuerza a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados N° 67 y N° 8.

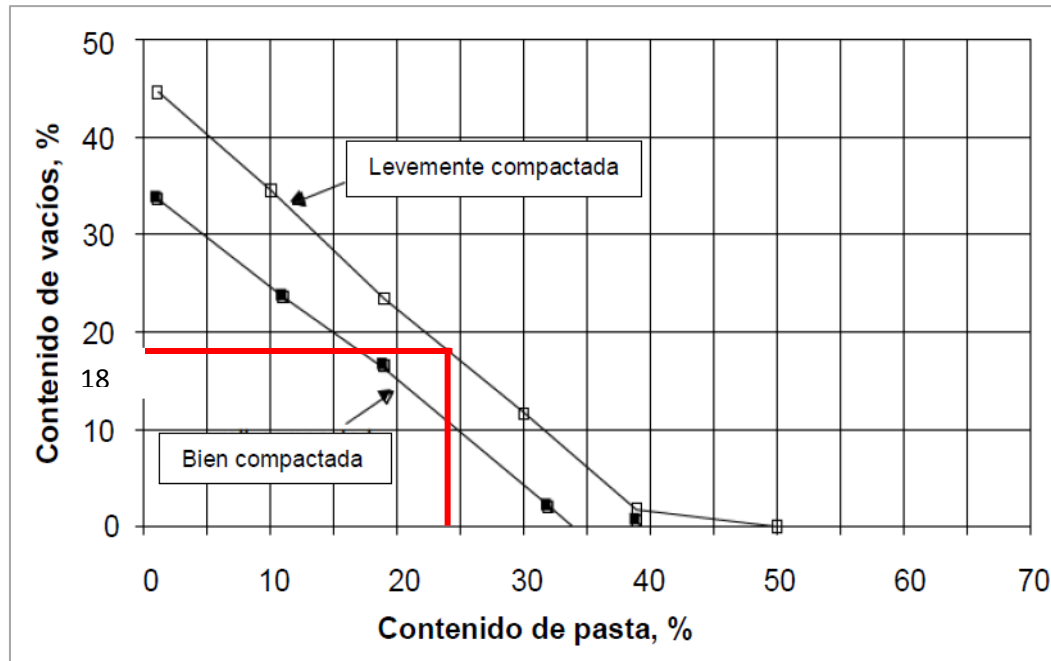


Fuente: ACI 522R-10.

Entonces el porcentaje de vacíos es 18 %.

- **Paso 7:** Cálculo del volumen de pasta

Figura 4: Relación entre el porcentaje de vacíos y el contenido de pasta para tamaños de agregado N° 8.



Fuente: ACI 522R-10.

El % de Pasta es 23.667 % que sería igual a 0.237 m³.

- **Paso 8:** Contenido de agua y cemento para una relación a/c = 0.35

Volumen de Pasta = Volumen de cemento + Volumen de agua

$$VP = \frac{C}{Pec} + \frac{a}{Pec}$$

Formula 11: (volumen de pasta)

$$VP = \left(\frac{c}{3.11 * 1000} \right) + \left(\frac{\frac{a}{c} * c}{1000} \right)$$

- Para una relación a/c = 0.35

$$0.237 = \left(\frac{c}{3.11 * 1000} \right) + \left(\frac{0.35 * c}{1000} \right)$$

$$C = 352.42 \text{ kg}$$

- Calculando la cantidad de agua.

$$\text{Relacion } \frac{a}{c} = 0.35$$

$$a/ 352.42 = 0.35$$

$$a = 123.348 \text{ Lts}$$

- **Paso 9:** Cálculo de volumens absolutos.

Tabla 6: volúmenes absolutos del primer diseño de mezcla con 0% de finos.

MATERIALES		peso (sss) kg	volumen (m3)
Volumen abs de cemento	Vc	352,42	0,113
volumen abs de agua	Vw	123,348	0,123
Volumen abs de agregado grueso	Vgr	1793,01	0,664
Total de volumen absoluto			0,901

Elaboración: Propio del Autor de tesis.

- **Paso 10:** Determinando el nuevo porcentaje de vacíos.

$$\% \text{ de vacios} = \left(\frac{V \text{ Total} - V \text{ Solido}}{V \text{ Total} * 100} \right)$$

$$\% \text{ de vacios} = \left(\frac{1 - 0.901}{1 * 100} \right)$$

$$\% \text{ de vacios} = 9.926 \text{ m3}$$

Los pasos 9 y 10 se realizan únicamente con el fin de obtener valores necesarios para el ensayo de Densidad y % de vacíos en estado fresco del concreto permeable. Es por ello que en el paso 10 se consideran los pesos secos del agregado y no los pesos en estado SSS.

- **Paso 11:** Corrección por humedad y absorción.

$$\text{Agua de diseño} = 123.348$$

$$\text{Cemento} = 352.422$$

$$\text{Agregado grueso} = 1781.605$$

Se procede a calcular el agua efectiva y se realiza balance de agua para el agregado grueso.

$$\text{Adición de agua} = (\% \text{ de absorción} - \% \text{ de humedad}) * \text{AG}$$

Formula 12: (Adición de agua para el agregado grueso)

$$\text{Adición de agua} = (0.64\% - 0.30\%) * 1781.61$$

$$\text{Adición de agua} = 6.057 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 123,348 + 6.057$$

$$\text{Agua efectiva} = 129.405$$

- Se corrige el agregado grueso por humedad.

$$\text{Agregado grueso} = \text{Peso Seco} * \% \text{ de Humedad}$$

Formula 13: Corrección por humedad.

$$\text{Agregado grueso} = 1781.61 * 1.003$$

$$\text{Agregado grueso} = 1786.950 \text{ kg.}$$

- **Paso 12:** Valores del diseño de mezcla.

Tabla 7: valores para el diseño de mezcla.

MATERIAL	PESO POR M3 (Kg)
Cemento	352.422
Agua efectiva	129.405
A. Grueso	1786.950
TOTAL	2268.777

Fuente: propio del autor de tesis.

- Proporcionamiento en peso.

$$\frac{352.422}{352.422} \quad \frac{1786.950}{352.422} \quad \frac{129.405}{352.422} * 42.5 \text{ lt/bolsa}$$

$$1 \text{ cemento} : 5.07 \text{ A. Grueso} : 15.61 \text{ agua lt/bolsa}$$

- Proporcionamiento en volumen aparente.

$$1 \text{ bolsa de cemento pesa} = 42,5 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento} = 1 * 42.5 = 42.5 \text{ kg/ bolsa}$$

$$\text{Agregado grueso} = 5.07 * 42.5 = 215.50 \text{ kg/ bolsa}$$

$$\text{Agua} = 15.61 \text{ lts /bolsa}$$

- **Paso 13:** Mezcla de prueba en laboratorio.

Prueba de resistencia a la compresión para especímenes cilíndricos.

Diámetro = 0.15 m

Altura promedio = 0.30 m

Desperdicio = 0.05

Nº de testigos = 9

- Calculando el volumen.

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

Formula 14: (volumen de un cilindro)

$$V = \left(\frac{(\pi * 0.15^2) * 0.30}{4} \right) * 1.05 * 9$$

$$V = 0.051 \text{ m}^3$$

- Prueba de permeabilidad para testigos cilíndricos.

Diámetro = 0.1m

Altura promedio = 0.2m

Desperdicio = 0.05m³

Nº de testigos = 3

- Calculando el volumen

$$V = \left(\frac{(\pi * 0.10^2) * 0.20}{4} \right) * 1.05 * 3$$

$$V = 0.0049 \text{ m}^3$$

Volumen Total = 0.0560 m³

- Materiales corregidos por humedad para especímenes v = 0.0560 m³

Tabla 8: materiales para el diseño de mezcla con 9 probetas de 15 cm por 30 cm y 3 probetas de 10 cm por 20 cm.

Agua de mezclado	7.247	lts
Cemento	19.736	kg
Agregado grueso	100.071	kg
TOTAL	127.053	kg

Fuente: Propio del autor de tesis.

3.3.1.2.3. Segundo diseño de mezcla con agregado fino 20%.

Los valores tomados en los pasos 1, 2 y 3 son los mismos que el primer diseño por eso se consideró ya no volverlos a poner.

- **Paso 4:** Valor de b/bo.

Tabla 9: Determinación del valor efectivos b/bo.

PORCENTAJE DE AGREGADO FINO %	b/bo	
	Nº. 8(3/8")	Nº. 67(3/4")
0	0,99	0,99
10	0,93	0,93
20	0,85	0,86

Fuente: ACI 522 R-10.

Para el diseño de mezcla consideraremos un % de agregado fino de 20%. b/bo = 0.85

- **Paso 5:** Peso de los agregados.

Agregado grueso: Pervious Pavement Organization, ACI 211.3R-97, ACI 522 recomienda un rango de agregado grueso de 1190 a 2115 kg/cm^3 .

- Determinando el peso unitario seco compactado del agregado grueso (PUSC)

$$PUSC = 1805/1.003$$

$$PUSC = 1799.601 \text{ kg/cm}^3$$

- Determinando el peso del agregado grueso (PAG)

$$PAG = b/bo * PUSC \text{ Agregado Grueso} \times 1m^3$$

$$PAG = 0.85 \times 1799.601 \text{ kg/m}^3 \times 1m^3$$

$$PAG = 1529.661 \text{ kg}$$

- Se realiza el ajuste por absorción del agregado grueso.

$$PAG (sss) = 1529.661 * 1.0064$$

$$PAG (sss) = 1539.451 \text{ kg}$$

- Restando el porcentaje que ocupa el agregado fino 20 % tenemos:

$$PAG (sss) = PAG (sss) * \% AF (sss)$$

$$PAG (sss) = 1539.451 * (1 - 20/100)$$

$$PAG (sss) = 1231.561 \text{ kg}$$

- Agregado fino: Calculando el peso del agregado fino.

$$PAF (sss) = 1539.4051 - 1231.561$$

$$PAF (sss) = 307.89 \text{ kg}$$

- Determinando el peso del agregado fino seco.

$$PAF = \frac{PAF (sss)}{\% \text{ de absorcion}}$$

$$PAF = 307.890 / 1.011$$

$$PAF = 304.510 \text{ kg.}$$

- **Paso 6:** Elección del porcentaje de vacíos.

De acuerdo con el ACI 211. 3R, grafico A.7.5.2 Relación de contenido de vacíos y resistencia a la compresión a los 28 días, grafico A.7.7 Relación entre el contenido de pasta y contenido de vacíos. Entonces el porcentaje de vacíos es 18 %.

- **Paso 7:** Cálculo del volumen de pasta.

Una vez que elegido el % de vacíos, se procede a obtener el porcentaje de pasta en volumen, de la figura 14 se observa dos curvas para los dos niveles de compactación. En esta investigación se consideró un nivel de compactación ligero, para obtener mayores volúmenes de pasta para asegurar un óptimo recubrimiento de los agregados. El % de Pasta es 23.667 % que sería igual a 0.237 m3.

- **Paso 8:** Contenido de agua y cemento para una relación a/c = 0.35

Volumen de Pasta = Volumen de cemento + Volumen de agua

$$VP = \frac{C}{Pec} + \frac{a}{Pec}$$

$$VP = \left(\frac{c}{3.11 * 1000} \right) + \left(\frac{\frac{a}{c} * c}{1000} \right)$$

- Para una relación a/c = 0.35

$$0.237 = \left(\frac{c}{3.11 * 1000} \right) + \left(\frac{0.35 * c}{1000} \right)$$

$$C = 352.42 \text{ kg}$$

- Calculando la cantidad de agua.

$$\text{Relacion } \frac{a}{c} = 0.35$$

$$a / 352.42 = 0.35$$

$$a = 123.348 \text{ Lts.}$$

- **Paso 9:** Cálculo de volumens abslutos.

Tabla 10: volúmenes absolutos del primer diseño de mezcla con 0% de finos.

MATERIALES		peso (sss) kg	volumen (m3)
Volumen abs de cemento	Vc	352,422	0,113
volumen abs de agua	Vw	123,348	0,123
Volumen abs de agregado grueso	Vgr	1231,561	0,456
Volumen abs de agregado fino	Vfi	307.890	0,117
Total de volumen absoluto			0,809

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- **Paso 10:** Determinando el nuevo porcentaje de vacíos.

$$\% \text{ de vacios} = \left(\frac{V \text{ Total} - V \text{ Solido}}{V \text{ Total} * 100} \right)$$

$$\% \text{ de vacios} = \left(\frac{1 - 0.809}{1 * 100} \right)$$

$$\% \text{ de vacios} = 19.057 \text{ m3}$$

Los pasos 8 y 9 se realizan únicamente con el fin de obtener valores necesarios para el ensayo de Densidad y % de vacíos en estado

fresco del concreto permeable. Es por ello que en el paso 10 se consideran los pesos secos del agregado y no los pesos en estado SSS.

- **Paso 11:** Corrección por humedad y absorción.

Agua de diseño = 123.348

Cemento = 352.422

Agregado fino = 304.510

Agregado grueso = 1223.729

- Se calcula el agua efectiva balance de agua para el agregado grueso

Adición de agua = (% de absorción - % de humedad) * AG

Adición de agua = (0.64% - 0.30%) * 1223.73

Adición de agua = 4.161 lts

- Se calcula el agua efectiva balance de agua para el agregado fino

Adición de agua = (% de absorción - % de humedad) * AF

Adición de agua = (1.11% - 0.38%) * 304.510

Adición de agua = 2.223 lts

Agua efectiva = 123,348 + 4.161+ 2.223

Agua efectiva = 129.731

- Se corrige el agregado grueso por humedad.

Agregado grueso = Peso Seco * % de Humedad

Agregado grueso = 1223.73 * 1.003

Agregado grueso = 1227.400 kg

- Se corrige el agregado fino por humedad.

Agregado fino = Peso Seco * % de Humedad

Agregado fino = 304,51 * 1.003

Agregado fino = 307.890 kg

- **Paso 12:** Valores del diseño de mezcla.

Tabla 11: Valores para el diseño de mezcla con 20% de fino.

MATERIAL	PESO POR M3 (Kg)
Cemento	352.422
Agua efectiva	129.731
A. fino	307.890
A. Grueso	1227.400
TOTAL	2017.443

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Proporcionamiento en peso.

$$\frac{352.422}{352.422} \quad \frac{1227.400}{352.422} \quad \frac{307.890}{352.422} \quad \frac{129.731}{352.422} * 42.5 \text{ lt/bolsa}$$

$$1 \text{ cemento} : 3.48 \text{ A.G} : 0.87 \text{ A.F} : 15.64 \text{ agua lt/bolsa}$$

- Proporcionamiento en volumen aparente.

1 bolsa de cemento pesa = 42,5 kg

Cemento = 1 * 42.5 = 42.5 kg/ bolsa

Agregado grueso = 3.48 * 42.5 = 148.02 kg/ bolsa

Agregado fino = 0.87 * 42.5 = 37.13 kg/ bolsa

Agua = 15.64 lts /bolsa

- **Paso 13:** Mezcla de prueba en laboratorio.

Prueba de resistencia a la compresión para especímenes cilíndricos

Diámetro = 0.15 m

Altura promedio = 0.30 m

Desperdicio = 0.05 m³

Nº de testigos = 9

- Calculando el volumen

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

$$V = \left(\frac{(\pi * 0.15^2) * 0.30}{4} \right) * 1.05 * 9$$

$$V = 0.051 \text{ m}^3.$$

- Prueba de permeabilidad para testigos cilíndricos.

Diámetro = 0.1m

Altura promedio = 0.2m

Desperdicio = 0.05m³

Nº de testigos = 3

- Calculando el volumen

$$V = \left(\frac{(\pi * 0.10^2) * 0.20}{4} \right) * 1.05 * 3$$

V = 0.0049 m³

Volumen Total = 0.0560 m³

- Materiales corregidos por humedad para especímenes v = 0.0560 m³

Tabla 12: materiales para el diseño de mezcla con 20 % de fino para 9 probetas de 15 cm por 30 cm y 3 probetas de 10 cm por 20 cm.

Agua de mezclado	7.247	lts
Cemento	19.736	kg
Agregado fino	17,24	Kg
Agregado grueso	68.74	Kg
TOTAL	112.98	Kg

Elaboración: Propio del autor de tesis.

3.3.1.2.4. Elaboración de los especímenes de concreto permeable para la prueba de resistencia a la compresión.

- Se pesa los materiales a utilizar en el concreto poroso.

Gráfico 9: Pesaje de los materiales para el concreto permeable.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Mezclar los materiales en el trompo, se enciende el mezclador durante 3 minutos, luego se apaga y se añade el agua, se enciende nuevamente el mezclador durante 3 minutos.

Gráfico 10: Mezclado de materiales en el trompo mezclador.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Luego de mezclar los 3 minutos se realiza un descanso de 3 minutos y por ultimo 2 minutos de mezclado final luego se vierte la mezcla en una carretilla.

Gráfico 11: Vertido de la mezcla a la carretilla



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Siguiendo lo establecido en el ACTM C-31, Se conforman los especímenes utilizando los moldes cilíndricos estándar (15 cm de diámetro y 30 cm de altura), dichos moldes deben estar cubiertos ligeramente con un aceite mineral, luego se vierte el concreto hasta un

tercio del molde y se da 25 golpes con la varilla, el mismo procedimiento se realiza en los siguientes dos tercios siguientes hasta llenar el molde, En la última capa se agrega la cantidad de concreto suficiente para que el molde quede lleno y se nivela el borde del cilindro con la varilla.

Gráfico 12: Conformación de los especímenes de concreto permeable.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Se retira los moldes a las 24 horas después de la conformación de probeta.

Gráfico 13: Desmolde de los especímenes de concreto permeable.



Elaboración: Propio de autor de tesis.

- Por ultimo se introducen los especímenes en la posa de curado, la cual estará llena de agua potable saturada con hidróxido de calcio (cal); el cual cubren por completo la superficie de las probetas.

Gráfico 14: Desmolde de los especímenes de concreto permeable.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Elaboración de especímenes para la prueba de permeabilidad, se realizaron en probetas cilíndricas pequeñas de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura.

Gráfico 15: Moldes para el ensayo de permeabilidad (15cm x 20cm).



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Para la conformación de estas, se coloca el concreto hasta la mitad del molde y se da 25 golpes con la varilla, luego, se procede a hacer lo mismo en la otra mitad hasta llenar el molde, y por último se nivela el borde la probeta para que pueda ser ensayada en el permeámetro.

Gráfico 16: Llenado y compactado del concreto (15cm x 20cm).



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Se desmolda a las 24 horas de haber realizado la conformación de la probeta y se introducen en la poza de curado por 28 días.

Gráfico 17: Desmoldado y curado de las probetas para el ensayo de permeabilidad.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

3.3.1.3. ENSAYOS DE LABORATORIO AL CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO FRESCO.

3.3.1.3.1. Asentamiento del concreto (ASTM C143)

- Antes de realizar el ensayo se procedió a humedecer el Cono de Abrams, para colocarla sobre una superficie plana, rígida, húmeda y

no absorbente. Dicho cono se sujeta con los pies y se llena con la mezcla del concreto permeable en tres capas.

- Cada capa se compactó con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección. Para la primera capa que es del fondo fue necesario inclinar la varilla dando golpes cerca del perímetro y luego avanzando en forma espiral, hacia el centro del cono. Al concluir con la capa superior se agregó concreto sobre el cono antes del compactado. Si al realizar el compactado se asienta debajo del borde del molde, debe agregarse concreto para que en todo momento el concreto este sobre el molde. Por ultimo después de que la última compactada debe alisarse a rebose de la superficie del concreto. Inmediatamente se retira el molde, alzándolo.

Gráfico 18: Cono de Abrams (Asentamiento del concreto permeable).



Elaboración: Propio del autor de tesis

3.3.1.4. ENSAYOS DE LABORATORIO AL CONCRETO PERMEABLE EN ESTADO ENDURECIDO

3.3.1.4.1. Ensayo de compresión de especímenes.

La resistencia a la compresión la obtendremos al ensayar las probetas o especímenes en una máquina hidráulica cargando la probeta hasta la ruptura de ella registrando el valor de la carga y luego dividiendo este valor entre el área de la probeta cilíndrica.

a. Objetivo

Determinar la resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas de concreto permeable.

b. Equipos y herramientas

- Prensa hidráulica de ensayo
- Platos de retención con almohadillas de neopreno.

c. Procedimiento

- Se retiraron las probetas de la poza de curado de acuerdo con el tiempo al cual se quiere ensayar (7, 14 y 28 días), y se espera un tiempo adecuado para que puedan secar los especímenes.
- Debido a que la superficie de la probeta queda rugosa se procede a realizar una capa de yeso y cemento (diablo) en cada una las caras de cada probeta para que la fuerza axial de compresión que se aplique se distribuya uniformemente por toda la probeta esta capa debe secar por lo menos 4 horas.

Gráfico 19: Capa de cemento y yeso en las probetas.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Se procedió a tomar las medidas tanto de los diámetros (superior e inferior) como de la altura para probeta haciendo uso del vernier y luego se pesa cada una de estos especímenes.

Gráfico 20: Toma de medidas de las probetas de (15cm x 30 cm).



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Se procedió a colocar la probeta sobre el cabezal de la prensa hidráulica, alineándola cuidadosamente para que esta quede centrada.
- Luego se procede con la aplicación de la carga axial hasta que se produce la rotura de la probeta y se anota los resultados que se visualizan en la pantalla de la máquina.

Gráfico 21: Ensayo de resistencia a la compresión.



Elaboración: Propia del autor de tesis.

3.3.1.4.2. Ensayo de permeabilidad.

Para el siguiente ensayo usaremos la metodología que recomienda el ACI 522-R10 la cual también esta descrita de la revista científica “Estudios e Investigaciones del Saber Académico” donde encontramos pautas para realizar este ensayo para poder medir el coeficiente de permeabilidad a través de la Ley de Darcy, para ello es necesario hacer uso del permeámetro de carga variable. (Chávez, 2013, págs. 20-21)

a. Objetivo

El ensayo se verificar si las probetas cumplen con lo establecido en la norma ACI 522R-10 donde se menciona que el rango de permeabilidad es de 0.14mm/s a 1.22 mm/s, cabe aclarar que si los datos son menores al límite mínimo no será un concreto permeable, si por el contrario los datos son superiores al límite máximo serán considerado como concreto permeable, puesto que es permeable y resistente que lo esperado.

b. Equipos y herramientas

- Permeámetro de carga variable: Para la construcción de este equipo fue necesario ensamblar una serie de tubos PVC de ½”, la tubería en donde se coloca la probeta cilíndrica debe tener una altura de 7 cm y el mismo diámetro de la probeta que es de 10cm, la cual se debe estar envuelta con un plástico antes de ser introducida en la tubería con el fin de evitar el escape del flujo de agua a lo largo de sus lados. Encima de la tubería se colocó un cilindro de acrílico de 35cm de longitud, que es donde se especifica la altura del agua, el mismo que ira unido mediante abrazaderas junto con la probeta de ensayo, la válvula que permite el paso del agua se ubica entre la tubería que contiene la probeta y la tubería de desagüe o desfogue. Además, el extremo de esta última se debe encontrar a la misma altura que el extremo superior de la probeta a ensayar.

Gráfico 22: Materiales necesarios para construir el permeámetro.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

c. Procedimiento

- Para este ensayo las probetas son del tamaño de 10 cm de diámetro por 20 cm de alto. Las probetas a ser ensayadas se envolvieron en un plástico de embalaje o con cualquier material que no permita que fuga del agua. Luego se procedió a colocar la muestra en el permeámetro uniéndola al equipo por medio de abrazaderas.
- Se procede a saturar la probeta, esta saturación se realiza agregando agua hasta que salga por la tubería de descarga, luego se cierra la válvula y se toma la altura de columna de agua h_1 y h_2 para nuestro caso será $h_1 = 29$ cm y un $h_2 = 7$ cm.

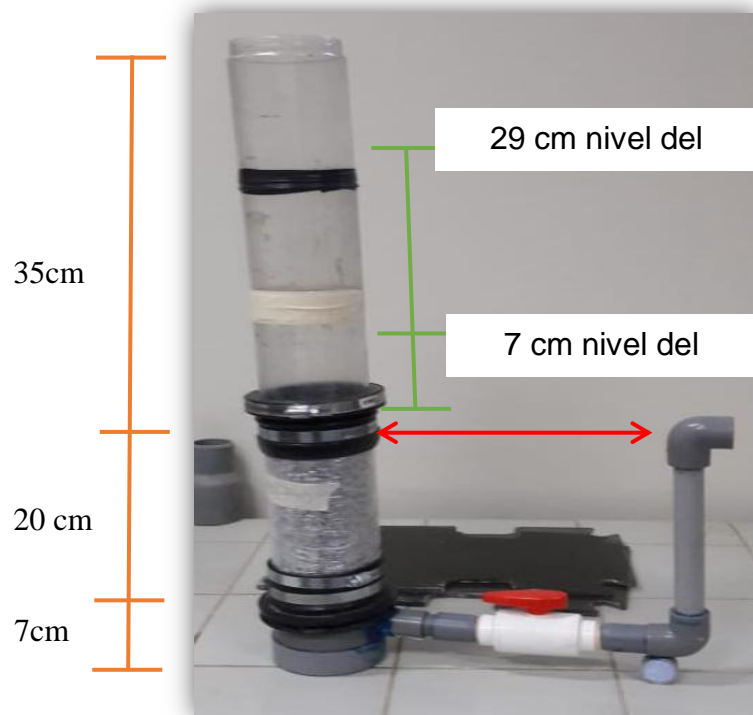
Gráfico 23: Muestras de concreto para ser ensayadas en el permeámetro.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Se abre la válvula de PVC tipo bola, para permitir la descarga y se inicia el conteo del tiempo mediante un cronometro.
- Cuando el nivel de agua llega a la altura h_2 , en el tiempo final t_1 .
- Por último, se calcula el coeficiente de permeabilidad del concreto permeable que normalmente se encuentra en el rango de (0.14 a 1.22 cm/s).

Gráfico 24: Permeámetro de carga variable.



Elaboración: Propio del autor de tesis

Tabla 13: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

VARIABLES DEPENDIENTES (Concreto permeable para transito liviano.)	RECOLECCION DE DATOS		
Permeabilidad	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
	Primaria o directa	Observación Directa	Permeámetro de carga constante
resistencia a la comprensión	Primaria o directa	Observación Directa	Máquina de ensayo de comprensión
VARIABLES INDEPENDIENTE (Agregado de la cantera de santa maría del valle)	RECOLECCION DE DATOS		
Granulometría	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
	Primaria o directa	Observación Directa	Gradación del agregado (ASTM C33)
Contenido de humedad y peso específico	Primaria o directa	Observación Directa	Método de ensayo para contenido de humedad total de los agregados por secado.
Peso unitario seco compactado	Primaria o directa	Observación Directa	peso unitario seco compactado

Elaboración: Propio del autor de tesis.

3.3.2. PARA LA PRESENTACION DE DATOS

El procesamiento de datos se realizó con las hojas de cálculo del programa Microsoft Excel, para ser presentados luego en gráficos y cuadros estadísticos para su respectivo análisis y explicación final la contestación de hipótesis se realizará mediante el método estadístico T de student.

3.3.3. PARA EL ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.

Ensayos de laboratorio realizados a los agregados de la cantera de santa María del valle son los siguientes:

- Granulometría.

- Tamaño máximo y máximo nominal.
- Contenido de Humedad.
- Peso específico.
- Contenido de humedad.
- Absorción.
- Peso unitario seco compactado.
- Resistencia a la compresión.
- Permeabilidad.

Para un mejor tratamiento y análisis de datos se codifico cada probeta según un número ordinal y la tanda a la que correspondió, así, por ejemplo: T1P1 me indica que la probeta es el número 1 y pertenece a la segunda tanda o segundo diseño de mezcla. En se analizó la información de la resistencia a la compresión y la permeabilidad en donde tendremos en cuenta algunos aspectos que serán mencionados.

a. Análisis de datos de la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión se obtiene al ensayar las probetas en una máquina hidráulica cargando la probeta hasta la ruptura de la misma registrando el valor de esta carga y luego dividiéndola entre el área de la probeta cilíndrica. Según (ACI 522R-10, 2010) donde nos indica que el concreto permeable tiene un resistencia a la compresión entre 28kg/cm² a 280kg/cm² a tomar en cuenta al realizar dicho ensayo.

b. Tratamiento y análisis de datos referentes a la permeabilidad.

Los datos a acerca del ensayo permeabilidad se obtendrán por medio del uso de un permeámetro de carga constante que será fabricado. Según (ACI 522R-10, 2010).

Donde nos indica que el concreto permeable tiene un coeficiente de permeabilidad entre 0.14 a 1.22 cm/s a tomar en cuenta al realizar dicho ensayo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS CARACTERIZACIÓN DE LOS AGREGADOS.

4.1.1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO (Arena gruesa).

Tabla 14: Granulometría del agregado fino de la cantera "La Despensa"

TAMIZ	PESO	%	%	%RETENIDO	% QUE PASA	
	RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	MIN	MAX
			100.00			
3/8"	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00
4	311.11	6.25	93.75	6.25	95.00	100.00
8	1068.32	21.45	72.31	27.69	80.00	100.00
16	1296.54	26.03	46.28	53.72	50.00	85.00
30	1300.72	26.11	20.16	79.84	25.00	60.00
50	693.15	13.92	6.25	93.75	10.00	30.00
100	189.89	3.81	2.43	97.57	2.00	10.00
FONDO	121.27	2.43	0.00	100.00	0.00	0.00

Elaboración: Propio del autor de tesis.

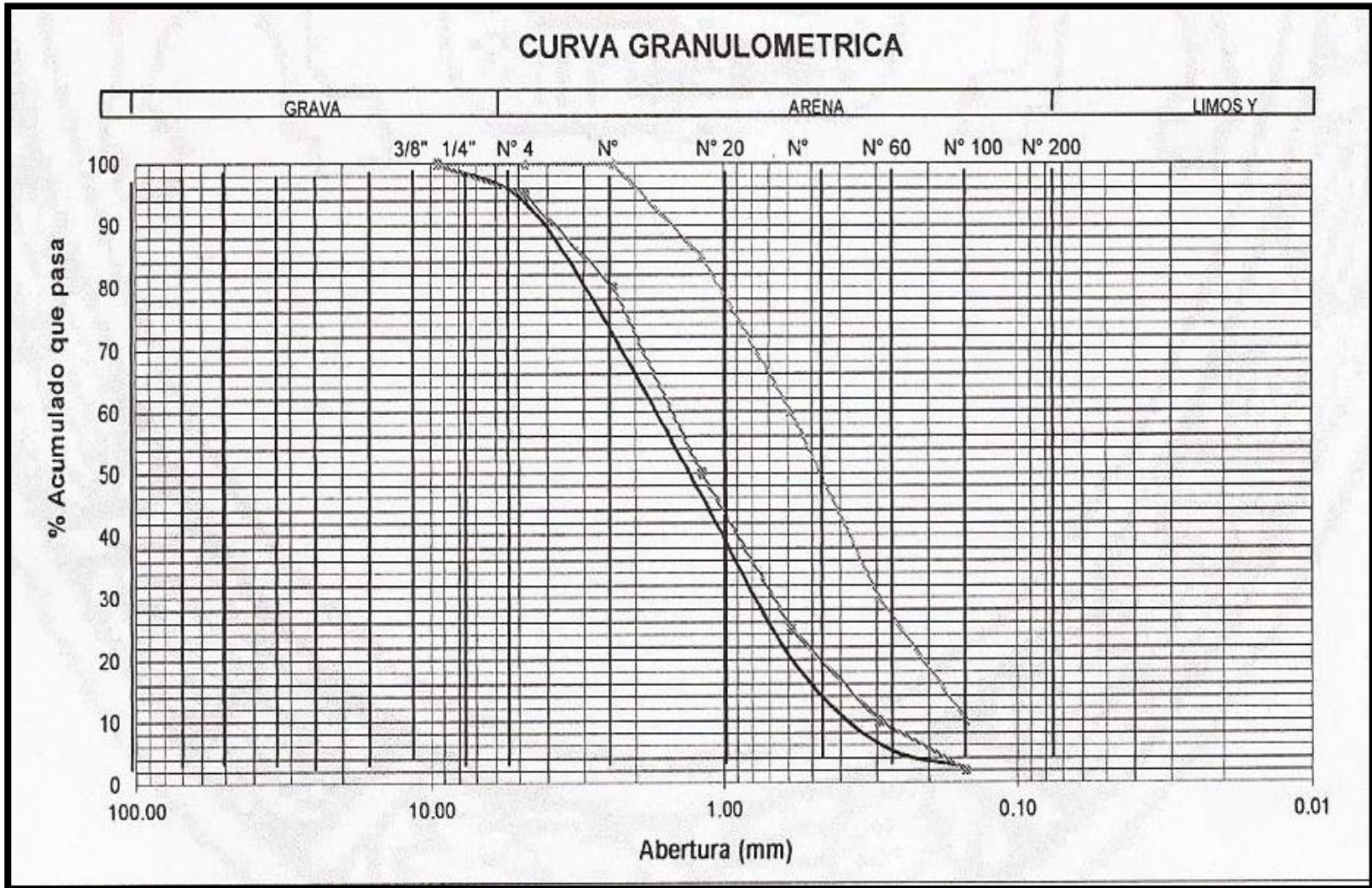
Peso de la muestra = 4981.00 gr

MF

$$= \frac{\Sigma \% \text{ Retenido acumulado (1 } \frac{1}{2} \text{ " , 3/4 " , 3/8 " , N}^\circ \text{ 4, N}^\circ \text{ 8, N}^\circ \text{ 16, N}^\circ \text{ 30, N}^\circ \text{ 50 y N}^\circ \text{ 100)}}{100}$$

- El módulo de fineza del agregado fino (arena gruesa) de la cantera de Santa María del Valle es = 3.59.
- En la figura 30 observaremos a la curva granulométrica que presenta el agregado fino de la cantera de Santa María del Valle.

Figura 5: Curva granulométrica del agregado fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

4.1.2 CARACTERIZACIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

Tabla 15: Granulometría del agregado grueso de la cantera "La Despensa".

TAMIZ	PESO	%	%	%RETENIDO	% QUE PASA	
	RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	MIN	MAX
2 1/2"			100.00	0.00		
2"			100.00	0.00		
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00		
1"	642.14	12.88	87.12	12.88	90	100
3/4"	1213.94	24.35	62.77	37.23	40	85
1/2"	1486.15	29.81	32.95	67.05	10	40
3/8"	642.56	12.89	20.06	79.94	0	15
Nro. 4	933.70	18.73	1.33	98.67	0	5
Nro. 8	10.71	0.21	1.12	98.88		
FONDO	55.80	1.12	0.21	99.79		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

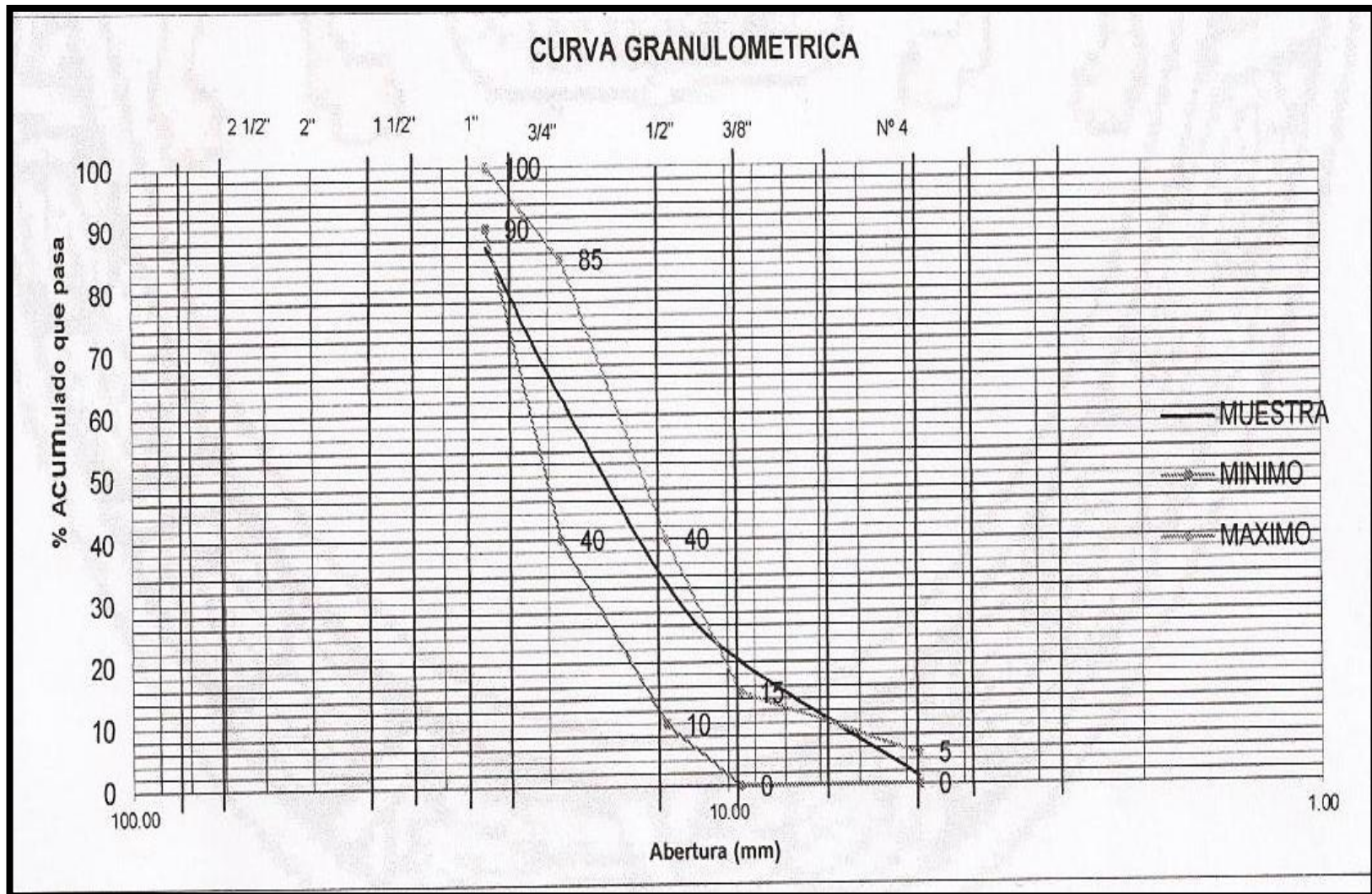
El peso de la muestra es = 4985.00 gr

MF

$$= \frac{\Sigma \% \text{ Retenido acumulado (1 1/2" , 3/4" , 3/8" , N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50 y N° 100)}}{100}$$

- El módulo de fineza del agregado grueso (canto rodado) de la cantera de Santa María del Valle es = 3.15.
- En la figura 31 observaremos a la curva granulométrica que presenta el agregado grueso (canto rodado) de la cantera de Santa María del Valle.

Figura 6: Curva granulométrica del agregado grueso.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

4.1.3. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

Muestra: Arena gruesa

Tabla 16: Datos para el peso específico y la absorción.

P1	Peso de la Arena Seca (A)	gr	346.39
P2	Peso de la fiola + Agua hasta marca (B)	gr	648.45
P3	Peso de la fiola + Arena sss + Agua hasta la marca (C)	gr	867.44
P4	Peso de la arena sss (S)	gr	350.24

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 17: Resultados del ensayo de peso específico y absorción.

Densidad muestra seca $(A/(B+S-C))$	gr/cm ³	2.64
Densidad muestra sss $(S/(B+S-C))$	gr/cm ³	2.67
Densidad aparente $(A/(B+A-C))$	gr/cm ³	2.72
Porcentaje de Absorción $((S-A)/A)*100$	%	1.11

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- La absorción del agregado fino (arena gruesa) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 1.11%.
- El peso específico del agregado fino (arena gruesa) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 2.64 gr/cm³
- El peso específico del agregado fino (sss) (arena gruesa) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 2.67 gr/cm³
- El peso específico aparente del agregado fino (arena gruesa) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 2.72 gr/cm³

4.1.4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

Muestra: Canto rodado.

Tabla 18: Datos para el ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

Peso de la Muestra Saturada con superficie Seca (B)	gr	3004.00
Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	0.00
Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	3004.00
Peso de la Muestra Saturada Sumergida (C)	gr	1897.00
Peso de la Tara	gr	0.00
Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	2985.00
Peso de la Muestra Seca con superficie Seca (6-5) (A)	gr	2985.00

Fuente: Propio del autor de tesis.

Tabla 19: Resultados del ensayo de peso específico y absorción para el agregado grueso.

8	Densidad Seca ((A/(B-C)))	gr/cm ³	2.70
9	Densidad Saturada (S.S.S) ((A/B(B-C)))	gr/cm ³	2.71
10	Densidad Aparente ((A/(A-C)))	gr/cm ³	2.74
11	Porcentaje de Absorción ((B-A)/A)*100	%	0.64

Fuente: Propio del autor de tesis.

- La absorción del agregado grueso (canto rodado) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 0.64%.
- El peso específico del agregado grueso (canto rodado) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 2.70 gr/cm³
- El peso específico del agregado grueso (sss) (canto rodado) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 2.71 gr/cm³
- El peso específico aparente del agregado grueso (canto rodado) de la Cantera de Santa María del Valle “La despensa” es igual a 2.74 gr/cm³.

4.1.5. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO Y FINO.

Tabla 20: Resultado del contenido de humedad del agregado fino .

1	Peso de la Tara	Gr	0
2	Peso de la Tara + Muestra Húmeda	Gr	5000.00
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	Gr	4981.00
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	Gr	19.00
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	Gr	4981.00
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	0.38

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- El contenido de humedad del agregado fino (arena gruesa) procedente de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” es = 0.38%

Tabla 21: Resultado del contenido de humedad del agregado grueso.

1	Peso de la Tara	Gr	0
2	Peso de la Tara + Muestra Húmeda	Gr	5000.00
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	Gr	4985.00
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	Gr	15.00
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	Gr	4985.00
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	0.30

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- El contenido de humedad del agregado grueso (canto rodado) procedente de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” es de 0.30%

4.1.6. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DEL AGREGADO FINO Y GRUESO.

Tabla 22: *Peso unitario suelto del agregado fino (arena gruesa).*

1	Peso de la Muestra + Recipiente	Gr	6484	6493	6489
2	Peso del Recipiente	Gr	1783	1783	1783
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	Gr	4701	4710	4706
4	Volumen del Recipiente	m3	0.00280	0.00280	0.00280
5	P.U.S. (3/4)/1000	kg/m3	1680	1680	1679
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1678		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- El Peso Unitario Suelto del agregado fino (arena gruesa) procedente de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” es de 1878 kg/m3.

Tabla 23: *Peso unitario suelto del agregado Grueso (Canto rodado).*

1	Peso de la Muestra + Recipiente	Gr	29980	29200	29930
2	Peso del Recipiente	Gr	5838.7	5838.7	5838.7
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	Gr	24141.3	23361.3	24091.3
4	Volumen del Recipiente	m3	0.01410	0.01410	0.01410
5	P.U.S. (3/4)/1000	kg/m3	1713	1657	1709
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1693		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- El Peso Unitario Suelto del agregado grueso (canto rodado) procedente de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” es = 1693 kg/m3.

Tabla 24: *Peso unitario Compactado del agregado fino (arena gruesa).*

1	Peso de la Muestra + Recipiente	Gr	6857	6882	6873
2	Peso del Recipiente	Gr	1783	1783	1783
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	Gr	5074	5099	5090
4	Volumen del Recipiente	m3	0.00280	0.00280	0.00280
5	P.U.S. (3/4)/1000	kg/m3	1810	1819	1816
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1815		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- El Peso Unitario Compactado del agregado fino (arena gruesa) procedente de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” es de 1815 kg/m3.

Tabla 25: *Peso unitario suelto del agregado Grueso (Canto rodado).*

1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	31130	31390	31330
2	Peso del Recipiente	gr	5838.7	5838.7	5838.7
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	gr	25291.3	25551.3	25491.3
4	Volumen del Recipiente	m3	0.01410	0.01410	0.01410
5	P.U.S. (3/4)/1000	kg/m3	1794	1813	1808
6	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1805		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- El Peso Unitario Compactado del agregado grueso (canto rodado) procedente de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” es de 1805 kg/m3.
- En la tabla 26 se mostrará un cuadro de resumen de toda la caracterización del agregado fino y grueso procedente Santa María del Valle “La Despensa”.

4.1.7. PRIMER DISEÑO DE MEZCLA SIN AGREGADO FINO.

Tabla 26: *Criterios para el primer diseño de la mezcla.*

CRITERIO	VALOR
% de agregado fino	0%
Relación agua/cemento	0.35
% de vacíos	18%
Volumen de pasta	23.667
Valor b/bo	0.99

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 27: *Dosificación para el primer diseño de la mezcla para 1m3.*

MATERIALES	PESOS POR m3 (kg)
Cemento	352.422
Agua efectiva	123.348
Agregado fino	0
Agregado grueso	1793.01
TOTAL	2268.78

Elaboración: Propio del autor de tesis.

4.1.8. SEGUNDO DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO FINO.

Tabla 28: *Criterios para el segundo diseño de la mezcla.*

CRITERIO	VALOR
% de agregado fino	20%
Relación agua/cemento	0.35
% de vacíos	18%
Volumen de pasta	23.667
Valor b/bo	0.85

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 29: Segundo diseño de mezcla con 20 % de finos para 1m3.

MATERIALES	PESOS POR m3 (kg)
Cemento	352.422
Agua efectiva	123.348
Agregado fino	307.890
Agregado grueso	1231.561
TOTAL	2015.221

Fuente: Propio del autor de tesis.

4.1.9. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE.

Tabla 30: Slump y consistencia de los dos diseños de concreto permeable.

% de FINOS	0%	20%
Slump (cm)	0.5	0.2
Consistencia	Seca	Seca

Elaboración: Propio del autor de tesis.

4.1.10. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

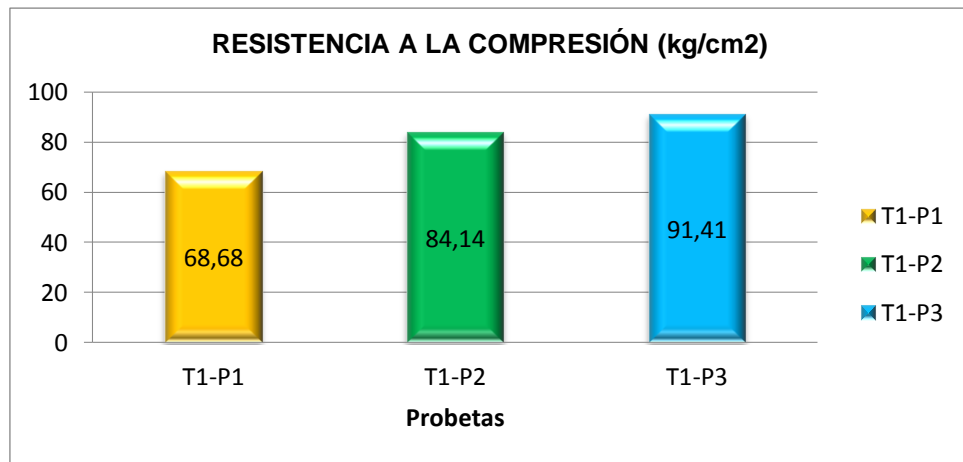
- 7 días de curado.

Tabla 31: Resistencia a la compresión a los 7 días con 0% de fino.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA 7 DÍAS 0% DE FINOS					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	Propbeta1	Probeta 2	Probeta3
A	Diámetro 1	Mm	153.00	152.50	153.00
B	Diámetro 2	Mm	153.25	150.30	152.50
C	Altura	Mm	300.00	300.00	300.00
D	Masa	Kg	11.120	11.103	11.200
E	Carga de Ruptura	Kg	12600	15470	16770
F	Tipo de falla		T-II	T-II	T-II
G	Área de Contacto	cm2	183.45	183.85	183.45
H	Resistencia. (H=E/G)	kg/cm2	68.68	84.14	91.41
RESISTENCIA PROMEDIO		kg/cm2	81.41		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Figura 7: Resistencias a la compresión a los 7 días para diseño mezcla con 0% de fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis

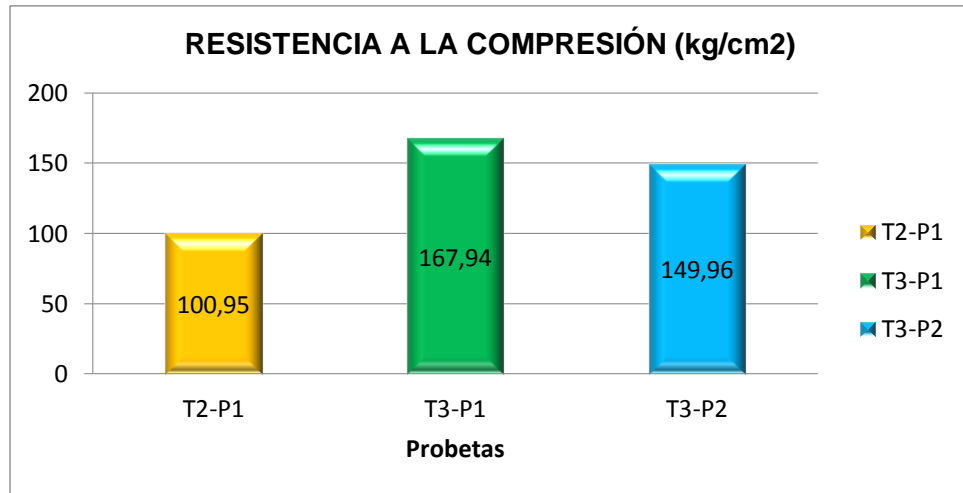
- La resistencia a la compresión promedio para los 7 días del diseño de mezcla con 0% de fino es igual a 81.41 kg /cm².

Tabla 32: Resistencia a la compresión a los 7 días con 20% de fino.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA 7 DÍAS 20% DE FINOS					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Diámetro 1	Mm	153.0	153.0	151.2
B	Diámetro 2	Mm	152.5	153.2	151.2
C	Altura	Mm	301.00	301.00	301.60
D	Masa	Kg	11.902	12.123	12.050
E	Carga de Ruptura	Kg	18520	30810	27630
F	Tipo de falla		T-II	T-II	T-IV
G	Área de Contacto	cm ²	179.672	179.434	179.553
H	Resistencia. (H=E/G)	kg/cm ²	100.95	167.94	149.96
RESISTENCIA PROMEDIO		kg/cm ²	139.62		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Figura 8: resistencias a la compresión a los 7 días para diseño mezcla con 20% de fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- La resistencia a la compresión promedio para los 7 días del diseño de mezcla con 20% de fino es igual a 139.62 kg /cm²

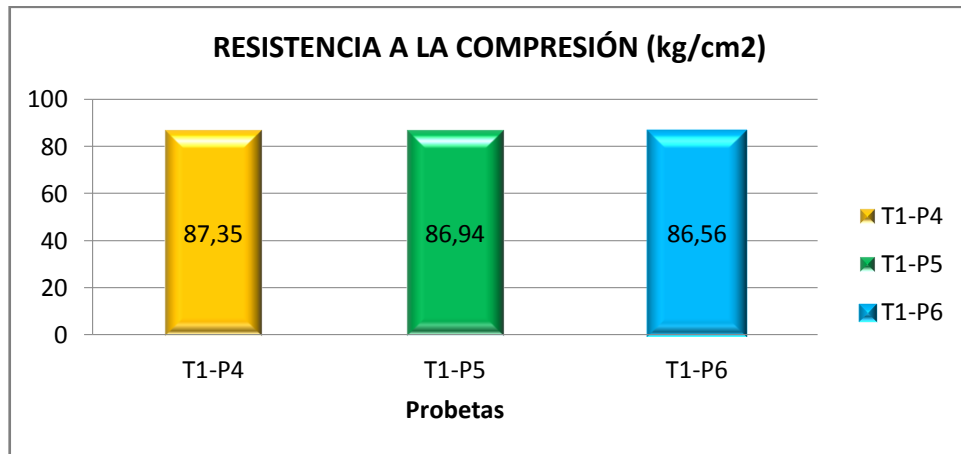
14 días de curado.

Tabla 33: Resistencia a la compresión a los 14 días con 0% de fino.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA 14 DÍAS 0% DE FINOS					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3
A	Diámetro 1	Mm	152.00	150.30	153.00
B	Diámetro 2	Mm	152.70	152.50	153.00
C	Altura	Mm	302.00	303.60	301.90
D	Masa	Kg	11.120	11.103	11.090
E	Carga de Ruptura	Kg	15990	15880	15880
F	Tipo de falla		T-II	T-II	T-IV
G	Área de Contacto	cm ²	180.27	183.85	182.65
H	Resistencia. (H=E/G)	kg/cm ²	87.35	86.94	86.56
RESISTENCIA PROMEDIO		kg/cm ²	86.95		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Figura 9: resistencias a la compresión a los 14 días para diseño mezcla con 0% de fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis

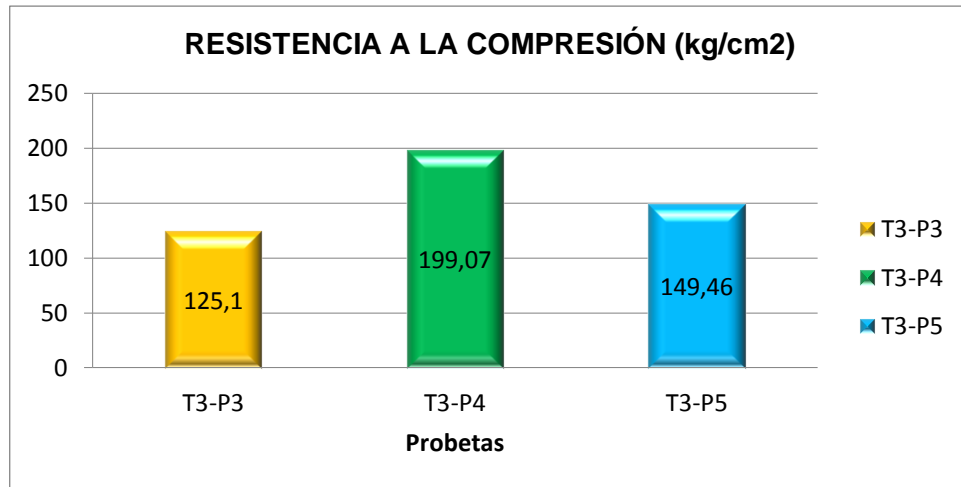
- La resistencia a la compresión promedio para los 14 días del diseño de mezcla con 0% de fino es igual a 86.95 kg /cm2.

Tabla 34: Resistencia a la compresión a los 14 días con 20% de fino.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA 14 DÍAS 20% DE FINOS					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	Probeta 1	Probeta 2	Probeta3
A	Diámetro 1	Mm	152.5	153.0	153.0
B	Diámetro 2	Mm	152.5	153.0	152.5
C	Altura	Mm	301.00	301.00	301.60
D	Masa	Kg	11.945	12.200	12.010
E	Carga de Ruptura	Kg	22900	36520	27360
F	Tipo de falla		T-II	T-IV	T-IV
G	Área de Contacto	cm2	183.05	183.45	183,05
H	Resistencia. (H=E/G)	kg/cm2	125.10	199.07	149.46
RESISTENCIA PROMEDIO		kg/cm2	157.88		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Figura 10: resistencias a la compresión a los 14 días para diseño mezcla con 20% de fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- La resistencia a la compresión promedio para los 14 días del diseño de mezcla con 20% de fino es igual a 157.88 kg /cm².

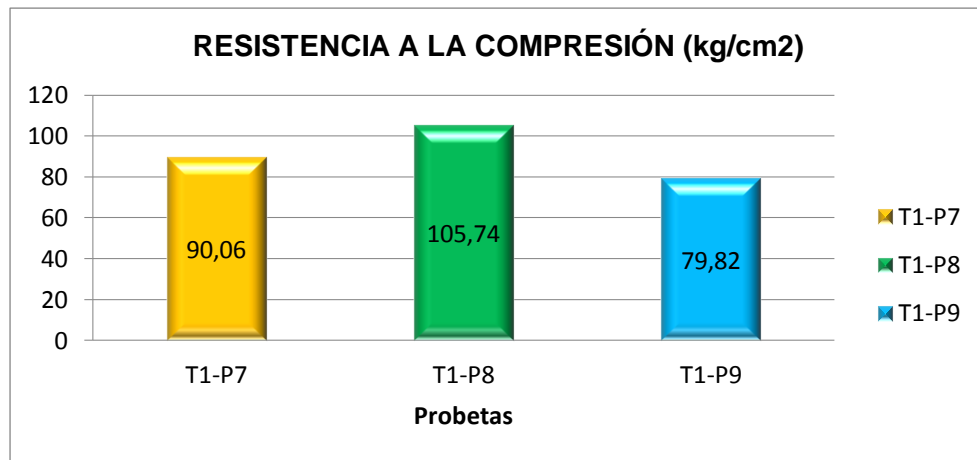
28 días de curado.

Tabla 35: Resistencia a la compresión a los 28 días con 0% de fino.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA 28 DÍAS 0% DE FINOS					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	Probeta 1	Probeta 2	Probeta3
A	Diámetro 1	Mm	153.0	153.0	154.0
B	Diámetro 2	Mm	153.0	154.0	153.0
C	Altura	mm	301.00	301.00	301.60
D	Masa	kg	10.903	11.091	11.242
E	Carga de Ruptura	kg	16630	19610	14740
F	Tipo de falla		T-IV	T-IV	T-IV
G	Área de Contacto	cm ²	184.66	185.46	184.66
H	Resistencia. (H=E/G)	kg/cm ²	90.06	105.74	79.82
RESISTENCIA PROMEDIO		kg/cm ²	91.87		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Figura 11: resistencias a la compresión a los 28 días para diseño mezcla con 0% de fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis

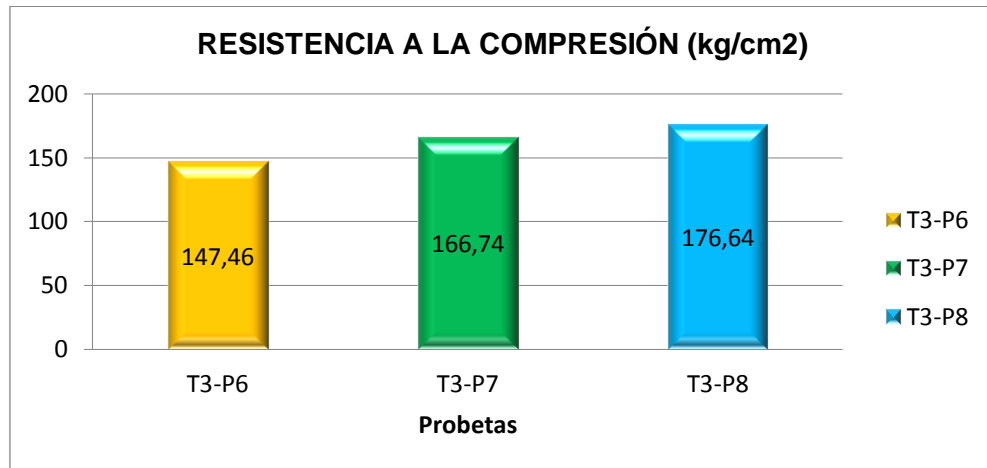
- La resistencia a la compresión promedio para los 28 días del diseño de mezcla con 0% de fino es igual a 91.87 kg /cm².

Tabla 36: Resistencia a la compresión a los 28 días con 20% de fino.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PARA 28 DÍAS 20% DE FINOS					
ID	DESCRIPCIÓN	UND	Probeta 1	Probeta 2	Probeta3
A	Diámetro 1	Mm	154.0	154.0	155.0
B	Diámetro 2	Mm	153.0	153.0	153.0
C	Altura	Mm	301.00	301.00	301.60
D	Masa	Kg	11.903	12.155	11.903
E	Carga de Ruptura	Kg	16630	19610	14740
F	Tipo de falla		T-IV	T-IV	T-IV
G	Área de Contacto	cm ²	184.66	184.66	185.46
H	Resistencia. (H=E/G)	kg/cm ²	147.46	166.74	176.64
RESISTENCIA PROMEDIO		kg/cm ²	163.61		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Figura 12: Resistencias a la compresión a los 28 días para diseño mezcla con 20% de fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis

- La resistencia a la compresión promedio para los 28 días del diseño de mezcla con 20% de fino es igual a 163.61 kg /cm2.

Tabla 37: Resistencia a la compresión a los 7,14 y 28 días de los dos diseños de mezcla sin agregado fino y con agregado fino.

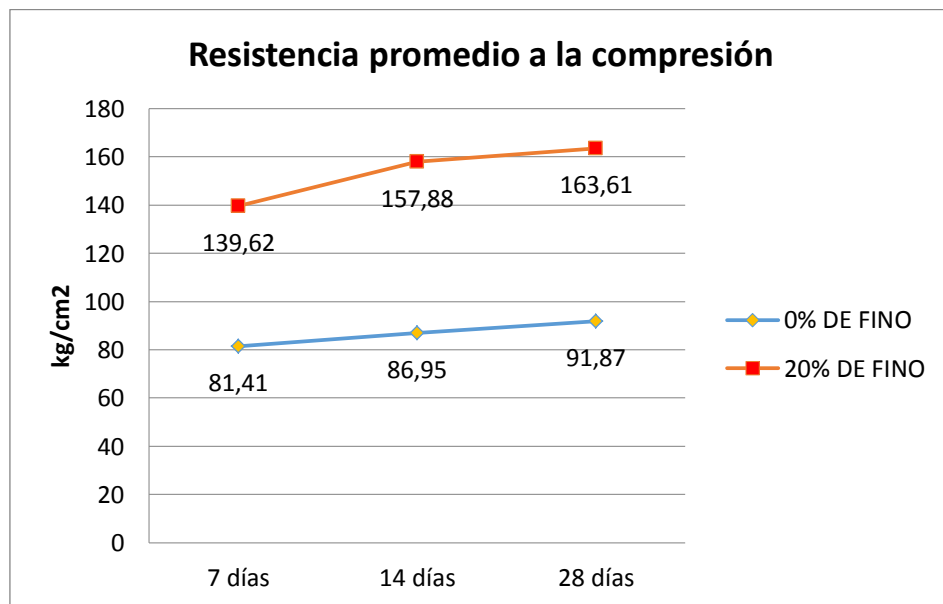
MEZCLA	DIAS	PROMEDIO (kg/cm2)
0% DE FINO	7 días	81.41
	14 días	86.95
	28 días	91.87
20% DE FINO	7 días	139.62
	14 días	157.88
	28 días	163.61

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- Las resistencias a la compresión son bajas según el ACI 522R recomienda resistencias de 2.8 a 28 MPa o 28 kg/cm2 a 280 kg/cm2. De acuerdo con esto las resistencias obtenidas a los 7, 14 y 28 días para ambos diseños de mezcla están dentro del rango que establece el ACI522R.

- La resistencia máxima que alcanza el diseño de mezcla con agregado fino en un 20 % es de 163.61kg/cm² a los 28 días y la mínima es de 139.62 kg/cm² a los 7 días.
- La resistencia máxima que alcanza el diseño de mezcla sin agregado fino es de 91.87 kg/cm a los 28 días y la mínima de 81.41 kg/cm². A los 7 días.
- Como se puede observar en el cuadro la resistencia mayor la tiene el diseño de mezcla con 20% de agregado fino (arena gruesa) a los 28 días.

Figura 13: Comparación de las resistencias de a la compresión del diseño de mezcla con 0% de fino y 20% de fino.



Fuente: Propio del autor de tesis

- Como se puede observar en la figura 42 la tendencia de la curva de crecimiento es uniforme para el diseño de mezcla con agregado fino en un 20% con una pendiente importante hasta el catorceavo día de curado, en el cual los concretos permeables alcanzan aproximadamente entre el 80% y 85% de su resistencia final.
- Para el diseño de mezcla con 0% de agregado fino la tendencia de la curva de crecimiento es uniforme con una pendiente importante hasta el séptimo día de curado, para el catorceavo día de curado la

resistencia aumenta levemente con una pendiente mínima y finalmente para el día 28 de curado la resistencia a la compresión aumenta gradualmente con una pendiente importante logrando una resistencia de 91.87kg/cm².

- De los dos incisos anteriores podemos entender que a medida que vayamos añadiendo el agregado fino a la mezcla la resistencia a la compresión aumentara ya que mientras más pequeño es el tamaño del agregado, mejor será el acomodo de la mezcla en las probetas en la y tendrán una mayor adherencia entre sí.
- Al realizar el ensayo de resistencia a la compresión, se pudo observar el tipo de falla que se presentaron cada uno los cilindros al momento de su ruptura, estas fallas fueron variadas y no se encontró una relación exacta para poder analizarlas. Las fallas que presentaron son de Tipo 2 (grietas verticales) y Tipo 4 (fractura diagonal sin agrietarse), en la mayoría siendo un 55.55% de casos la falla fue de Tipo 4.
- Las resistencias a la compresión alcanzadas de ambos diseños de mezcla están dentro del rango establecido por el ACI522R el cual es de 28 kg/cm a 280 kg/cm².

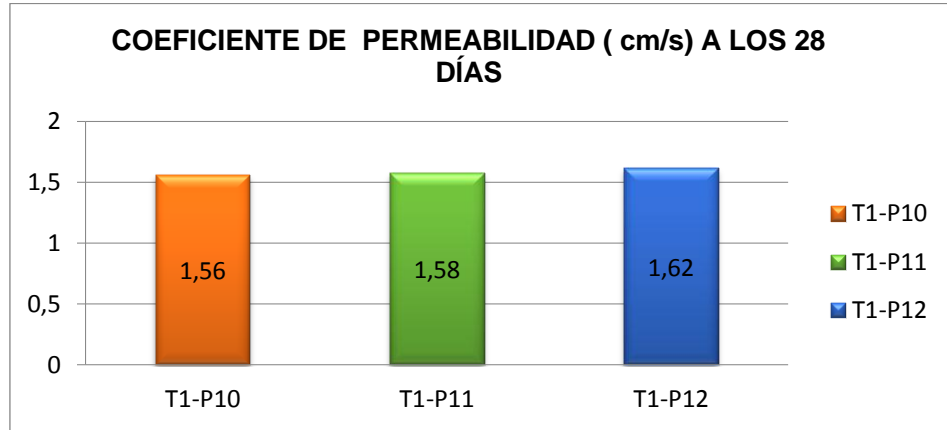
4.1.11. PERMEABILIDAD.

Tabla 38: *Coeficiente de permeabilidad de para el diseño de mezcla con 0% de fino.*

M	Probeta	L (cm)	Tiempo (S)	H1 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	a1 (cm ²)	A2 (cm ²)	H2 (cm)	K (cm/s)	K Prom. (cm/s)
0% FINO	1	20	18.14	29	10	10	78.54	78.54	7	1.56	1.59
	2	20	17.99	29	10	10	78.54	78.54	7	1.58	
	3	20	17.46	29	10	10	78.54	78.54	7	1.62	

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Figura 14: Coeficiente e permeabilidad (0% de fino).



Elaboración: Propio del autor de tesis.

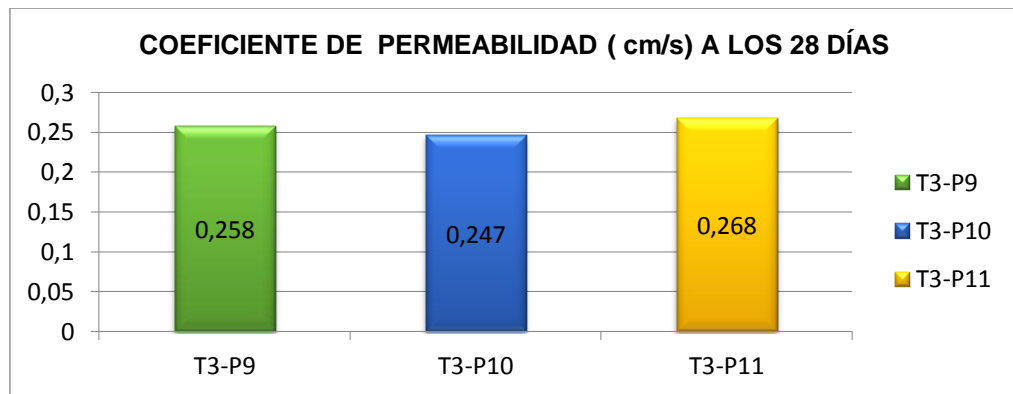
- El coeficiente de permeabilidad promedio para la mezcla con 0% de agregado fino con agregado grueso (canto rodado) de 3/8" procedente de la cantera de Santa María del Valle es 1.59 (cm/s)

Tabla 39: Coeficiente de permeabilidad (20% de fino).

M	Probeta	L (cm)	Tiempo (S)	H1 (cm)	D1 (cm)	D2 (cm)	A1 (cm ²)	A2 (cm ²)	H2 (cm)	K (cm/s)	K Prom. (cm/s)
20% FINO	1	20	110.06	29	10	10	78,54	78,54	7	0.258	0.26
	2	20	115.01	29	10	10	78,54	78,54	7	0.247	
	3	20	106.03	29	10	10	78,54	78,54	7	0.268	

Fuente: Propio del autor de tesis.

Figura 15: Coeficiente e permeabilidad del diseño mezcla con 0% de fino.



Elaboración: Propio del autor de tesis.

- El coeficiente de permeabilidad promedio para la mezcla con 20% de agregado fino (arena gruesa) es 0.26 cm/s.

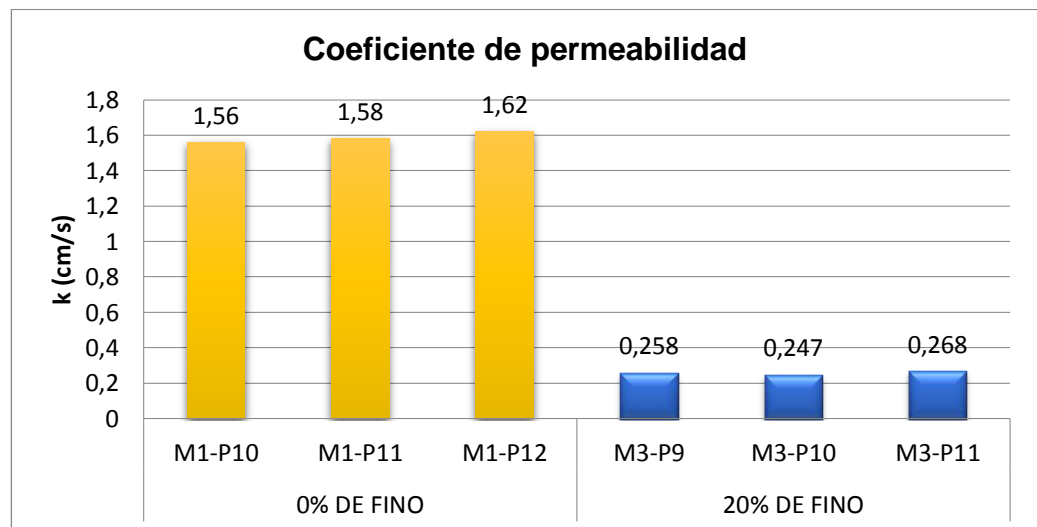
Tabla 40: Coeficiente de permeabilidad con 0% y 20% de agregado fino.

MEZCLA	PROBETA	K (cm/s)	KPROM. (cm/s)
0% fino	M1-P10	1.56	1.59
	M1-P11	1.58	
	M1-P12	1.62	
20% fino	M3-P9	0.258	0.26
	M3-P10	0.247	
	M3-P11	0.268	

Fuente: Propio del autor de tesis.

- El análisis de este ensayo nos permite determinar la cantidad de agua que pasa a través de la probeta del concreto permeable en un determinado tiempo, el rango de permeabilidad que nos brinda el ACI es de 0.14 a 1.22 cm/s.

Figura 16: Comparación de coeficientes de permeabilidad.



Elaboración: Propio del autor de tesis

- El ensayo de permeabilidad se obtuvo resultados que comprueban la capacidad de este concreto para permitir el paso de agua a través de su estructura, el ACI522R nos brinda parámetros para el coeficiente de permeabilidad el cual varía entre 0.14 a 1.22 cm/s. En los ensayos

realizados obtenemos un coeficiente de permeabilidad promedio de 1.59 cm/s para el diseño de mezcla con 0% de fino el cual es un valor que supera el límite superior el cual está permitido siempre en cuando la resistencia a la compresión este dentro del rango establecido en el ACI 522R-10, para el segundo diseño se obtuvo un valor de 0.268 cm/s el cual está dentro del rango anteriormente mencionado, este último se acerca al límite inferior establecido.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS.

4.2.1. CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA.

Hipótesis Específica H1: Los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del valle son favorables para la elaboración de un concreto permeable.

Tabla 41: Resumen de las Características Mecánicas del agregado fino.

ENSAYO	VALOR	UNIDAD	NORMA
Módulo de finura	3.59	-	ASTM C136
Peso específico	2.64	g/cm ³	ASTM C128
Peso específico (sss)	2.67	g/cm ³	ASTM C128
Peso específico aparente	2.72	g/cm ³	ASTM C128
Absorción	1.11	%	ASTM C128
Peso Unitario Suelto	1678	Kg/m ³	ASTM C29
Peso Unitario Compactado	1815	Kg/m ³	ASTM C29
Contenido de Humedad	0.38	%	ASTM C566

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 42: Resumen de las propiedades físicas del agregado grueso.

ENSAYO	VALOR	UNIDAD	NORMA
Módulo de finura	3.15	-	ASTM C136
Peso específico	2.7	g/cm ³	ASTM C127
Peso específico (sss)	2.71	g/cm ³	ASTM C127
Peso específico aparente	2.74	g/cm ³	ASTM C127
Absorción	0.64	%	ASTM C127
Peso Unitario Suelto	1693	Kg/m ³	ASTM C29
Peso Unitario Compactado	1805	Kg/m ³	ASTM C29
Contenido de Humedad	0.30	%	ASTM C566

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 43: Primer diseño de mezcla (0% de fino para) 1m³.

Materiales	Pesos por m ³ (kg)	Cantidad en %
Cemento	352.422	15.53
Agua efectiva	123.348	5.44
Agregado fino	0	0.00
Agregado grueso	1793.01	79.03
TOTAL	2268.78	100.

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 44: Segundo diseño de mezcla (20% de fino) para 1 m³.

Materiales	Pesos por m ³ (kg)	Cantidad en %
Cemento	352.422	17.49
Agua efectiva	123.348	6,12
Agregado fino	307.890	15.28
Agregado grueso	1231.561	61.11
TOTAL	2015.221	100

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- En la tabla 39 y 40 se presentan las características mecánicas los agregados tanto fino como grueso respectivamente, estas características permitieron realizar el diseño de mezcla de concreto permeable por lo tanto la hipótesis específica 1 (Los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del valle son favorables para la

elaboración de un concreto permeable.) es válida ya que con los valores de las propiedades mecánicas se pudo diseñar un concreto permeable es decir influyo de manera positiva.

Hipótesis Específica H2: Los valores de la permeabilidad y de la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando solo agregado grueso de la cantera de Santa María del valle pertenecen al rango establecido en el ACI 522R-10.

Tabla 45: Permeabilidad el primer diseño de mezcla.

Mezcla	Probeta	Tiempo (S)	K (cm/s)	K Prom. (cm/s)
0% FINO	T1-P10	18.14	1.56	1.59
	T1-P11	17.99	1.58	
	T1-P12	17.46	1.62	

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 46: Resistencia a la compresión promedio (0 % de fino).

Mezcla	Días	Promedio f'c (kg/cm2)
0% DE FINO	7 días	81.41
	14 días	86.95
	28 días	91.87

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- La resistencia a la compresión para el diseño con 0% de fino es 91.87 kg/cm² estando dentro de 28kg/cm² a 280 kg/cm² y el coeficiente de permeabilidad es 1,59 cm/s el cual está por encima del límite superior de 0.14cm/s a 1.22cm/s para esto el ACI 522R-10 indica que si el coeficiente es mayor el concreto debe estar dentro del rango de resistencia a la compresión, por lo expuesto la hipótesis " Los valores de la permeabilidad y de la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando solo agregado grueso de la cantera de Santa María del valle pertenecen al rango establecido en el ACI 522R-10" es validad.

Hipótesis especifica 3: Los valores de la permeabilidad y de la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando agregado

grueso y 20% fino de agregado fino de la cantera de Santa María del valle pertenecen al rango establecido en el ACI 522R-10

Tabla 47: *Coefficiente de permeabilidad (20% de fino).*

MEZCLA	PROBETA	K (cm/s)	KPROM. (cm/s)
20% fino	M3-P9	0.258	0.26
	M3-P10	0.247	
	M3-P11	0.268	

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 48: *Resistencia a la compresión promedio para el diseño con 20% de fino*

MEZCLA	DIAS	PROMEDIO (kg/cm2)
20% DE FINO	7 días	139.62
	14 días	157.88
	28 días	163.61

Elaboración: Propio del autor de tesis.

- La resistencia a la compresión del diseño de mezcla con 20 % de fino es 163.61kg/cm² estando dentro del rango de 28 kg/cm² a 280kg/cm² y el coeficiente de permeabilidad es 0.26 estando dentro del rango de 0.14 cm/s a 1.22 cm/s de haciendo que la hipótesis formulada “los valores de la permeabilidad y de la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando agregado grueso y 20% de fino de agregado fino de la cantera de Santa María del valle pertenecen al rango establecido en el ACI 522R-10” es válida.

4.2.2. CONTRASTE DE HIPÓTESIS GENERAL.

La hipótesis general se ha contrastado usando un el método estadístico llamado t de student el cual está desarrollado en el libro de estadística descriptiva e inferencial. (Córdova, 2014, págs. 428-429)

Tabla 49: Datos estadísticos de las resistencias a la compresión.

Mezcla	Días	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)	Media f'c (kg/cm ²)	Desviación estándar (kg/cm ²)
0% de fino	28 días	90,06	91,87	6,53
		105,74		
		79,82		
20% de fino	28 días	147,46	163,61	7,42
		166,74		
		176,64		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Tabla 50: Datos estadísticos de la permeabilidad.

Mezcla	Probeta	K (cm/s)	K Prom. (cm/s)	Desviación estándar (cm/s)
0% FINO	T1-P10	1.56	1.59	0.13
	T1-P11	1.58		
	T1-P12	1.62		
20% FINO	T3-9	0.258	0.26	0.01
	T3-10	0.247		
	T3-P11	0.268		

Elaboración: Propio del autor de tesis.

Hi = Los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” influyen favorablemente en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano donde cumple con valores establecidos en la norma ACI 522R-10

μ = 28kg/cm² (los agregados influyen desfavorablemente)

μ > 28kg/cm² (los agregados influyen favorablemente)

G.L = 9

μ = 0.14 cm/s (los agregados influyen desfavorablemente)

μ > 0.14 cm/s (los agregados influyen favorablemente)

G.L = 3

Nivel de significancia = 5% = 0.05

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

.....Formula t de student (15)

Dónde:

\bar{X}_i = Media

μ = media poblacional

s = Desviación estándar.

n = Numero de la muestra.

- Para la resistencia a la compresión del diseño con 0% de fino se prueba con la hipótesis negativa para todos.

$$t = \frac{91.87 - 28}{\frac{6.56}{\sqrt{9}}} \quad t = 29.20$$

- Para el coeficiente de permeabilidad del diseño con 0% de fino

$$t = \frac{1.59 - 0.14}{\frac{0.13}{\sqrt{3}}} \quad t = 22.20$$

- Para la resistencia a la compresión del diseño con 20% de fino

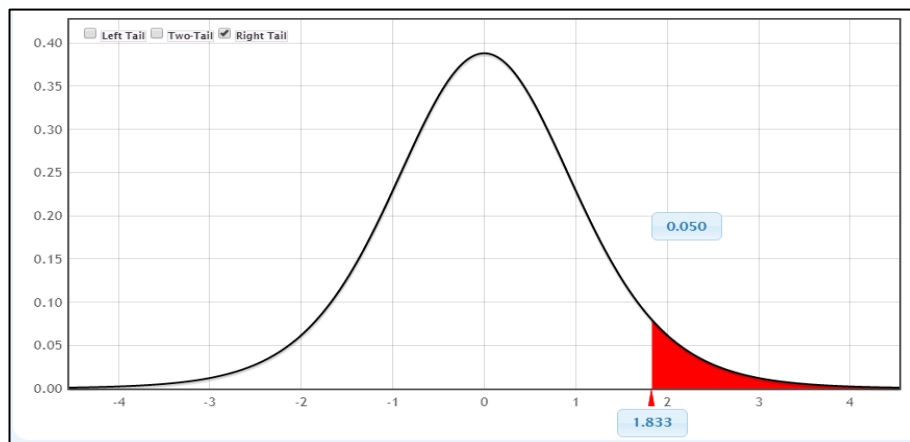
$$t = \frac{163.61 - 28}{\frac{7.42}{\sqrt{9}}} \quad t = 54.90$$

- Para el coeficiente de permeabilidad del diseño con 20% de fino

$$t = \frac{0.26 - 0.14}{\frac{0.01}{\sqrt{3}}}$$

$$t = 14.47$$

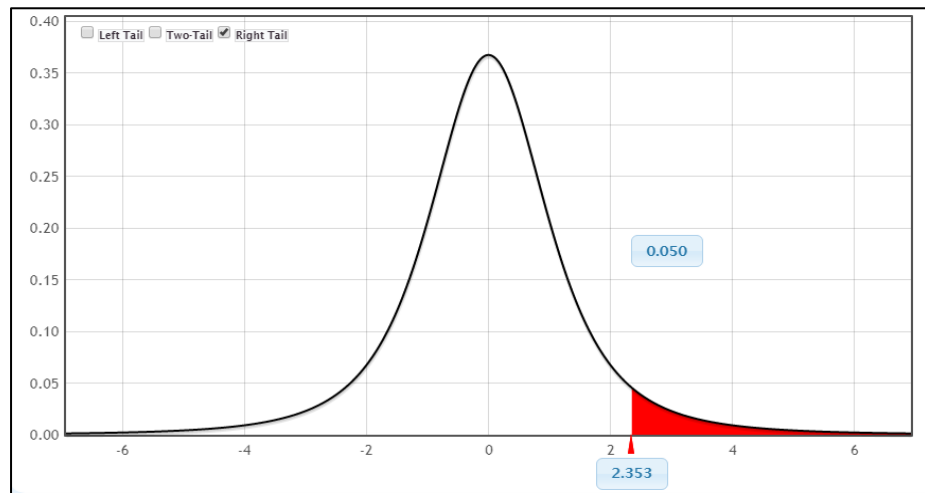
Figura 17: t de student para la resistencia a la compresión con 0% y 20 % de fino



Elaboración: propio del autor de tesis.

De la figura se entiende que el valor $t = 29.20$ y $t = 54.90$, están sobre el área roja entonces, la hipótesis H_1 (los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” influyen favorablemente en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para tránsito liviano donde cumple con valores establecidos en la norma ACI 522R-10) es válida.

Figura 18: t de student para el coeficiente de permeabilidad para el diseño con 0% y 20 % de fino



Elaboración: propio del autor de tesis.

De la figura se entiende que el valor $t = 22.20$ y $t = 14.47$, están sobre el área roja entonces la hipótesis H_1 (Los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” influyen favorablemente en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para tránsito liviano donde cumple con valores establecidos en la norma ACI 522R-10) es válida.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los resultados encontrados en esta investigación se pudo contrastar la hipótesis, donde indica que los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” influyen favorablemente en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para tránsito liviano donde cumple con valores establecidos en la norma ACI 522R-10.

Para desarrollar la discusión de los resultados de la presente investigación se tuvo antecedentes con similitud al tema de estudio, por lo tanto, se va centrar en los resultados más relevantes que tuvieron los siguientes autores:

(Benites , 2014), diseñó una mezcla de concreto permeable con 3/8” de agregado grueso, sin agregado fino, 20% de vacíos y una relación agua cemento de 0.35. En sus ensayos de laboratorio determino que el coeficiente de permeabilidad para su diseño de mezcla es de 0.321cm/s, también determino la resistencia a la compresión para los 28 días de curado el cual es de 75 kg/cm².

Haciendo una comparación del estudio realizado por Benites con el presente estudio se llega a la conclusión que en el presente estudio se obtuvo mayor resistencia a la compresión, así como también un mayor coeficiente de permeabilidad debido a que el porcentaje de vacíos planteado por el estudio es de 18% el cual incide en la resistencia a la compresión.

Asimismo (Perez, 2017) realizó tres diseño de mezcla la primera con agregado grueso de 1/2”, la segunda con agregado grueso de 3/8” y la tercera con agregado grueso n^o4, los tres diseños de mezcla se tomó una relación agua cemento de 0.35, 15% de vacíos y un porcentaje de finos de 8%. Donde en los ensayos de laboratorio se obtuvo la resistencia a la compresión de 180.08 kg/cm², 190.30 kg/cm² y 209.68 kg/cm² a los 28 días de curado respectivamente. Los coeficientes de

permeabilidad que se obtuvieron son 0.207 cm/s, 0.222 cm/s y 0.147 cm/s respectivamente para cada gradación.

Del estudio realizado por Pérez podemos decir que a menor tamaño de gradación mayor será la resistencia a la compresión pero disminuye el coeficiente de permeabilidad y en comparación con nuestro estudio dicho autor desarrolla un diseño de concreto permeable con una gradación de 3/8" en la cual podemos decir que ese diseño posee mejor resistencia a la compresión y menor coeficiente de permeabilidad que el presente estudio, esto debido a que su porcentaje de vacíos es menor al que se utiliza en esta investigación.

(Falcón & Santos, 2016) En su investigación diseñaron un concreto permeable con una relación a/c = 0.28, 15% de vacíos y con agregado grueso de 3/8" donde en los ensayos de laboratorio se obtuvo una resistencia a la compresión 82.73 kg/cm² a un tiempo de curación de 28 días no se realizó la prueba de permeabilidad.

Del estudio de Falcón y Santos se puede decir que obtuvo menor resistencia a la compresión y que no se puede realizar comparación alguna en la permeabilidad ya que no se realizó este ensayo.

(Salis, 2016) En su estudio desarrolla 6 diseños de mezcla con 15%, 16%, 17%, 18%, 19% y 20% de vacíos, con una relación agua cemento de 0.38 y sin agregado fino donde logra permeabilidad que varía entre 0.49 cm/s y 2.32 cm/s y resistencias a la compresión que varía de 148.63 kg/cm² a 261.37 kg/cm².

Sobre el estudio de Salís y en relación con el presente estudio se puede decir que el diseño de mezcla para el 18% de vacíos elaborado por dicho autor presenta mayor resistencia a la compresión y un menor coeficiente de permeabilidad.

CONCLUSIONES

- Se determinó que la influencia del agregado de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” tanto fino (arena gruesa) como grueso (canto rodado) es favorable en el concreto permeable para tránsito liviano, obteniendo los mejores resultados de resistencias a la compresión con la mezcla de 20 % de fino y mejor permeabilidad con la mezcla 0% de fino,
- Los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del Valle para el agregado fino son: módulo de fineza 3.59, peso específico 2.64g/cm³, absorción 1.11%, P.U.S 1678 kg/m³, P.U.C 1815 kg/s y contenido de humedad de 0.38%. Para el agregado grueso son: módulo de fineza 3.15, peso específico 2.7 gr/cm³, absorción 0.64%, P.U.S 1693 kg/m³, P.U.C 1805 kg/m³ y contenido de humedad de 0.30%, con los cuales se logró desarrollar dos diseños de mezcla para concreto permeable.
- Los valores de y la resistencia a la compresión para el diseño de mezcla con 0% de agregado fino es de 81.41 kg/cm² a los 7 días, 86.95 kg/cm² a los 14 días y 91.87 kg/cm² a los 28 días el cual se encuentra dentro del rango del ACI522R de 28 kg/cm² a 280 kg/cm², y el coeficiente de permeabilidad promedio para el diseño de mezcla con 0% de fino es 1.59 cm/s el cual se encuentra dentro del rango del ACI522R-10 de 0.14 cm/s a 1.22cm/s
- Los valores de y la resistencia a la compresión para el diseño de mezcla con 20% de fino es de 139.62 kg/cm² a los 7 días, 157.88 kg/cm² a los 14 días y 163.61 kg/cm² a los 28 días el cual se encuentra dentro del rango del ACI522R de 28 kg/cm² a 280 kg/cm² y el coeficiente de permeabilidad promedio para este diseño de mezcla es 0.26 cm/s el cual se encuentra dentro del rango del ACI522R-10 de 0.14 cm/s a 1.22cm/s
- Las probetas fueron diseñadas para una resistencia a la compresión de 175 kg/cm², sin embargo ninguna de ellas alcanzó la resistencia para la cual estuvo diseñado, aun así cumplen con el rango del ACI 522R-10.
- El asentamiento en el permeable para la mezcla de 0% de fino fue de 0.5 cm y para la mezcla con 20% de fino fue de 0.2 cm.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir esta línea de investigación con enfoque hacia pavimentos de alto volumen de tránsito, asimismo se recomienda realizar la aplicación de este tipo de concreto haciendo estudios de suelo para conocer la capacidad de infiltración del suelo, asimismo se recomienda tomar datos meteorológicos (pluviómetro) para el ensayo de permeabilidad.
- Este estudio se enfoca en los ensayos más relevantes mencionados en la norma ACI 522R-10 que son la resistencia a la compresión y permeabilidad, se recomienda realizar los ensayos complementarios en futuras investigaciones estos ensayos son el porcentaje de vacíos en estado endurecido y durabilidad.
- La conformación de las probetas para los ensayos de laboratorio, deben ser realizadas de la forma rápida evitando la evaporación del agua en la mezcla, ya que en el concreto permeable posee una cantidad reducida de agua y lo que menos se quiere es perder esta cantidad ya que influencia en la resistencia a la compresión.
- Para la elaboración del permeámetro de carga variable sugerido por el ACI 522R, se requiere de conocimientos de mecánica de fluidos (Ley de Darcy) y de los materiales que lo conforman. Por lo tanto, se recomienda asesoría técnica para la construcción de dicho permeámetro, los materiales utilizados para su construcción en la presente investigación pueden mejorados en futuras investigaciones acerca del tema o afines.
- se recomienda analizar el concreto permeable desde el punto de vista ambiental es decir el impacto que ocasiona en el medio ambiente.
- Si se quisiera usar uno de los diseños de concreto para tránsito liviano permeable desarrollados en la presente tesis, se debe tener en cuenta un estudio de suelos y un estudio hidrológico.

BIBLIOGRAFÍA

- ACI 522R-10. (2010). Report on Pervious Concrete. American Concrete Institute.
- ACI Committee 522. (2006). Pervious Concrete, 522R-06, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
- Aire, c. (2013). Concreto permeable: alternativas sustentables. Retrieved from Construcción y tecnología en concreto: <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>
- Aire, C., Calderòn, Y., Charca, J., & Yanqui, C. (2013). Estudio del comportamiento frente a la colmatación de hormigón poroso fabricado con áridos naturales y reciclados. Investigación, desarrollo e innovación de estructuras y materiales.
- Barahona, R., Martínez, M., & Zelaya, S. comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, el Carmen, Aramuaca y la Pedrera, de la zona oriental de el Salvador. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad de el Salvador, San Miguel.
- Benites, J. Características Físicas y Mecánicas del Concreto Permeable usando Agregado de la Cantera Jequetepeque y el Aditivo Chemaplast. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Bermejo, F. (2009). Propiedades mecánicas de los materiales. Retrieved octubre 25, 2018, from DCO Player: <https://docplayer.es/39777992-Propiedades-mecanicas-de-los-materiales.html>
- Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo.
- Caballero, S., Zapata, P., Pardo, A., Campuzano, L., Espioza, J., & Sánchez, C. (2015). Concreto Poroso: construcción, variables influyentes y protocolos para su caracterización. Cumbres, 64-69.

- Calderon , V., Chacra, J., & Yanqui, C. (2013). Investigación en concreto poroso. Arequipa: Asociacion de Productores de cemento.
- Calderòn , V., Charca, J., & Yanqui, C. (2013). Investigación de concreto poroso. Asociación de productores de cemento.
- Castro , J., De Solminihac, H., Videla , C., & Fernández, B. (2009). Estudio de dosificaciones para pavimentos porosos de hormigòn.ingenieria de construcción.
- Catedra de Ingenieria Rural. (2017). Hidraulica generalidades. Retrieved octubre 15, 2018, from Ingenieri Rural: https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Trans_hidr/Tema1.PDF
- Céspedes, M. A. Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido. (Tesis para optar el Titulo de Ingeniero Civil). Piura.
- Chaiña, J., & Villanueva, Y. Diseño de Concreto Permeable, Para Pavimentos Rìgidos, Utilizando Piedra nº 67 y Arena Gruesa de la Cantera La Poderosa, para la Ciudad de Arequipa. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Arequipa, Perú.
- Chávez, G. (2013). Estudio y análisis de dosificaciones para la elaboración de hormigón poroso con materiales locales. Estudios e Investigaciones del Saber Académico, 20-21.
- Chàvez, G. (2013). Estudio y análisis de dosificaciones para la elaboración de hormigón poroso con materiales locales (7 ed.). Paraguay: Estudios e Investigaciones del Saber Académico.
- Córdova, M. (2014). Estadística Descriptiva e Inferencial. Lima: Moshera S.R.L.
- Crouch, L., Adam, W., & Sparkman, A. (2007). Determining Pervious PCC Permeability with a Simpre Triaxial Flexible-Wall Constant Head

Permeamete. Tennessee: Tennessee Concrete Association & Tennessee Technological University.

Delleur, J. (2003). The evolution of urban hydrology: past, present and future (8 ed., Vol. 129). Estados Unidos: Journal of hydraulic.

Falcón, F., & Santos, J. Diseño de un pavimento rígido permeable, con agregados de la cantera Chullqui, para el drenaje urbano en estacionamiento en la Ciudad de Huánuco. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huanuco.

Felipe, Y., & Castañeda, L. Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos. (Tesis para optar el grado de ingeniero civil). Pontificia Universidad Javeriana, Cali.

Fernández , R., & Navas, A. (2011). Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad .Infraestructura Vial.

Flores , J. Caracterización del concreto permeable usando el módulo de ruptura y porcentaje de desgaste. (Tesis para optar el grado de magister en ingeniería civil). UNAM, México.

Flores, C. Diseño de Mezcla de Concreto Permeable con Adición de Tiras de Plástico para Pavimentos $f'c$ 175 kg/cm² en la Ciudad de Puno. (tesis para optar el grado de ingeniero civil). Universidad Nacional del Antiplano, Puno.

Gevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M., Rodríguez, I., Rojas , L., & Segura, G. (2011). Efecto de la variación agua/ cemento en el concreto. Tecnología en marcha.

González, L. Conceptos generales sobre agregados. Modulo para las asignaturas: estructuras y materiales de construcción y construcciones agrícolas. Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

- Guizado, A., & Curi, E. Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la Investigación. México: McGraw Hill Educación.
- Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi. (2004). Trabajabilidad, Diseño y Control de Mezclas de Concreto (Primera Edición ed.). Illinois: Portland cement Association.
- Lezama, J. Tecnología del concreto. Tecnología del concreto. Universidad nacional de Cajamarca, Peru.
- Ludeña, L. Población, Muestra. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Maldonado, A., & Paredes, L. Soluciones Tecnológicas para el Diseño de Secciones Permeables en Vías Urbanas en la Ciudad de Tarapoto. tesis para optar el grado de Maestro en la tecnología de la construcción. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Lima, Perú.
- Meininger, R. (1988). "No-Fines Pervious Concrete for Paving" Concrete International (8 ed., Vol. 10).
- Mendoza, E., & Ospina, J. Mezcla de Concreto Permeable como Parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio. (Para optar el grado de Ingeniero Civil). Universidad Distrital de Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Neithenlath, N. (2004). Development and Characterization of Acoustically Efficient Cementitious Materials. Indiana: Purdue University.
- Norma E060. (2015). Reglamento de Edificaciones. Lima.
- NRMCA. (2004). (National Ready Mixed Concrete Association, US) .
- Pérez, D. Estudio experimental de concretos permeables con agregados adhesivos. (tesis para optar el grado de magister en ingeniería civil). UNAM, México.

- Perez, J. Influencia de la granulometria en la propiedades mecanicàs e hidràulicas de un concreto permeable. (tesis para optar el título profesional de ingeniero civil). Universidad Privada del Norte, Trujillo.
- Polanco, A. (2012). Manual de pràcticas de laboratorio de concreto. Mèxico: UACH.
- Rivva , E. (2014). Diseño de Mezclas (Segunda ediciòn ed.). Lima: Instituto de la construcciòn y gerencia (ICG).
- Salis, B. Influencia del contenido de aïre en concretos porosos con agregados de la cantera Yanag - Huánuco, 2016. (Tesis para optar e grado de ingeniero civil). Universidad Nacional Hermilio Valdizán 2016, Huànuco.
- Subramanian, N. (2009). Concreto permeable- un material ecològico que conctribuye al ahorro de los recursos hidricos frente a la escasas de agua. Asociacion de productores de cemento.
- Tennis, P., Leming, M., & Akers, D. "Pervious concrete pavements". EB 302, Porlant cement Association (PCA).
- Vallejo, M., & Amaguaya, V. Selecciòn del material òptimo para el diseño de concreto permeable utilizando agregados de dos minas de la provincia de Chimbonazo y el cemento portland tipo , en relacion a la obtencion de mayor permeabilidad y resistencia. (Trabajo de grado previo a la Obtención del Título de Ingeniero Civil). Universidad Nacional De Chimbonazo, Riobamba, Ecuador.

ANEXOS.

Anexo 1: Resolución de la designación de asesor.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 621-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 11 de julio de 2018

Visto, el Oficio N° 287-C-EAPIC-FI-UDH-2018 presentado por el Coordinador de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil y el Expediente N° 1166-18-FI, presentado por el (la) estudiante **Thalia Jennifer, ALTAMIRANO PIÑAN**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el proyecto de Investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1166-18-FI, presentado por el (la) estudiante **Thalia Jennifer, ALTAMIRANO PIÑAN**, quién solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Juan Alex Alvarado Romero, como Asesor de Tesis, y;


Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:


Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la estudiante **Thalia Jennifer, ALTAMIRANO PIÑAN**, al Ing. Juan Alex Alvarado Romero, Docente de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD

Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

Mg. Ricardo Sachun Garcia
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:
Fac. de Ingeniería – EAPIC – Asesor – Mat. y Reg. Acad. – File Personal – Interesado – Archivo.
RSG/JPJR/nta.

Anexo 2: Resolución de la aprobación del proyecto de tesis

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 1196-2018-CF-FI-UDH

Huánuco, 17 de Diciembre de 2018

Visto, el Oficio N° 573-2018-C-EAPIC-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Civil, referente al bachiller Thalia Jennifer, ALTAMIRANO PIÑAN, del Programa Académico Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 560-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente 2766-18, del Programa Académico de, Ingeniería Civil, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller **Thalia Jennifer, ALTAMIRANO PIÑAN** ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 573-2018-C-EAPIC-FI-UDH, del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad Extraordinario de fecha 17 de Diciembre del 2018 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- APROBAR, el Proyecto de Investigación y su ejecución intitulado:

“INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARÍA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO, HUÁNUCO 2018” representado por el bachiller Thalia Jennifer, ALTAMIRANO PIÑAN, del Programa Académico de Ingeniería Civil

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
Ing. JOHNNY P. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PIAC - CGT - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/JJR

Anexo 3: Matriz de consistencia

TITULO: “ELABORACION DEL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO USANDO AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE “LA DESPENSA”, HUANUCO - 2019”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS (Hi)	VARIABLES	DIMENSIONES	MARCO METODOLOGICO
<p>¿De qué manera influyen los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” en la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano Huánuco, 2018?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cuáles serán los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del Valle para la elaboración de un concreto permeable de transito liviano?</p> <p>¿Cuáles serán los valores de permeabilidad y resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando solo agregado grueso de la cantera de Santa María del Valle?</p> <p>¿Cuáles serán los valores de la permeabilidad la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando agregado grueso y 20% fino de la cantera de Santa María del Valle?</p>	<p>Determinar la influencia de los agregados de la cantera de Santa María del Valle “La Despensa” en las permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano Huánuco, 2018.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Obtener los valores de las propiedades mecánicas de los agregados de la cantera de Santa María del Valle para la elaboración de un concreto permeable.</p> <p>Determinar los valores de la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando solo agregado grueso de la cantera de Santa María del Valle.</p> <p>Determinar los valores de la permeabilidad y la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano usando agregado grueso y 20% fino de la cantera de Santa María del Valle.</p>	<p>HIPÓTESIS (Hi)</p> <p>Los agregados de la cantera de santa María del valle “La Despensa” influyen favorablemente en las permeabilidad la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano cumpliendo con valores establecidos en la norma ACI522-R10.</p> <p>HIPÓTESIS (H0)</p> <p>Los agregados de la cantera de santa María del valle “La Despensa” influyen desfavorablemente en las permeabilidad la resistencia a la compresión del concreto permeable para transito liviano donde no cumple con valores establecidos en la norma ACI522-R10.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Agregado de la cantera de santa maría del valle</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Concreto permeable para transito liviano.</p>	<p>Mecánico</p> <p>Mecánico</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN.</p> <p>Cuantitativa, experimental longitudinal y explicativo correlacional.</p> <p>POBLACION.</p> <p>Son las 360 probetas que salen de 2 metros cúbicos de concreto.</p> <p>MUESTRA.</p> <p>Constará de 24 especímenes de cilindros de concreto permeable</p> <p>TÈCNICAS DE RECOLECCION DE DATOS.</p> <p>La técnica que se utilizara en la observación directa a los ensayos de laboratorio las cuales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ensayo de resistencia a compresión. • Ensayo de permeabilidad.

Anexo 4: Informe de laboratorio de gravedad específica y absorción del agregado fino.



"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
 HUANUCO - PERÚ
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO , HUANUCO - 2018"
SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN
UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO
CANTERA: LA DESPENSA- SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO
COMPROBANTE: FACTURA NRO. E001 - 490
INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°31-pag.-1 de 2, -UNHEVAL
FECHA : Jun-19

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO
 (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)

MUESTRA: ARENA GRUESA

I. DATOS

			1
1	Peso de la Arena Seca (A)	gr	346.39
2	Peso de la fiola + Agua hasta marca (B)	gr	648.45
3	Peso de la fiola + Arena sss + Agua hasta marca (C)	gr	867.44
4	Peso de la Arena sss (S)	gr	350.24

II. RESULTADOS

5	Densidad muestra seca ((A)/(B+S-C))	gr/cm ³	2.64
6	Densidad muestra sss ((S)/(B+S-C))	gr/cm ³	2.67
7	Densidad aparente ((A)/(B+A-C))	gr/cm ³	2.72
8	Porcentaje de Absorción ((S-A)/A)*100	%	1.11

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Antonio Domínguez
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

 Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Anexo 5: Informe de laboratorio sobre el análisis granulométrico del agregado fino.



"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
 HUANCICO-PERU
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO , HUANUCO - 2018"

SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

CANTERA: LA DESPENSA- SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO

COMPROBANTE: FACTURA NRO. E001 - 491

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-Nº30-pag.-2 de 4, -UNHEVAL

FECHA : 28-Jun-19

ANALISIS DE AGREGADO FINO ASTM C33 (arena gruesa):

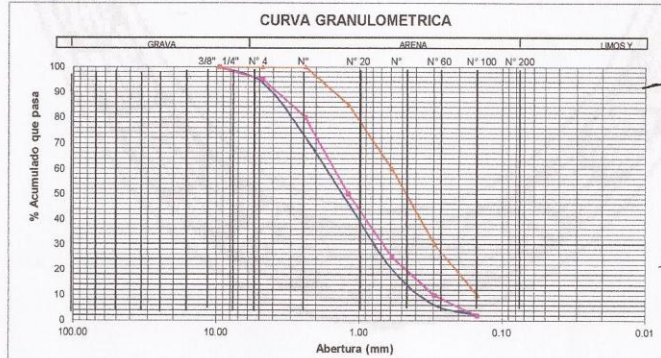
Peso Específico 2.64 gr/cm3 %Material Fino <200= 2.43 %
 Humedad Natural 0.38 %
 % Absorción 1.11 %
 Peso Volumétrico Suelto 1678 kg/m3
 Peso Volumétrico Compactado 1815 kg/m3
 Cantera LA DESPENSA- SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO
 Uso Granulometrico "C"

ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:

Peso Muestra 4981.00 grms.

TAMIZ	PESO	%	%	% RETENIDO	%QUE PASA	
	RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	MIN	MAX
			100.00			
3/8"	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00
4	311.11	6.25	93.75	6.25	95.00	100.00
8	1068.32	21.45	72.31	27.69	80.00	100.00
16	1296.54	26.03	46.28	53.72	50.00	85.00
30	1300.72	26.11	20.16	79.84	25.00	60.00
50	693.15	13.92	6.25	93.75	10.00	30.00
100	189.89	3.81	2.43	97.57	2.00	10.00
FONDO	121.27	2.43	0.00	100.00	0.00	0.00

Modulo Fineza 3.59



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Dominguez Maquina
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar Gonzalez Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Anexo 6: Informe de laboratorio sobre peso unitario suelto y compactado del agregado fino.



"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
 HUANUCO - PERÚ
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



"INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA
PROYECTO: MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO, HUANUCO - 2018"

SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

CANTERA: LA DESPESA- SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO

COMPROBANTE: FACTURA NRO. E001 - 491

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°30-pag.-1 de 4, - UNHEVAL

FECHA Jun-19

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

ARENA GRUESA

1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	6484	6493	6489
2	Peso del Recipiente	gr	1783	1783	1783
3	Peso de la Muestra (1-2)	gr	4701	4710	4706
4	Volumen del Recipiente	m ³	0.00280	0.00280	0.00280
5	P.U.S. (3/4)/1000	kg/m ³	1677	1680	1679
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1678		

II. PESO UNITARIO COMPACTO

1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	6857	6882	6873
2	Peso del Recipiente	gr	1783	1783	1783
3	Peso de la Muestra (1-2)	gr	5074	5099	5090
4	Volumen del Recipiente	m ³	0.00280	0.00280	0.00280
5	P.U.C	kg/m ³	1810	1819	1816
7	Promedio P.U.S.Compacto	kg/m ³	1815		

III. HUMEDAD

		N°	4		
1	Peso de la Tara	gr	0		
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	5000.00		
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	4981.00		
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	19.00		
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	4981.00		
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	0.38		


CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Antonio Domínguez Magaña
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES

Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Anexo 7: Informe de laboratorio de gravedad específica y absorción del agregado grueso.




"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"

HUANUCO-PERÚ

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO , HUANUCO - 2018"

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

CANTERA: LA DESPENSA- SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO

SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN

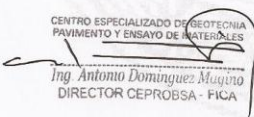
COMPROBANTE: FACTURA NRO. E001 - 490

INFORME CEGPyEM-FICA 2018-N°31-pag.-2 de 2, -UNHEVAL

FECHA: Jun-19

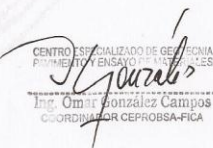
GRUESO		(N.T.P. 400.021 ASTM)	
ASTM 127			
PIEDRA CHANCADA T.M.N 1"			
I. DATOS			1
1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (B)	gr	3004.00
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	0.00
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	3004.00
4	Peso de la Muestra Saturada Sumergida (C)	gr	1897.00
5	Peso de la Tara	gr	0.00
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	2985.00
7	Peso de la Muestra Seca (6-5) (A)	gr	2985.00
II. RESULTADOS			
8	Densidad Seca ((A)/(B-C))	gr/cm3	2.70
9	Densidad Saturada (S.S.S) ((A/B(B-C))	gr/cm3	2.71
10	Densidad Aparente ((A)/(A-C))	gr/cm3	2.74
11	Porcentaje de Absorción ((B-A)/A)*100	%	0.64

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Antonio Domínguez Mayano
DIRECTOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES



Ing. Omar González Campos
COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Av. Universitaria 601-607

Anexo 8: Informe de laboratorio sobre el análisis granulométrico del agregado grueso.



"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"
 HUÁNUCO-PERÚ
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO, HUANUCO - 2018"

SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

CANTERA: LA DESPENSA- SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO

COMPROBANTE: FACTURA NRO. E001 - 491

INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°30-pag.-4 de 4, - UNHEVAL

FECHA : Jun-19

ANALISIS DE AGREGADO GRUESO (ASTM C 33)

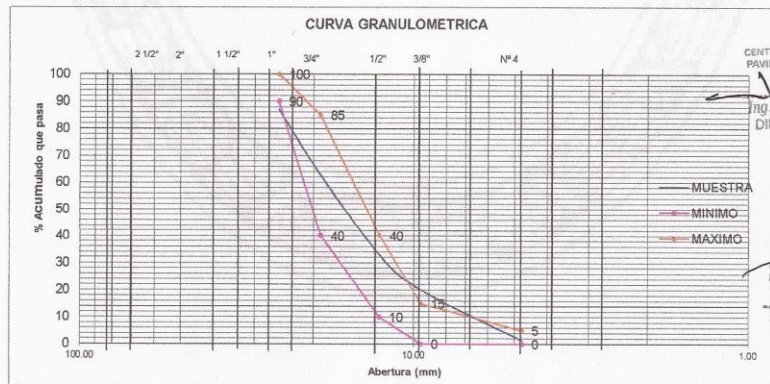
Desidad Seca 2.70 gr/cm³
 Humedad Natural 0.30 %
 % Absorción 0.64 %
 Peso Volumétrico Suelto 1693 kg/m³
 Peso Volumétrico Compactado 1805 kg/m³
 %Material Fino <200 0.46 %
 HUSO 56

Peso Muestra 4985.00 grms.

TAMIZ	PESO	%	%	%	%	%
	RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	MIN.	MAX.
2 1/2"			100.00	0.00		
2"			100.00	0.00		
1 1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00		
1"	642.14	12.88	87.12	12.88	90	100
3/4"	1213.94	24.35	62.77	37.23	40	85
1/2"	1486.15	29.81	32.95	67.05	10	40
3/8"	642.56	12.89	20.06	79.94	0	15
Nro. 4	933.70	18.73	1.33	98.67	0	5
Nro. 8	10.71	0.21	1.12	98.88		
FONDO	55.80	1.12	0.21	99.79		

Tamaño Nominal 1"

Modulo Fineza 3.15



CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Domínguez Magti
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar González Cai
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

Anexo 9: Informe de laboratorio sobre peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.



"Año de lucha contra la Corrupción y la Impunidad"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILIO VALDIZÁN"
 HUANUCO - PERÚ
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PROYECTO: "INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO , HUANUCO - 2018"

SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN

UBICACIÓN: HUANUCO - HUANUCO - HUANUCO

CANTERA: LA DESPENSA- SANTA MARIA DEL VALLE - HUANUCO

COMPROBANTE: FACTURA NRO. E001 - 491

INFORME: CEGPyEM-FICA 2019-N°30-pag.-3 de 4, - UNHEVAL

FECHA: Jun-19

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-29)

I. PESO UNITARIO SUELTO

PIEDRA ZARANDEADA T.M.N 1"

N°	Descripción	Unidad	1	2	3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	29980	29200	29930
2	Peso del Recipiente	gr	5838.7	5838.7	5838.7
3	Peso de la Muestra (1-2)	gr	24141.3	23361.3	24091.3
4	Volumen del Recipiente	m ³	0.01410	0.01410	0.01410
5	P.U.S. (3/4)/1000	kg/m ³	1713	1657	1709
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m ³	1693		

II. PESO UNITARIO COMPACTO

N°	Descripción	Unidad	1	2	3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	31130	31390	31330
2	Peso del Recipiente	gr	5838.7	5838.7	5838.7
3	Peso de la Muestra (1-2)	gr	25291.3	25551.3	25491.3
4	Volumen del Recipiente	m ³	0.01410	0.01410	0.01410
5	P.U.C	kg/m ³	1794	1813	1808
7	Promedio P.U.S. Compacto	kg/m ³	1805		

III. HUMEDAD

N°	Descripción	Unidad	1	2	3
1	Peso de la Tara	gr	0		
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	5000.00		
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	4985.00		
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	15.00		
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	4985.00		
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	0.30		

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Domínguez Mujino
 DIRECTOR CEPROBSA - FICA

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA
 PAVIMENTO Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEPROBSA-FICA

ANEXO 10: Prueba estándar de resistencia a la compresión del concreto.



"Año de la lucha Contra la Corrupción y la impunidad"
UNIVERSIDAD NACIONAL "HERMILO VALDIZÁN"
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
HUANUCO - PERU
 CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA, PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO
SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN
UBICACIÓN: HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO.
CANTERA: LA DESPENSA-SANTA MARIA DEL VALLE-HUANUCO.
FECHA: 28/06/2019
INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°035 , pag. 01 de 02 - UNHEVAL **FACTURA:** E001-502

1. Referencia:

ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
 NTP 339.034 (Concreto, Metodo de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilíndricas de concreto.)

2. Objeto:

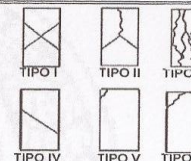
Determinar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.

3. Materiales:

Cilindros de concreto de 6" x 12".

4. Equipo:

Prensa Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International).



5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Elemento	f'c (kg/cm ²) Esperado	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO						Máxima Carga de Prueba (kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (kgf/cm ²)	Tipo de Falla		
						Diametro superior		Diametro intermedio	Diametro inferior		Diam. prom. (cm)					Area (cm ²)	Altura (cm)
						D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D3 (cm)								
01	M-1	T1 P1	175	08/04/19	15/04/19	15.30	15.25	15.30	15.28	183.45	30.00	12600.00	7	68.68	TIPO II		
02	M-2	T1 P2	175	08/04/19	15/04/19	15.25	15.35	15.30	15.30	183.85	30.00	15470.00	7	84.14	TIPO II		
03	M-3	T1 P3	175	08/04/19	15/04/19	15.30	15.30	15.25	15.28	183.45	30.00	16770.00	7	91.41	TIPO II		
04	M-4	T2 P1	175	08/04/19	15/04/19	15.30	15.30	15.25	15.28	183.45	0.00	18520.00	7	100.95	TIPO II		
05	M-5	T3-P1	175	09/04/19	16/04/19	15.30	15.25	15.30	15.28	183.45	0.00	30810.00	7	167.94	TIPO II		
06	M-6	T3 P2	175	09/04/19	16/04/19	15.30	15.35	15.30	15.32	184.25	0.00	27630.00	7	149.96	TIPO IV		
07	M-7	T1 P4	175	08/04/19	22/04/19	15.20	15.30	15.30	15.27	183.05	30.00	15990.00	14	87.35	TIPO II		
08	M-8	T1 P5	175	08/04/19	22/04/19	15.20	15.30	15.25	15.25	182.65	30.00	15880.00	14	86.94	TIPO II		
09	M-9	T1 P6	175	08/04/19	22/04/19	15.30	15.30	15.25	15.28	183.45	30.00	15880.00	14	86.56	TIPO IV		

Observación: Las probetas fueron elaborados en el laboratorio en base al diseño proporcionado por el solicitante

Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR CEGPyEM-FICA

 Ing. Antonio Domínguez Magino
 DIRECTOR CEGPyEM-FICA

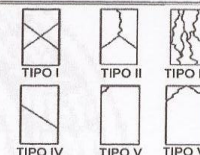
ANEXO 11: Prueba estándar de resistencia a la compresión del concreto.



PRUEBA ESTÁNDAR DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LOS AGREGADOS DE LA CANTERA DE SANTA MARIA DEL VALLE EN EL CONCRETO PERMEABLE PARA TRANSITO LIVIANO
SOLICITA: THALIA JENNIFER ALTAMIRANO PIÑAN
UBICACIÓN: HUANUCO-HUANUCO-HUANUCO
CANTERA: LA DESPENSA-SANTA MARIA DEL VALLE-HUANUCO.
FECHA: 28/06/2019
INFORME CEGPyEM-FICA 2019-N°035, pag. 02 de 02 - UNHEVAL **FACTURA:** E001-502

- 1. Referencia:** ASTM C-39 (Standard Test method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens)
 NTP 339.034 (Concreto. Metodo de ensayo para esfuerzo a la compresión de muestras cilindricas de concreto.)
- 2. Objeto:** Determinar la resistencia a la compresión de especimenes cilindricos de concreto.
- 3. Materiales:** Cilindros de concreto de 6" x 12".
- 4. Equipo:** Prensa Digital ACCU-TEK 250, (Marca: Ele International).



5. Resultados:

N°	Identificación	Descripción del Elemento	f'c (kg/cm2) Esperado	Fecha de Moldeo	Fecha de Rotura	DIMENSIONES DEL CILINDRO					Máxima Carga de Prueba (kgf)	Edad (Días)	Esfuerzo Absoluto (kgf/cm2)	Tipo de Falla	
						Diametro superior D1 (cm)	Diametro intermedio D2 (cm)	Diametro inferior D3 (cm)	Diam. prom. (cm)	Area (cm2)					Altura (cm)
10	M-10	T3 P3	175	09/04/19	23/04/19	15.25	15.30	15.25	15.27	183.05	30.00	22900.00	14	125.10	TIPO II
11	M-11	T3 P4	175	09/04/19	23/04/19	15.30	15.25	15.30	15.28	183.45	30.00	36520.00	14	199.07	TIPO IV
12	M-12	T3 P5	175	09/04/19	23/04/19	15.30	15.25	15.25	15.27	183.05	30.00	27360.00	14	149.46	TIPO IV
13	M-13	T1 P7	175	08/04/19	06/05/19	15.30	15.40	15.30	15.33	184.66	305.00	16630.00	28	90.06	TIPO IV
14	M-14	T1 P8	175	08/04/19	06/05/19	15.30	15.40	15.40	15.37	185.46	30.60	19610.00	28	105.74	TIPO IV
15	M-15	T1 P9	175	08/04/19	06/05/19	15.40	15.30	15.30	15.33	184.66	30.40	14740.00	28	79.82	TIPO IV
16	M-16	T2 P6	175	09/04/19	07/05/19	15.40	15.30	15.30	15.33	184.66	30.70	27230.00	28	147.46	TIPO IV
17	M-17	T2 P7	175	09/04/19	07/05/19	15.40	15.30	15.30	15.33	184.66	30.50	30790.00	28	166.74	TIPO IV
18	M-18	T2 P8	175	09/04/19	07/05/19	15.50	15.30	15.30	15.37	185.46	30.70	32760.00	28	176.64	TIPO IV

Observacion: Las probetas fueron elaborados en el laboratorio en base al diseño proporcionado por el solicitante.

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA,
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Omar González Campos
 COORDINADOR GENERAL

CENTRO ESPECIALIZADO DE GEOTECNIA,
 PAVIMENTOS Y ENSAYO DE MATERIALES
 Ing. Antonio Domínguez
 DIRECTOR DE PROBSA

Anexo 12: Técnicas de recolección de datos por observación directa.



Anexo 13: Granulometría de los agregados.



Anexo 14: Probetas ensayadas a la resistencia de compresión.



ANEXO 4: Procedimiento del pesaje de materiales y mezclado.



ANEXO 5: Vertido de mezcla en la carretilla.



ANEXO 6: Ensayo de consistencia del concreto permeable.



ANEXO 7: Moldes de las probetas.



ANEXO 8: Conformación de las probetas.



ANEXO 9: Desmoldado y curado de las probetas.



ANEXO 10: Toma de medidas de las probetas a ser ensayadas.



ANEXO 11: Ensayo de resistencia a la compresión.



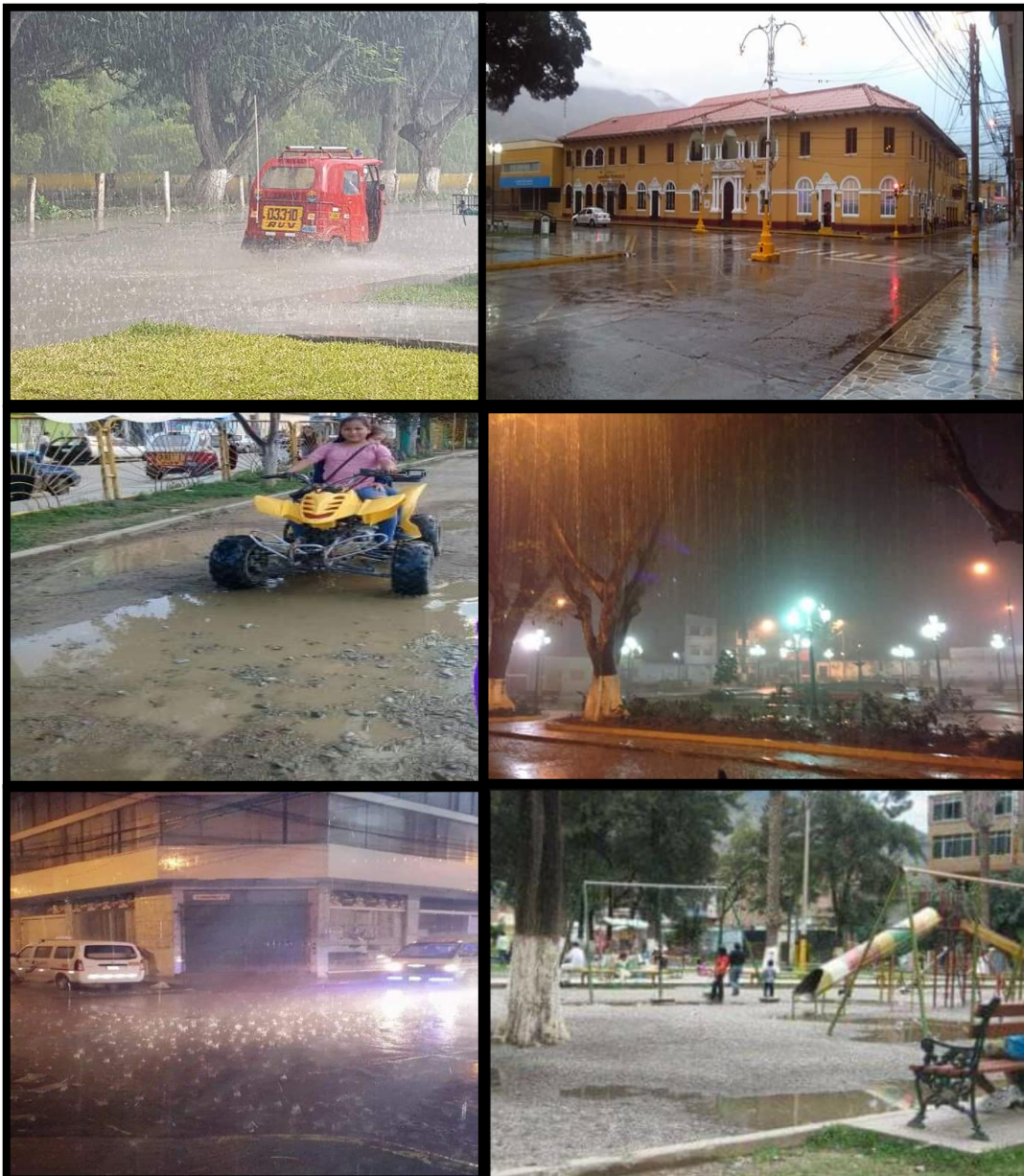
ANEXO 12: Ensayo de resistencia a la compresión



ANEXO 13: Ensayo de permeabilidad.



ANEXO 14: Problema de encharcamiento de agua y de superficies lisas resbalosas en contacto con el agua.



ACI 522R-10

Report on Pervious Concrete

Reported by ACI Committee 522



American Concrete Institute®