



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA

Efecto del PET reciclado en la permeabilidad y resistencia de un
pavimento rígido $F'c$ 175 Kg/Cm².

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Trujillo Alva, Joel Alejandro (ORCID: 0000-0002-5672-6295)

ASESORES:

Mg. Castillo Chávez, Juan Humberto (ORCID: 0000-0002-4701-3074)

Dr. Gutiérrez Vargas, Leopoldo Marcos (ORCID: 0000-0003-2630-6190)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño infraestructura vial.

TRUJILLO – PERÚ

2020

DEDICATORIA

A Dios

A mi Madre Lucia Alva Castillo, quien siempre me infundieron espíritu de lucha y que las cosas se logran con esfuerzo y sacrificio, gracias por ser mi ejemplo de vida.

A mis tíos que son como mis hermanos mayores que siempre me enseñaron a seguir mi sueño y a mis abuelos, que me enseñan tanto de la vida misma, impulsándome siempre a seguir adelante.

A mi hermana, que me enseñó que todo lo que consiga sea para un bien mayor.

A mis grandes amigos mi reconocimiento y cariño.

AGRADECIMIENTO

Mi sincero agradecimiento a los profesores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo por sus valiosas enseñanzas.

Mi reconocimiento especial para mí asesores de esta investigación Ing. Leopoldo Marcos Gutiérrez Vargas y Mg. En g. Castillo Chávez, Juan Humberto, a mis maestros en la escuela profesional de ingeniería civil.

Para todas las personas que contribuyeron a esta tarea, sin su participación, este trabajo no podría haber sido posible.

Gracias a todos por su desinteresado apoyo.

INDICE DE CONTENIDO	
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
INDICE DE TABLAS	iv
INDICE DE GRAFICOS Y FIGURAS	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	23
3.2 Variables y operacionalización.....	24
3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	24
3.4 Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos.....	26
3.5 Procedimiento.....	32
3.6 Método de análisis de datos	33
3.7 Aspectos éticos.....	34
IV. RESULTADOS.....	35
V. DISCUSIÓN	44
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES	51
ANEXOS	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	25
Tabla 2.....	26
Tabla 3.....	27
Tabla 4 Fuente propia	35
Tabla 5Fuente propia	35
Tabla 6Fuente propia	36
Tabla 7Fuente propia	36
Tabla 8 Fuente propia	36
Tabla 9 Fuente propia	37
Tabla 10 Fuente propia	38
Tabla 11 Fuente propia	38
Tabla 12 fuente propia	40
Tabla 13 Fuente propia	40
Tabla 14.....	41
Tabla 15.....	43
Tabla 16 Ensayo granulométrico de agregado grueso	63
Tabla 17: Máxima cantidad de material retenido por tamiz AG. grueso.....	63
Tabla 18Ensayo granulométrico de agregado fino	64
Tabla 19: Máxima cantidad de material retenido por tamiz AG. fino.....	64
Tabla 20 Fuente propia	65
Tabla 21 Fuente propia	65
Tabla 22 Fuente propia	66
Tabla 23 Fuente propia	66
Tabla 24 Fuente propia	67
Tabla 25 Fuente propia	68
Tabla 26 Fuente propia	68
Tabla 27 Fuente propia	68
Tabla 28 Fuente propia	69
Tabla 29 Fuente propia	69
Tabla 30 Fuente propia	70
Tabla 31 Fuente propia	71
Tabla 32 Fuente propia	72

Tabla 33 Fuente propia72

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1 concreto permeable de la ciudad de México	11
Figura 2 Infraestructura sostenible ARGOS 360.....	12
Figura 3.....	15
Figura 4.....	16
Figura 5.....	16
Figura 6.....	17
Figura 7.....	17
Figura 8.....	20
Figura 9.....	21
Figura 10.....	21
Figura 11.....	23
Figura 12.....	23
Figura 13.....	23
Figura 14 Fuente propia.....	37
Figura 15 Fuente propia.....	38
Figura 16 Fuente propia.....	38
Figura 17 Fuente propia.....	39
Figura 18 Fuente propia.....	39
Figura 19.....	40

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el distrito de Trujillo en un laboratorio, la ya mencionada tesis tiene como objetivo principal, determinar el efecto del uso del PET reciclado en la permeabilidad y resistencia de un pavimento rígido, el pavimento poroso tiene muchos beneficios pero parece de resistencia la cual se piensa mejorar usando el PET.

Como metodología se diseñó de tipo aplicada y diseño experimental pura ya que estamos trabajando con materiales que no están estipuladas en normas técnicas peruanas. Los resultados fueron que la adición de Pet reciclado influye positivamente en la resistencia del pavimento rígido en las dosificaciones de 0.05%, 0.10% y 0.15%, cuanto más es el porcentaje de Pet reciclado mayor es la resistencia a la compresión que se tiene, mientras tanto en la permeabilidad tiene una tendencia bajista ya que cuanto más porcentaje de pet se incorpora menor es la permeabilidad. En conclusión si se requiere mejorar la resistencia del pavimento permeable se debería utilizar más pet, pero si su finalidad es mejorar la permeabilidad el porcentaje de pet se tendría que disminuir.

Palabra clave: concreto permeable, PET.

ABSTRACT

The present research work was carried out in the district of Trujillo in a laboratory, the main objective of the aforementioned thesis is to determine the effect of the use of recycled PET on the permeability and resistance of a rigid pavement, the porous pavement has many benefits but lacks resistance which is thought to be improved by using PET.

As methodology was designed as applied and pure experimental design since we are working with materials that are not stipulated in Peruvian technical standards. The results were that the addition of recycled PET has a positive influence on the resistance of the rigid pavement in the dosages of 0.05%, 0.10% and 0.15%, the higher the percentage of recycled PET, the higher the compressive strength, while the permeability has a downward trend since the higher the percentage of PET incorporated, the lower the permeability. In conclusion, if it is required to improve the resistance of the permeable pavement, more pet should be used, but if its purpose is to improve the permeability, the percentage of pet should be reduced.

Keyword: pervious concrete, PET.

I. INTRODUCCIÓN

Según esta época, la tendencia en pavimentos especiales es el concreto permeable, ya que se considera una de las aceras ecológicas, como ya es de nuestro conocimiento el impacto ambiental que existe en el mundo y que también el Perú ha sido perjudicado ya que es muy intenso por los efectos negativos que se pueden evidenciar causados por el hombre, es por esto que nos lleva a buscar alternativas de solución para mitigar estos efectos negativos del medio ambiente, siendo una alternativa el concreto permeable uno de los medios más acertados para la recolección y conservación del agua. Peto además es importante poder encontrar un diseño de mezcla adecuado que permita tener una permeabilidad ideal y que cumpla con los estándares óptimos para poder soportar las cargas vehiculares.

Sin embargo, en el Perú y en la ciudad de Trujillo especialmente se toma muy poca importancia al uso de sistemas de drenaje, si bien es cierto no se evidencia lluvias como en otras regiones, sino lloviznas, peto son éstas las principales causantes del rápido deterioro del asfalto, en los últimos años por los cambio climático las precipitaciones son más frecuentes y cada vez y en mayor cantidad, generando que en las autopistas se formen charcos de agua y el pavimento se deteriore con facilidad; para ello una alternativa de solución es el uso del concreto permeable en el pavimento.

El concreto permeable es aquel que ha sido utilizado desde tiempo muy antiguos, peto ahora con las nuevas tecnologías y avances ha entrado con mayor alcance y con una mejor visión para solucionar problemas que el ser humano necesita para poder sobrevivir y dejarlo a futuras generaciones.

El cambio permanente y el avance de la Ingeniería Civil permiten destacar que el rol de la infraestructura vial es un gran impulso para el desarrollo económico en todos los mercados y sobre todo en países que están desarrollándose. La geografía peruana es tan variada que en muchos lugares existen difíciles accesos, lo que causa un atraso en ciertas regiones, por lo cual el estado ha tomado medidas para reducir este atraso mediante el incremento de concesionarias que se encarguen de proyectos para contribuir con el desarrollo del país (kohon, 2011, p.5).

Por ello es importante analizar el diseño de mezclas; en este caso se hará un estudio de los contenidos de vacíos variando la fórmula de mezcla del concreto permeable más el PET reciclable se aplica al pavimento hasta lograr un diseño de mezcla óptimo y de acuerdo con las necesidades presentadas anteriormente

Por lo cual surge la pregunta ¿Qué efecto tiene el uso del PET reciclado en la permeabilidad y resistencia de un pavimento rígido F'c 175 Kg/Cm²?

Para justificar el estudio surge de la necesidad de buscar materiales que no se han tomado en cuenta antes para la construcción que permitan disminuir la contaminación, el concreto usando PET reciclado es una buena e innovadora alternativa por su fácil disponibilidad ya que podemos encontrar en diversos lugares de la ciudad y en los botaderos de basura. Lograr una buena trabajabilidad facilita el transporte y el uso del concreto, la colocación en el encofrado y la compactación. Peto en los costos puede que se tenga inconvenientes ya que se tiene que considerar el transporte para el PET reciclado. En cuanto al concreto endurecido y su permeabilidad, dependen directamente de una buena preparación, de un desencofrado perfecto y de una compactación adecuada, estas operaciones solo pueden llevarse a cabo correctamente si la capacidad de procesamiento es suficiente. (Constru Aprende, 2015, p.15).

Teniendo en cuenta el medio ambiental la elaboración del concreto PET reciclable, la contaminación de crease significativamente ya que se utilizaran dichos elementos que se encuentran contaminando la ciudad y que son de lenta desintegración y al ser adicionada en la maza de concreto permeable evitaremos contacto con el medio ambiente exterior de la capa de rodadura. Además, se inculcara que la gente desarrolle una cultura ambiental con el reciclaje de elementos elaborados con PET, concientizando a la comunidad en la utilidad de este material y así se generará una cultura de rehusar para volver a utilizar. En el campo académico, la investigación realizada servirá como referencia para futuras investigaciones, las dosis, los datos que se obtendrán durante las pruebas, ya que serán confiables. Una hipótesis seria que el uso del PET reciclado tiene efecto directo positivo en la permeabilidad

y resistencia de un pavimento rígido, y tendríamos como objetivo general el determinar el efecto del uso del PET reciclado en la permeabilidad y resistencia de un pavimento rígido y como específicos serían el diseño de mezcla patrón, determinando el grado de permeabilidad y resistencia $f'c175\text{kg/cm}^2$ sin uso de PET, determinar la resistencia y permeabilidad del concreto permeable usando PET reciclable en 0.05% y 0.10% y 0.15% de acuerdo al peso o volumen de los materiales y comparar las mezclas y poder distinguir que dosificación es la más óptima.

II. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del trabajo de investigación se consideró como antecedentes los siguientes trabajos previos:

Laguna y Piedrahita (2017), en su tesis "Estudio en el negocio de mezclas de concreto permeable utilizando materiales disponibles en Cartagena de Indias para el uso de pavimentos en estacionamientos" establecido como el objetivo principal para evaluar técnica y económicamente a nivel del laboratorio diferentes mezclas de hormigón hidráulico poroso, utilizando materiales accesibles en la ciudad, que pueden ser utilizados para el uso de pavimentos rígidos porosos en los estacionamientos de Cartagena de Indias. Finalmente, menciono que el desarrollo de la propuesta de investigación ha llevado a una evaluación del método y la economía de varias mezclas de concreto poroso a nivel de laboratorio., verificando que algunas de estas mezclas pueden usarse como un curso de uso en áreas de Cartagena de Indias, teniendo en cuenta que estas mezclas cumplen los requisitos de la revisión literaria por sus propiedades mecánicas e hidráulicas.

Maldonado (2017), cuya investigación titulada "Propiedades mecánicas y de filtración en hormigones permeables con cemento portland e hidráulicos" Nos indica que los diversos métodos de aplicación para el concreto permeable a generado el incremento de su uso, ante ello el objetivo de este trabajo es usar el hormigón junto con diferentes cementos que existentes a la venta para conocer cuál arroja mejor resultados, el estudio se hizo mediante 15 cilindros y 3 vigas diseñando la mezcla con tres tipos de cemento y hormigón que existen en la ciudad de Quito, fueron ensayados a pruebas de compresión y

permeabilidad. El autor concluyó que el porcentaje de absorción se conocía de acuerdo con las normas ASTM, resistencia y densidad resultados que llevaron a conocer que las fallas en este tipo de pavimento se producen a través de fracturas en el agregado grueso y no en concreto como se pensó en el principio.

Estuardo (2017), en su tesis “Concreto permeable con adición de tiras de plástico y su aplicación en pavimentos rígidos de tráfico liviano”. Cuyo objetivo es llevar a cabo un proyecto de mezcla de concreto permeable con la adición de tiras de polietileno y polipropileno de baja densidad., para la implementación en pavimentos rígidos de tráfico liviano, y logro los resultados sin tiras de plástico de 88.7977 kg/cm² a los 3 días, 145.04 kg/cm² a los 7 días y 187.93 kg/cm² a los 28 días. Con tiras de plástico de 136.75 kg/cm² a los 3 días, 159.6 kg/cm² a los 7 días y 209.51 kg/cm² a los 28 días, y su permeabilidad es de 796,60 según Tasa de infiltración (plg/h) en el concreto sin aditivo y con 549,38 según Tasa de infiltración (plg/h), concluye lo siguiente. El incremento de construcción de vías usando pavimento rígido o pavimento flexible representa un problema para el medio ambiente, dado que los espacios verdes ya no tienen fuentes de agua subterráneas, el autor sugiere el uso de yesos rígidos de baja densidad y el uso de polietileno como aditivos., sí se realizó ensayos en laboratorio con la mezcla de concreto usando el ACI 522 R-10, para lo cual a dos diseños se adicionó el polietileno y a otro diseño se agregó el polipropileno, que representa un 0.10% de la mezcla además, estos ensayos se sometieron a compresión, flexión, permeabilidad y tracción para pavimentos de bajo tránsito como lo indica el ASTM. Finalmente llegaron a la conclusión de que la mezcla se realizó con tiras de polietileno de 4 mm x 20 mm, 0.10% del total de la mezcla es el que se acopla mejor y cubre mejor las necesidades para ser utilizado en un pavimento de liviano tráfico por incrementar en un 26% la resistencia del concreto a comparación de un concreto sin adicionar tiras.

Morales (2017), en su trabajo de investigación “Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas recolecciones de permeabilidad”. Indica que, percibe el problema del desgaste de la carretera en Costa Rica, tiene la intención de proponer un método de diseño para concreto permeable,

que se ha centrado en estudios de metodologías existentes para mejorar y aplicar en el sitio, siendo una de las mejoras la dosificación y relación entre agua y cemento principalmente ya que, se hará estudios en los que se aumente y disminuya los agregados finos, pues se conoce que este tipo de pavimento en su mayoría no contiene agregados finos e incluso en algunos casos se hace uso de aditivos con el fin de obtener mayor resistencia del concreto, los resultados obtenidos son 127.77 kg/cm^2 , 154.08 kg/cm^2 y 185.18 kg/cm^2 en los días de 7, 14 y 28 respectivamente, dando $2440188,46 \text{ mm/h}$ en la permeabilidad. El trabajo de investigación llegó a la conclusión de que las granulometrías utilizadas fueron las adecuadas por cumplir con las necesidades que requerían el caso y además es muy importante contar con un porcentaje de vacíos bajo para obtener una mayor resistencia del concreto y no se puede dejar de resaltar que a pesar de ser bajo el porcentaje de permeabilidad no se pierde la permeabilidad.

Guizado (2017) concerniente al estudio titulado “Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noreste del Perú” indica que, Debido a las alteraciones por la corriente del Niño las precipitaciones aumentan y nos llevan a la necesidad de buscar una solución para tener un mayor control de las mismas, es por ello que los autores en esta investigación plantean como solución el concreto permeable en caminos costeros locales; Gracias a las mediciones de resistencia y compresión, el concreto permeable se evaluará utilizando 15 muestras para obtener mediciones cuantitativas de resistencia y permeabilidad; para posteriormente comparar los resultados obtenidos con normas para pavimento urbano y el ACI; Conclusión de que es posible usar concreto permeable, aunque era un poco costoso en el momento de la ejecución, pero que el costo se ahorra se ven a largo plazo por no requerir mucho mantenimiento a diferencia de un pavimento flexible que es mucho más accesible y barato pero el costo incrementa en el mantenimiento, finalmente el concreto permeable también cumple con las necesidades para la construcción de vías locales en la costa peruana.

Olivas (2017) en su tesis “Aplicación de concreto permeable como una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote - provincia de Santa -

Ancash” nos dice que, A través del concreto permeable busca conocer si el concreto permeable es una buena opción para aplicar en la ejecución de vías y a la vez poder aportar con el cuidado del medio ambiente en la Provincia de Santa. Esta investigación se aplica porque utiliza el conocimiento existente y descriptivo, porque el uso de concreto permeable tiene como objetivo lograr resultados que se adapten a la realidad problemática además que se puedan aplicar en pavimentación y se reduzcan los daños al medio ambiente. Para ello se hicieron ensayos que permitieron conocer el comportamiento del concreto mediante porcentajes de vacíos, infiltración y esfuerzos a compresión, para concluir que el concreto formulado cumple con los parámetros de ACI y, sobre todo, con las necesidades identificadas en el sitio, al mismo tiempo cabe recalcar que los costos son considerables para la ejecución, pero los ahorros económicos se ven a largo plazo.

Azael (2016) en la tesis designada “Diseño de un pavimento rígido y permeable, con agregados de la cantera Chullqui, para drenaje urbano en los estacionamientos de la ciudad de Huánuco” afirman que, En Huánuco durante las épocas de lluvia el agua es retenida en las vías a pesar de contar con elementos de drenaje, es de esa manera que los autores proponen un pavimento poroso para estacionamientos o vías en las que el tránsito sea de vehículos como moto taxi y automóviles. Esta investigación es aplicada cuantitativa y tiene un nivel descriptivo. Para ello se desarrolló estudios de flexión y compresión, para conocer la resistencia y realizar el diseño de un pavimento permeable. Finalmente, los resultados que el concreto más adecuado para los estacionamientos de Huánuco son aquellos que se sometieron a una cura de 28 días para dar un resultado de $a / c = 0.28$, asimismo, los huecos fueron del 15%, el esfuerzo fue de 82.73 kg / cm^2 y el inserto de arco produjo 27.09 kg / cm^2 .

Darío (2017) en su tesis “Influencia de las fibras de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen de cemento sobre la resistencia a la compresión y a la tracción del concreto $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ ” cuyo objetivo es determinar la influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a Compresión y Tracción en el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$, con el cual su resultado de la investigación obtuvo que el

concreto a los 7 días el concreto patrón alcanzo una resistencia de 145.39 kg/cm², el concreto con 5% de PET logro un total de 139.95 kg/cm², con 10% de PET 128.745 kg/cm² y con 15% 112.01 kg/cm². En el día 14 el concreto obtuvo una resistencia de 185.63 kg/cm², concreto con 5% de PET logro un total de 177.70 kg/cm², con 10% de PET 157.60 kg/cm² y con 15% 145.66 kg/cm². En el día 28 el concreto alcanzo una resistencia a la compresión de 234.59 kg/cm², el concreto con pet en un 5% logro un total de 226.16 kg/cm², con 10% de pet 215.60 kg/cm² y con 15% 196.68 kg/cm². por lo cual se concluyó recomendando reducir el porcentaje de fibra con respecto al volumen para siguientes investigaciones y obtener una mejora en la propiedad de la resistencia y tener una mejor trabajabilidad del concreto.

Daniel (2019) en su tesis “Análisis del Concreto Permeable con Fibras Plásticas relacionado a las propiedades de Compresión y Flexión para su uso en Pavimentos, Lima – 2019”. Cuyo objetivo fue Elaborar un concreto permeable con de fibras plásticas para mejorar la resistencia a compresión, flexión y tasa de infiltración como alternativa de solución de las aguas pluviales en pavimento rígidas, en lo cual su resultado fue que su porcentaje de vacío es de 18% y su diseño de mezcla patrón es de 121 kg/cm² en el día 7, 151 en el día 14 y 176 en el día 28, con una taza de infiltración de 14757.40 mm/h. Utilizando el PET en un 0.04% obtuvo 124 kg/cm² en el día 7, 150 en el día 14 y 189 en el día 28, con una taza de infiltración de 10166.81 mm/h. Utilizando PET en un 0.08% obtuvo 122 kg/cm² en el día 7, 136 en el día 14 y 171 en el día 28, con una taza de infiltración de 8637.71 mm/h. Utilizando PET en un 0.12% obtuvo 121 kg/cm² en el día 7, 138 en el día 14 y 156 en el día 28, con una taza de infiltración de 7420.98 mm/h y se concluyó que la adición de fibras mejora los aspectos físicos y mecánicos del concreto poroso como la resistencia a compresión y flexión, se mantiene una adecuada permeabilidad, pero se desconoce qué proporción de adición de fibras plásticas es la más adecuada para obtener el valor mayor en la resistencia a compresión, flexión y tasas de infiltración debido a que se debe ampliar un poco más la investigación y conocer el comportamiento en los rangos de 0.04% y 0.08% de fibras para poder definir en el punto de resistencia de compresión y flexión empieza a decrecer.

Villarreal y Lafitte (2017) en su tesis "Uso de materiales plásticos de reciclaje como aditivo en la fabricación de concreto en la ciudad de Nuevo Chimbote" cuyo objetivo es Haga concreto convencional agregando material triturado de plástico reciclado (PET), lo cual sus resultados fueron de acuerdo al 5%, 10% y 15% de PET, con rupturas de muestras en 7,14 y 28 días. La resistencia de la mezcla patrón es de 111.99 kg/cm² al 7 día, de 143.15 kg/cm² a los 14 días y de 183.92 kg/cm² a los 28 días. La mezcla con PET al 5% es de 109.41, 127.74 y de 148.72kg/cm². La mezcla en 10% de PET es de 90.07, 90.93 y de 109.26 kg/cm². Con el PET en 15% 83.53, 90.32 y 94.53 kg/cm², Concluyo que al desarrollar esta tesis, se determinó que la adición de plástico reciclado (PET) no mejoraba las propiedades fisico-mecánicas de una mezcla de concreto convencional.

Cordova (2016) en su tesis "Determinación del grado de permeabilidad y evaluación de la resistencia a la sedimentación utilizando aditivos de las marcas SIKA y EUCO para la producción de hormigón poroso en la ciudad de Arequipa." indica que el avance de la construcción de pavimentos el autor pretende proponer un pavimento sin agregados finos y agregando aditivos de EUCO y SIKA, mediante ensayos que permitan obtener permeabilidad y la resistencia de colmatación de finos, haciendo 17 ensayos con agregados de 3/4" y 3/8" agregando los aditivos. El trabajo de investigación llegó a la conclusión de que el pavimento permeable para tráfico ligero se debe construir una losa permeable de 10cm, la base de 5cm y la sub rasante de 25cm.

Julca (2016) abordando la tesis "Hormigón perverso como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la carretera Blas de Atienza en Piura" indica, Frente al gran deterioro de las pistas en Piura más que todo en la carretera Blas de Atienza por origen de frecuentes e intensas precipitaciones, busca dar como conocimiento la propuesta de pavimento permeable haciendo uso del método AASHTO 93 y el RNE OS.060 y OS.070. Esta investigación es descriptiva porque detalla las propiedades de los concretos permeables, en cuanto a diseño para esta investigación es no experimental. Para ello fueron necesarios estudios de suelo para conocer sus características y en base a ello hacer el diseño del pavimento, asimismo fue necesario un análisis de precipitaciones en Piura. Finalmente, el trabajo de

investigación llego a la conclusión de que el método de pavimento permeable cumple con las necesidades del lugar y sobre todo es la mejor alternativa para tener mejor manejo de agua de lluvia.

Guizado y Curi (2017) en su tesis "Evaluación del hormigón permeable como alternativa para el control del agua de lluvia en carreteras locales y pavimentos especiales en la costa noroeste del Perú", En esta investigación, se concluyó que es posible producir concreto permeable que cumpla con los requisitos de resistencia para la construcción de carreteras locales y pavimento especial del pavimento de la ciudad CE.010 y requisitos de drenaje (permeabilidad) para una intensidad máxima en la aparición de "El Niño" como un sistema de drenaje alternativo en Perú

Felipe y Moujir (2016) en su tesis "Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos" afirman que, En Santiago de Cali no existen vías que cuenten con pavimento permeable, por lo que el investigador plantea hacer un análisis de los beneficios y propiedades del concreto poroso, de tal manera que mediante estudios de mezcla de concreto con agregados finos y sin ellos, se analizó la resistencia a flexión, compresión, módulo de elasticidad, permeabilidad, entre otros estudios que permitieron llegar a la conclusión que la relación permeabilidad y resistencia es inversamente proporcional, lo que quiere decir que a mayor permeabilidad peto la resistencia es menor, sin embargo a pesar de que el concreto tenga menos cantidad de vacíos cumple con la función de drenar el agua sin dañar a ninguna de las otras capa, lo que al mismo tiempo contribuye con el cuidado del medio ambiente porque esta mismas aguas se pueden utilizar para regadío de áreas verdes, asimismo este pavimento es aplicado en vías de transito moderado.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se consideró como las siguientes teorías relacionadas al tema

Con respecto al concreto permeable (poroso), Una de las principales virtudes del hormigón permeable es la gestión adecuada del agua de lluvia, una calidad reconocida positivamente por organizaciones internacionales como la Agencia de Protección Ambiental (EPA). El concreto permeable no tiene finos o tiene pocos finos. Este concreto se utiliza principalmente como

recubrimiento en aplicaciones de tráfico ligero, áreas de estacionamiento, senderos y senderos para peatones o bicicletas. Es un concreto especial, el resultado de la combinación de agregados gruesos, cemento y agua que favorece la creación de una estructura de tipo poroso que permite que el agua pase a través de él. Es de baja resistencia; sin hundimiento; es seco y poroso y puede usarse como un revestimiento de calidad estructural aceptable, que filtra el agua de lluvia y evita la escorrentía superficial (Aire, 2010, p.1).

En los últimos años, el hormigón permeable se ha utilizado como una alternativa a la solución típica de retención de agua de lluvia o pozo de almacenamiento. En general, ha tenido éxito en la construcción de áreas de estacionamiento con techos de concreto permeables que permiten que el agua penetre bajo tierra, reduzca la escorrentía superficial, evite la contaminación, el encharcamiento y la erosión de las áreas circundantes. (Aire, 2010, p.1).

El procedimiento de construcción de un pavimento de concreto permeable es no es igual del utilizado en la creación de pavimentos de concreto convencionales; Además, sus criterios de aceptación no se basan en la resistencia a la compresión, en cambio se basan en la porosidad y la permeabilidad, por lo tanto, tienen una perspectiva diferente. La siguiente es una descripción general de algunos temas importantes relacionados con el uso de concreto permeables. (Aire, 2010, p.1).



Figura 1 concreto permeable de la ciudad de México

Concordando con la norma el ACI-522R, el concreto poroso es un material con revenimiento cero y es de estructura abierta, es una mezcla constituida por cemento Portland, agregado grueso, agregado fino en mínimas proporciones o nada, agua y aditivos. La mezcla de estos materiales una entreverada hasta que procede un material endurecido con incorporación de poros, el paso de agua es permitido por el tamaño de estos, ya que varían de 2 a 8 mm (Patiño, 2013, p.1)

Los vacíos pueden variar de un 35 a un 18 por ciento en la mezcla, con 28 a 2.8 MPa. Con respecto a la resistencias. El agregado como la densidad de la mezcla juega un factor muy importante ya que de esto depende la velocidad, pero generalmente se encuentran en el rango de 730 a 81 L/min/m². (Aire, 2010, p.1)

En general, como ya se mencionó, los materiales que se usan en el concreto convencional son los mismos; es decir que el cementosos, agregados gruesos y finos, aditivos y agua. Sin embargo, el agregado fino se limita a pequeñas

cantidades o se elimina de la mezcla. Se agregan agregados finos pero en pequeñas cantidades porque, aunque esto es cierto, aumenta la resistencia pero también disminuye la porosidad del concreto, que es la característica esencial de estos hormigones (Aire, 2010, p.2).

Se puede usar lo siguiente como material de cemento: cemento Portland para uso (ASTM 150 y C1157); cemento agregado (ASTM C595 y C1157), así como materiales complementarios como cenizas volantes, escoria de alto horno y humo de sílice (ASTM C618, C1240 y C989). Cabe señalar que generalmente se utilizan agregados gruesos de 25, 19.0 y hasta 9.5. Tamaño máximo de 4 mm (ASTM C33), que puede ser típico o ligero, y redondeado o triturado. Los agregados redondeados proporcionan mayor resistencia; aquellos con una superficie más rugosa, mientras que aquellos con un tamaño y estructura más pequeños su instalación es más fácil, aunque requieren más cemento. Se recomienda utilizar la unidad fina en pequeñas proporciones para no perder la permeabilidad (Patiño, 2013, p.1).



Figura 2 Infraestructura sostenible | ARGOS 360

Para hacer concreto permeable es adecuado utilizar el agua potable. Puede reutilizar o usar agua de otras fuentes, pero debe cumplir con las especificaciones de la norma ASTM C1602 y debe verificarse que su uso no afecte el tiempo de fraguado, la resistencia y la durabilidad, debido a la

cantidad limitada de agregados finos o ausencia de esta, la cantidad de agua es una variable crucial en el hormigón permeable. La adhesión entre la pasta de cemento y las partículas de agregado grueso son factores para obtener la resistencia del concreto. La falta de agua causará falta de adherencia, por otro lado el exceso de agua puede causar la obstrucción de los poros, que puede ser la capa superior o superficie que falla prematuramente y, si esto sucede, perderá la permeabilidad. (Aire, 2010, p.2).

Siendo más rígido y su fraguado es de menor tiempo del concreto permeable en comparación del concreto convencional, se pueden utilizar aditivos retardante de fragua en caso sea necesario, lo cual es recomendable en zonas de clima caluroso para ayudar y mejorar su entrega y colocación. Se utilizar estabilizadores de hidratación o también aditivos retardante de larga duración. Se deben verificar que cumplan los aditivos según lo especifica el ASTM C494. (Patiño, 2013, p.1).

Las Propiedades que encontramos en estado fresco es cero el revenimiento en general, pero sin embargo se han utilizado valores en el rango de 50 a 20 mm La prueba de asentamiento que puede llevarse a cabo con ASTM C143 es una prueba que se considera para fines de control de calidad, como en el caso del concreto convencional, se considera como un valor de referencia, porque la mezcla es muy rígida y La medición del rendimiento en la mayoría de los casos no es aplicable. Peso unitario: el peso unitario del hormigón poroso es de alrededor del 70% del hormigón convencional. De acuerdo al ASTM C1688 se debe hacer su determinación (ASTM, 2009, p.3).

Se reduce el tiempo de fraguado para el hormigón permeable. Por lo tanto, en algunos casos, los aditivos químicos deben usarse para la colocación adecuada (Aire, 2010, p.1).

La propiedad en estado endurecido nos lleva a medición de espacios vacíos entre agregados. El requisito previo para un concreto con permeabilidad es que el contenido vacío sea superior al 15% (Aire, 2010, p.2).

La permeabilidad y la porosidad dependen de las propiedades de los materiales, la relación de mezcla y los métodos de colocación y compresión. La compactación excesiva reducirá la permeabilidad al sellar los poros necesarios para la filtración de agua. (Aire, 2010, p.1).

La propiedad mecánica del hormigón es que la resistencia a la compresión típica es de alrededor de 17 MPa; sin embargo, pueden desarrollarse fuerzas de hasta 28 MPa. La resistencia a la compresión está influenciada por los materiales de los componentes, la tensión de compactación y el contenido de vacío. La Tabla 2 muestra la relación entre la resistencia a la compresión y el contenido de vacío para dos unidades de tamaño 19 0 y 9 5 mm (ASTM C33, # 67 y 8, respectivamente) (Aire, 2010, p.1).

La resistencia a la flexión varía entre 1 y 3. 8 MPa. Su determinación puede estar sujeta a una variabilidad significativa, por lo tanto, es común medir la resistencia a la compresión y usar relaciones empíricas para estimar su valor. La contracción debida al secado en concreto permeable, a su vez, ocurre antes, pero es del orden de la mitad menos de lo esperado con el concreto convencional. La menor contracción elimina la cantidad de juntas, o en cualquier caso, en comparación con los pavimentos construidos con concreto convencional, para colocarlos más espaciados. (Aire, 2010, p.1).

Los materiales para este trabajo son el cemento, la cantidad de cemento generalmente oscila entre 300 y 385 kg / m³. Agua La cantidad de agua debe ser tal que mantenga la relación agua-cemento lo más baja posible (entre 0.25 y 0.4) para que la estructura permanezca vacía. Concentrado: El tamaño nominal máximo de los agregados no debe exceder 1/3 del espesor de la carretera especificado. Los inertes generalmente se clasifican entre 3/4 "y 3/8" (19 a 9,5 mm). Tintes: se pueden usar en el diseño de mezclas de estos hormigones y deben cumplir con ASTM C979 (Toxement, 2017, p.2).

El concreto permeable debe construirse de acuerdo con los planes y especificaciones del proyecto para proporcionar una ruta que cumpla con los requisitos del usuario y / o las regulaciones locales. La construcción comienza con un diseño cuidadoso, durante el cual se debe determinar el orden del desarrollo del proyecto, las fechas de entrega de las superficies pavimentadas, el equipo óptimo para el tamaño del proyecto y las pruebas y monitoreo. (UNAM, 2017, p.2).



Figura 3

División de ingeniería civil y geomántica 1 colocación de concreto permeable en camellones de la ciudad de México

Los mecanismos de afrontamiento varían en tamaño y corte. Para tareas más pequeñas, como carreteras privadas o espacios estrechos, se permite el uso de los principios. Para proyectos grandes, se recomienda el uso del amortiguador tipo "A", como se muestra en la figura. Es importante para un nivel concreto lo antes posible; por lo tanto, no se recomienda la operación manual si la operación es crítica debido a la baja velocidad.



Figura 4

Enrasado del concreto permeable mediante el uso de una enrasadora vibratoria de marco con sección tipo "A" (www.petviousconcrete.com).

La estabilidad a la tracción del hormigón se realiza a mano, para crear un fuerte grado de aceite de cemento entre los compartimentos y proporcionar los sólidos solubles, como se muestra en la figura.



Figura 5

Compactación del concreto permeable mediante el uso de un rodillo (Tennis et al. 2004).

En algunos casos, se requieren más esfuerzos para determinar la superficie de la carretera. En áreas donde la necesidad de caminar es importante, el camino debe cruzarse de acuerdo con la desviación estándar del carril. A los lados del camino y en los bordes del pavimento, el concreto debe terminarse con la herramienta adecuada para proporcionar una esquina lisa. Después de planificar, diseñar y actualizar, no es necesario realizar otras tareas finales.



Figura 6

*Rodillo pequeño usado para compactar un área pavimentada pequeña
(http://www.petviousconcrete.com/images/build07/cert_petvious_roller.gif).*

Como puede ver, este proceso debería comenzar pronto en un camino permanente para prevenir la erosión del suelo. Si la máquina de vacío no utiliza una caja de recolección de polvo, esta área invisible debe reemplazarse con agua una vez que haya notado que las bolsas de limpieza del equipo de corte aseguran que tenga suficiente agua para secar. Es importante cubrir el piso y envolver el plástico adecuadamente.



Figura 7

Las ventajas de este concreto son que elimina los charcos y con él el hidroala de los vehículos, por esta razón el camino se vuelve más seguro, el ruido del motor del vehículo se reduce considerablemente, reduciendo la contaminación acústica, permitiendo la optimización de los desagües de tormenta; a veces esto los elimina, las obras no requieren una inclinación por la evacuación del agua, adquieren su resistencia al trabajo entre 24 y 72 horas, así como su rápida puesta en servicio, permitiendo que el hormigón se produzca en diferentes colores. y de diferentes tipos desagregados, logrando estructuras armoniosas y agradables, se puede producir tanto en el sitio como en fábricas de concreto premezclado, su costo es bastante competitivo, reduce la temperatura de la superficie y reduce el efecto del "aislamiento térmico urbano", también aporta puntos en la certificación LEED.

Reduce los picos de escorrentía generados por el agua de lluvia en áreas urbanas impermeables y contribuye a mejorar la recarga de agua subterránea y el crecimiento de árboles y vegetación, además de promover la aireación del suelo (Toxemet, 2017, p.1).

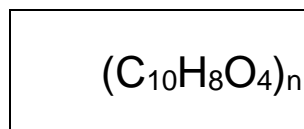
Económicamente, el concreto poroso se puede usar en una variedad de áreas, incluidas los espacios de estacionamiento, ya que elimina la necesidad de construir pozos o canales de retención, zanjas para almacenar agua de lluvia. La acera misma servirá como una zona de restricción, reduciendo el costo de construir un eje de restricción, instalar bombas, alcantarillas y tuberías de mantenimiento, o permitir sistemas de alcantarillado más pequeños. (Aire, 2010, p.1).

En términos de construcción, la acera peatonal permite una mayor seguridad para los conductores, ya que la textura porosa del concreto permeable proporciona suficiente tracción a los vehículos y también reduce el vapor de agua e incluso la lluvia, lo que permite la seguridad del conductor y el concreto translúcido peatonal resistente a la intemperie. Durante muchos años (20-30 años) con un mantenimiento adecuado (Aire, 2010, p.1)

El tereftalato de polietileno mejor conocido como PET, es un tipo de plástico ampliamente utilizado en envases de bebidas y telas. Algunas compañías fabrican PET y otros poliésteres con diferentes marcas, como las que se usan en los Estados Unidos y el Reino Unido con los nombres Mylar y Melinex. (Mory, 2020, p.1).

Químicamente, el PET es un polímero obtenido a través de una reacción poliinsaturada entre el ácido tereftálico y el etilenglicol. Pertenece al grupo de materiales sintéticos llamados poliéster. (Administración, 2017, p. 2).

Es un polímero termoplástico lineal, con un alto grado de cristalinidad. Como todos los termoplásticos, puede tratarse mediante extrusión, infusión, infusión y fundición mediante soplada, precarga y termorregulación. Para evitar la proliferación de esterilizadores y baldosas de vidrio, este material debe enfriarse rápidamente, lo que permite una mayor transparencia. La razón de su enfriamiento rápido es que los cristales no se desarrollan completamente y su tamaño no afecta la longitud de onda de la luz visible, según la teoría cuántica (Mory, 2020, p.5), cuyo animal tiene el siguiente tipo.



Un PET amorfo tiene una densidad cercana a 1.33 gm/cm³ MC (Méndez, 2017, p.2).

El PET cristalino tiene una densidad de 1.455 gm/cm³ MC (Méndez, 2017, p.2).

El módulo de Young es de alrededor de 2800-3100 MPa (Vegt, 2020, p.1)

El PET resiste una presión de 55 a 75 Mpa (Vegt, 2020, p.1)

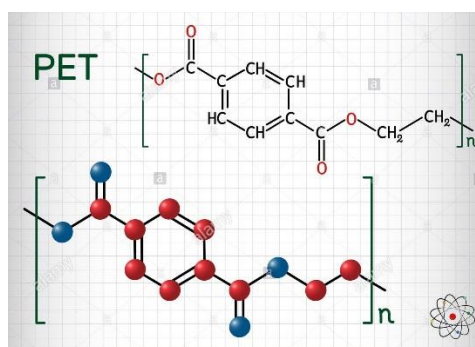


Figura 8

El polietileno tereftálico para PET es un polímero termoplástico de condensación ampliamente utilizado en la fabricación de una variedad de envases de bebidas. y fibras como las botellas de agua y los refrescos más consumibles del mundo. Estos materiales pueden obtenerse por el método de polimerización de ácido Tereftálico y tereftalato de dimetil éster y etilenglicol. (Refrescantes, 2019, p.1).

Se caracteriza por ser un material polar, con alta estabilidad dimensional, rigidez, buenas propiedades de barrera y resistencia a la abrasión. Tiene buena calidad de fundición, que puede tratarse con extrusión e infusión, aunque su transformación es compleja debido a su tendencia a absorber agua y someterse a procesos de hidrólisis. El embalaje de PET tiene algunas ventajas según diferentes estudios, como el consumo eficiente de energía y la gestión de residuos (Refrescantes, 2019, p.1).

Del mismo modo, este material tiene una gran flexibilidad tecnológica en su uso en el embalaje y, dependiendo de las condiciones del mercado (clima, temperatura, humedad, nivel de automatización y calidad del embalaje, condiciones de almacenamiento) y su diseño, optimiza el peso del contenedor y se adapta a Necesidades (Refrescantes, 2019, p.1).



Figura 9

PET reciclable

<https://www.google.com/url?sa=i&url=http%3A%2F%2Fwww.plastico.com%2Ftemas%2Festudiante-mexicano-transforma-botellas-de-PET-en-gasolina%2B111231&psig=AOvVaw0UN48PfsaaUy-cs-ud5JEb&ust=1590636170843000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoT>

El uso del PET en la industria de la construcción ya se está incrementando y uno de ellos es usado en el mortero, los investigadores de la singularidad en materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) está desarrollando proyectos para fortalecer las propiedades de los materiales arquitectónicos con fibras de tereftalato de polietileno.(PET, por sus siglas en británico) provenientes de envases reciclados.



Figura 10

La dimensión académica del material de la Escuela de Ingeniería de la UAQ, a su vez, promueve la graduación de disertaciones de posgrado, como la de María Isabel Arteaga Capistr Construction, una estudiante de posgrado en el campo de los trabajos de construcción para mejorar la resistencia a la flexibilidad. en membrana de mortero: se trata de cemento hidráulico, piedra y caldo, hecho de fibras de PET recicladas con cuentas que levantan los muebles utilizados anteriormente en concreto (Gaggino,2008, p.22)

Destacó que estos morteros reforzados con fibras de PET reciclado proporcionan una mayor cuajo mecánica y sobriedad, incluso de desempeñarse un reducción en los costos de las materias primas para la adquisición de saliente menaje para la casa (Gaggino,2008, p.22)

También se están realizando ladrillos con PET, un semanario tráfico sobre una investigación llevada a cabo en el CEVE relativa a la elaboración de rudimentos constructivos utilizando materiales plásticos reciclados. La encuesta ha conseguido los siguientes objetivos fue tecnológico que suscitar componentes de edificación livianos, de buena aislación térmica, y tolerancia mecánica presumido para comportarse la dependencia de cerramiento pegado de viviendas. Ecológico: colaborar en la descontaminación del entorno concurrencia. Económico: abajar costos en la fabricación de rudimentos constructivos para el semillero de curiosidad social. Social: aovar en manos de auto-constructores la obtención de los componentes constructivos. De índole: proyectar una tecnología constructiva apta para mujeres, por la sensualidad de los componentes. Los plásticos reciclados se utilizan como materias primas, promoviendo el uso natural de los recursos disponibles para su entierro, incineración o almacenamiento en la basura como un signo de liberación; Aplique procesos de edición que no contaminen el entorno del campo, convirtiéndolo en una tecnología sostenible (Gaggino,2008, p.23).



Figura 11



Figura 12

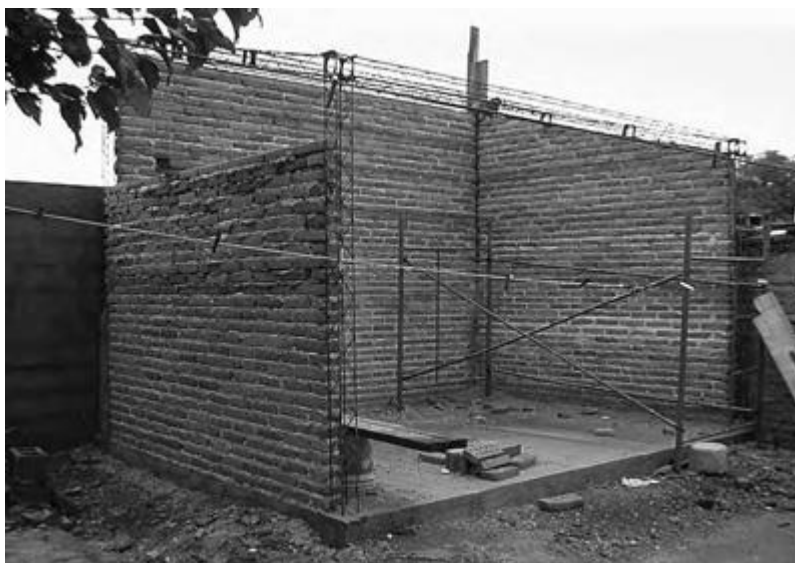


Figura 13

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo investigación aplicada

Diseño de investigación experimental

La presente investigación tiene un diseño Experimental pura, ya que se manipula de manera intencional la variable independiente para analizar las consecuencias sobre las variables dependientes.

Y es descriptivo cuyo esquema es:

O1 -----(X1) ----- O2

O1 -----(X2) ----- O2

O1 -----(X3) ----- O2

O1: concreto permeable F'c 175kg/cm²

O2: concreto permeable F'c 175kg/cm² CON PET reciclable.

(X1): PET reciclado (0.05%)

(X2): PET reciclado (0.10%)

(X3): PET reciclado (0.15%)

3.2 Variables y operacionalización

3.2.1 VARIABLES

3.2.1.1 Variable independiente:

PET reciclado

3.2.1.2 Variable dependiente 01:

Permeabilidad del pavimento rígido F'c 175 kg/cm².

3.2.1.3 Variable dependiente 02:

Resistencia del pavimento rígido F'c 175 kg/cm².

3.2.2 Dimensiones

- Porcentaje dosificado del pet en 0.05%, 0.10% y 0.15%.
- Porcentaje del coeficiente de permeabilidad entre 15% a 35%.
- Calcular el diseño de mezcla con PET que sea más recomendable con respecto a la resistencia a la compresión de F'c 175kg/cm²

3.3 Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1 Población

La población se puede conceptualizar como el conjunto de elementos, los cuales cuentan con características en común que serán sometidos a un estudio para la investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

En este trabajo de investigación vamos a utilizar como población la cantidad total de 72 probetas de concreto permeable.

Probetas	Numero
Sin PET	18
Con PET	54
Total	72

Tabla 1

3.3.2 Muestra

En este proyecto se tomará como muestra cada una de las probetas en los diferentes ensayos a realizar y del total de la población 108 probetas serán usadas para realizar ensayo de compresión a los 7, 14 y 28 días y con las 18 probetas restantes se harán estudios de permeabilidad solo a los 28 días.

	DIAS	PROBETAS				SUB TOTAL	TOTAL
		0%	0.05%	0.10%	0.15%		
SIN PET	Compresión					18	72
	7 días	3					
	14 días	3					
	28 días	3					
	permeabilidad						
	7 días	3					
	14 días	3					
	28 días	3					
CON PET	Permeabilidad					54	72
	7 días		3	3	3		
	14 días		3	3	3		
	28 días		3	3	3		
	Compresión						
	7 días		3	3	3		
	14 días		3	3	3		

	28 días		3	3	3		
--	---------	--	---	---	---	--	--

Tabla 2

3.3.3 Muestreo (incluir criterios de selección)

El tipo de muestreo a utilizar el “Muestreo Probabilístico” debido a que este grupo presenta normas específicas sobre la selección del marco de muestreo, el tamaño de la muestra y la gestión de la variación en la muestra.

3.3.4 Unidad de análisis

Para la selección de las muestras tienen que tener los siguientes requisitos; coeficiente de permeabilidad adecuada, resistencia a la compresión de $f'c$ 175kg/cm².

3.4 Técnicas e Instrumentos De Recolección De Datos

3.4.1 Técnicas: Observación.

3.4.2 Instrumentos: Guía de observación.

técnicas	Instrumentos	Fuentes
Análisis físico y mecánico del agregado grueso	Formatos de ensayo de laboratorio	-Norma Técnica Peruana -ASTM
Elaboración del diseño de Mezcla	Formatos de ensayo de laboratorio	-ACI 522
Determinación de “resistencia a la compresión del concreto permeable”	Formatos de ensayo de laboratorio	Norma Técnica Peruana -ASTM -MTC
Determinación de la permeabilidad	Formatos de ensayo de laboratorio	-ACI 522

Trabajo de gabinete	Material y equipo de oficina	Información adquirida

Tabla 3

3.4.3 Validez y confiabilidad

3.4.3.1 Validez

Se puede realizar la validación del instrumento mediante 3 técnicas: validación estadística, por juicio experto y por prueba piloto, en nuestra investigación utilizaremos el proceso validación de juicio de expertos, la que se llevara a cabo con especialistas. Esto se realizó por el criterio de profesionales expertos que fueron los que dieron validez al instrumento de recaudación de información

3.4.3.2 Confiabilidad

Para que nuestras muestras sean más confiables repetiremos el procedimiento de compactación y permeabilidad en 3 probetas para así tener más certeza de los resultados obtenidos.

3.4.3.2.1 Ensayos

A. Ensayo de granulometría norma ASTM C 136.

Materiales:

- Tamices
- Balanza
- Cucharon de acero
- Máquina de vibrado
- Tara

Procedimiento:

Paso 1: Desparramar la muestra aproximadamente 20 kilos en un lugar fuera de vibraciones.

Paso 2: Remover la muestra para homogenizar.

Paso 3: Cuartear la muestra en 4 pedazos de igual simetría.

Paso 4: Escoger del cuarteo las 2 partes más simétricas.

Paso 5: Pesar aproximadamente 2 kilos en la balanza.

Paso 6: Colocar los 2 kilos en los tamices peto recordar ordenar primero los tamices.

Paso 7: Colocar en la máquina de vibrado por 15 minutos.

Paso 8: Pesar los tamices más el material y restarle el peso propio de los tamices.

B. Ensayos para hallar el peso específico.

Materiales:

- Balanza
- Balanza calibrada y acoplada con canastilla de acero
- Horno
- Balde
- Tara

Procedimiento:

Paso 1: Lavar la muestra aproximadamente 2 kilos.

Paso 2: Remojar la muestra por 24 horas.

Paso 3: Secarla superficialmente en una tela.

Paso 4: Pesar la tara sola.

Paso 5: Pesar la tara más el material saturado.

Paso 6: Pesar la canastilla instalada sola.

Paso 7: Peso de la canastilla sumergida más el material.

Paso 8: Material puesto al horno por 24 horas 110c°

Paso 9: Peso de la tara sola.

Paso 10: Peso del material más la tara.

C. Resistencia a la compresión

Prueba (Máquina hidráulica grande para el control de la prueba) Combinada con la medición de la fuerza vertical en la prueba cilíndrica. El cálculo se realiza dividiendo el peso obtenido durante la prueba por la porción axial del tipo de prueba. Se recomienda que FC detecte la presión.

La proyección de golpes para el ensayo de compactación de las muestras de probetas de 6" x 12" y de 4x 8" el cálculo será de la siguiente manera.

$$Y = (n \times N \times P \times H) / V$$

Simbología:

Y = energía aplicada en la muestra (kg/cm²)

n= número de capas hacer compactadas en el cilindro

N= número de golpes aplicados por capa

P= peso del pisón

H= altura de caída del pisón

V= volumen del cilindro

Proceso para hallar la cantidad de golpes:

Probetas de 6" x 12" datos según el ASTM C39:

1. $Y = 0.7 \text{ kg/cm}^2$

2. $n = 3$

3. N= hallar

4. P= 2.5 kg

5. H= 30cm

6. V= 5310 cm³

Resultado N= 17 golpes de compactación.

Probetas de 4" x 8" datos según el ASTM C39:

1. Y = 0.7 kg/cm²

2. n= 2

3. N= hallar

4. P= 2.5 kg

5. H= 30cm

6. V= 1580 cm³

Resultado N= 8 golpes de compactación.

Parámetros del ACI 522R:

Rango de 28 kg/cm² hasta 280 kg/cm² diseño de 175 kg/cm² requerido.

D. Contenido de Vacíos

Fórmula de contenido de vacío

$$\text{contenido de vacio} = \left(1 - \left(\frac{Kx(A - B)}{PWxD^2xL}\right)\right) * 100$$

Simbología

B= Masa sumergida del espécimen, g (lb).

Pw= Densidad del agua a la temperatura del baño de agua kg/m³ (lb/pe³).

Parámetros.

Rango del ensayo densidad 1650 kg/m³ (103.0 lb/pie³) a 1943 kg/m³ (121.3 lb/pie³) Según el ASTM 1754.

Rango del ensayo contenido de vacíos 15 % a 35%. Según el ACI-522R.

E. Coeficiente de permeabilidad

Ensayo de la evaluación de la cantidad de agua que puede ser filtrado procedimiento de construcción de un permeámetro.

Ecuación para hallar la permeabilidad según Darcy:

$$DARCY = (K = \frac{L \cdot a_1}{t \cdot A_2} * \ln \frac{h_2}{h_1})$$

$$ASTM 1701 = (I = \frac{K \cdot M}{D \cdot D \cdot T})$$

K= coeficiente de permeabilidad (*cms*). K= 4583666000.

Diámetro nominal de 100mm (4pulg).

Fórmulas Cálculo de la densidad del espécimen

A= Masa en seco del espécimen g (lb).

D= Diámetro promedio del espécimen mm (pulg).

L= Longitud promedio del espécimen mm (pulg).

K= 1,274.240 en unidades del SI 0 2,200 en unidades pulgadas-libra.

El factor K tiene unidades de (mm³.kg), pulg³.pie³, m³.g. Se necesita convertir los datos registrado (A, D, L) a la densidad en KG/m³ (lb/pie³).

Fórmula de contenido de vacío 35

L= longitud de la muestra (*cm*). D= Diámetro interior del anillo de filtración (mm).

A= área de la muestra (*cm*). M= Masas de infiltración de agua (kg).

a = área de la tubería de carga (cm^2). T = tiempo requerido de infiltración (s).

T = tiempo que tarda la muestra en pasar (h_1-h_2) (t).

h_1 = Altura de columna de agua medida de nivel de referencia (cm).

h_2 = Altura de tubería de salida de agua con respecto al nivel de referencia ($1cm$)

Según el ACI 522R la infiltración mínima es de 2540mm/h y Darcy de 0.14 a 1.22 cm/s.

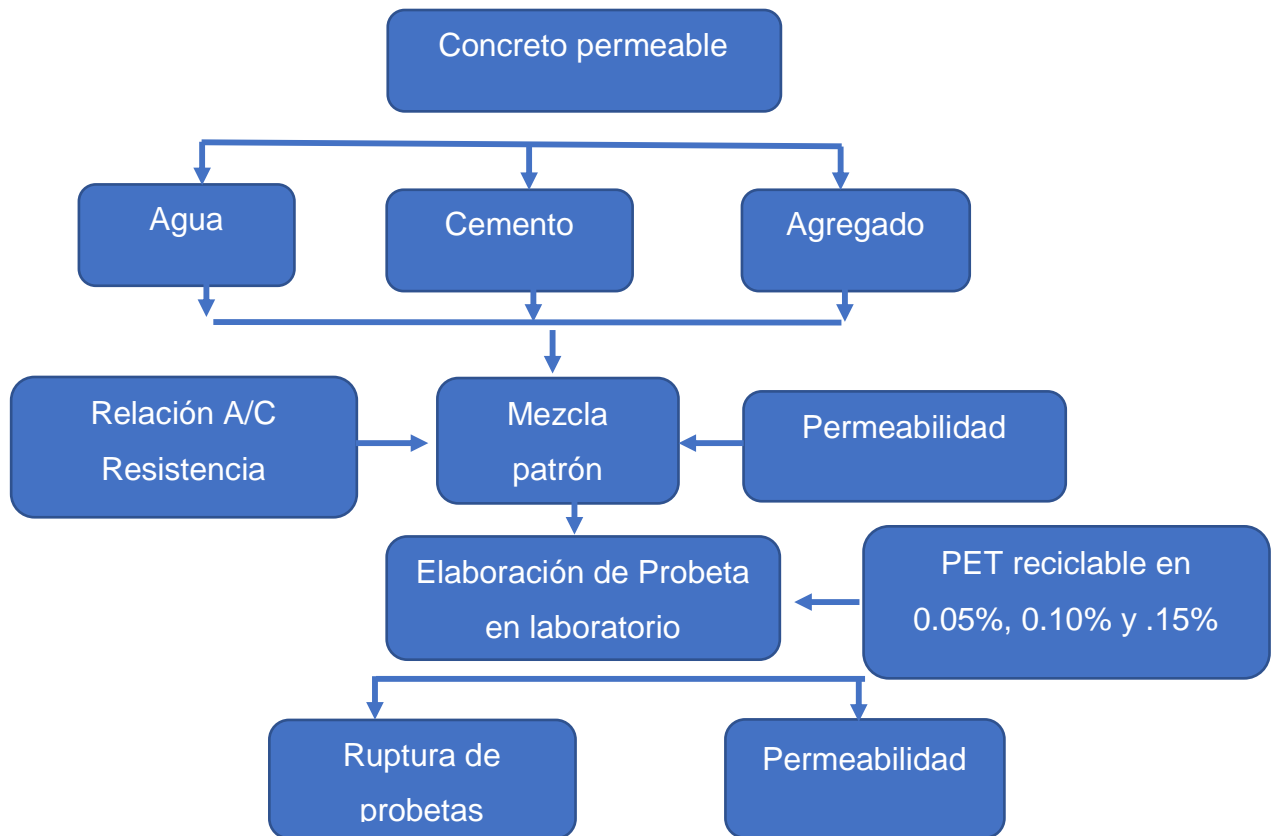
3.5 Procedimiento

Fase experimental

En esta fase vamos a realizar la selección del agregado grueso y los demás materiales para la elaboración del concreto permeable y resistente, luego llevar las muestras al laboratorio para que nos brinde confiabilidad y validez.

Fase explicativa

Una vez obtenido los resultados podremos identificar el contenido de vacíos óptimo para el uso en pavimento permeable. También veremos el diseño de mezclas del concreto permeable con PET reciclable en cada contenido de vacíos y resistencia, para finalmente hacer discusión con otras investigaciones y llegar a las conclusiones respecto a los objetivos planteados.



3.6 Método de análisis de datos

Se aplica como instrumento de recolección de datos los ensayos de agregados, ensayos del concreto en los estados endurecidos y frescos. Los ensayos se realizarán en concordancia con los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana, el ACI 522R-10 y el ASTM, para así obtener resultados óptimos y satisfactorios. Los ensayos que se realizarán son los siguientes:

a) Ensayos Del Concreto En Estado Fresco

- Asentamiento de Concreto Fresco con el Cono de Abrams
- Elaboración y Curado de Especímenes de Concreto

b) Ensayos Del Concreto En Estado Endurecido

- Peso Unitario
- Resistencia a la Compresión
- Contenido de Vacíos
- Coeficiente de permeabilidad

Procesamiento de Datos

Toda aquella información que resulte de los ensayos se presentará mediante tablas, cuadros y gráficos, los cuales serán organizados de acuerdo al tipo de ensayo.

La información obtenida será ingresada al programa Microsoft Excel para la elaboración de los cuadros y gráficos, así como también la obtención de las fichas técnicas elaboradas de los ensayos de materiales.

3.7 Aspectos éticos.

A continuación, se presenta las limitaciones encontradas en el método científico por ello se plasma los siguientes parámetros:

Limitaciones generales.

En el rubro de la construcción se busca cubrir lo limitantes más urgentes y sobresalientes en relación a este proyecto.

- a. Factor tiempo: Uno de los limitantes el poco tiempo que se dispone para la elaboración de este proyecto, aproximadamente 5 meses para desarrollar la investigación. Tiempo limitado para investigar, debido a diferentes obligaciones como el trabajo y otros asuntos personales y familiares.
- b. Limitaciones de medición: Como sabemos el ser humano es indistintamente diferente en lo que concierne a lo psicológico, y es complicado identificar estos factores en cada una de las personas, a falta de tiempo y la tipología de investigación se opta por este modo de recolección de información.

- c. Limitaciones bibliográficas acceso no permitido en los repositorios de centros universitarios locales y de los exteriores, especialmente donde se encuentran mayor número de estudios sobre este tema. A demás de que los libros y artículos están escasos y/o de gran costo en internet.

El sistema se mantiene confidencial si se utilizó el estándar ISO 0690 para copiar documentos para verificar los derechos de autor de sus documentos.

IV. RESULTADOS

4.1 Diseño de mezcla

- 4.1.1 Cálculo de materiales para la producción de la mezcla de concreto permeable sin la adición de PET.

Materiales	PARA 1 m ³	PARA 0,0805 m ³
Cemento	386.27	31.095
Arena	177.68	14.303
Piedra de N°8	1085.41	87.38
Agua	150.64	12.1265
Total	1800	144.9045

Tabla 4 Fuente propia

- 4.1.2 Cálculo de materiales para la producción de la mezcla de concreto permeable con adición de PET al 0,05%

Materiales	PARA 1 m ³	PARA 0,0805 m ³
Cemento	386.27 KG	31.09 KG
Arena	177.68 KG	14.30 KG
Piedra de N°8	1085.41 KG	87.38 KG
Agua	150.64 KG	12.13 KG
PET 0.05%	90.00 KG	7.25 KG
Total	1890.00 KG	144.90 KG

Tabla 5 Fuente propia

4.1.3 Cálculo de materiales para la producción de la mezcla de concreto permeable con adición de PET al 0,10%.

Materiales	PARA 1 m3	PARA 0,0805 m3
Cemento	386.27 KG	31.09 KG
Arena	177.68 KG	14.30 KG
Piedra de N°8	1085.41 KG	87.38 KG
Agua	150.64 KG	12.13 KG
PET 0.10%	180.00 KG	14.49 KG
Total	1980.00 KG	144.90 KG

Tabla 6 Fuente propia

4.1.4 Cálculo de materiales para la producción de la mezcla de concreto permeable con adición de PET al 0,15%

Materiales	PARA 1 m3	PARA 0,0805 m3
Cemento	386.27 KG	31.09 KG
Arena	177.68 KG	14.30 KG
Piedra de N°8	1085.41 KG	87.38 KG
Agua	150.64 KG	12.13 KG
PET 0.15%	270.00 KG	21.74 KG
Total	2070.00 KG	144.90 KG

Tabla 7 Fuente propia

4.2 Resultados obtenidos del ensayo a compresión de las diferentes mezclas de concreto permeable.

4.2.1 Resultado de mezcla de concreto con 0% de PET

CONCRETO PERMEABLE	EDAD DE RUPTURA	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (A) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (B) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (C) EN KG/CM2	PROMEDIO
TIPO1 CONCRETO SIN PET	7	101.97	102.07	101.89	101.98
	14	131.74	132.39	142.07	135.40
	28	173.22	174.02	174.5	173.91

Tabla 8 Fuente propia

Diagrama de concreto con 0% de PET

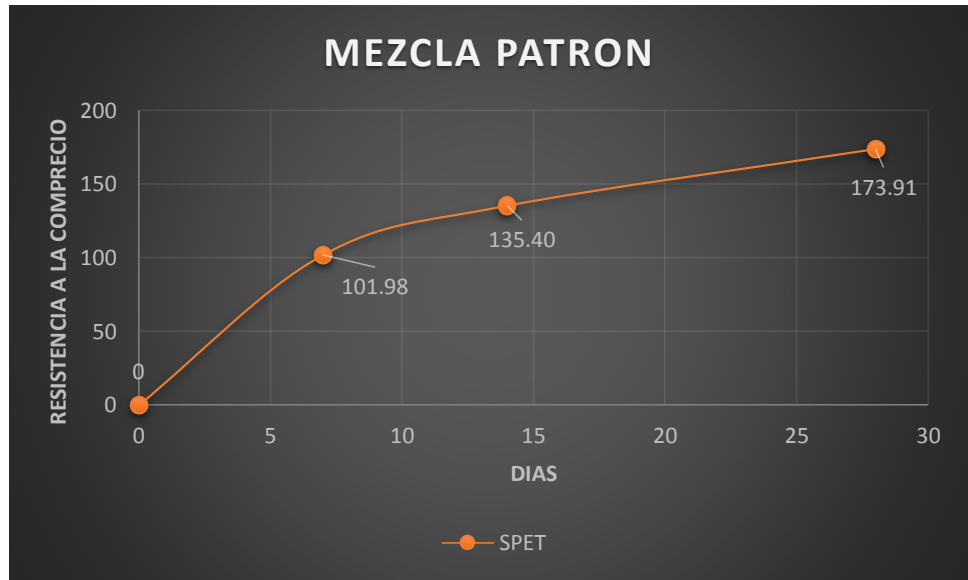


Figura 14 Fuente propia

4.2.2 Resultado de mezcla de concreto con 0.05% de PET

CONCRETO PERMEABLE	EDAD DE RUPTURA	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE (A) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE (B) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COMPRESION DE (C) EN KG/CM2	PROMEDIO
TIPO1	7	114.6	115.2	115.9	115.23
CONCRETO CPET A	14	148.6	147.12	145.32	147.01
0.05%	28	189.5	183.28	187.57	186.78

Tabla 9 Fuente propia

Diagrama de concreto permeable con 0.05% de PET

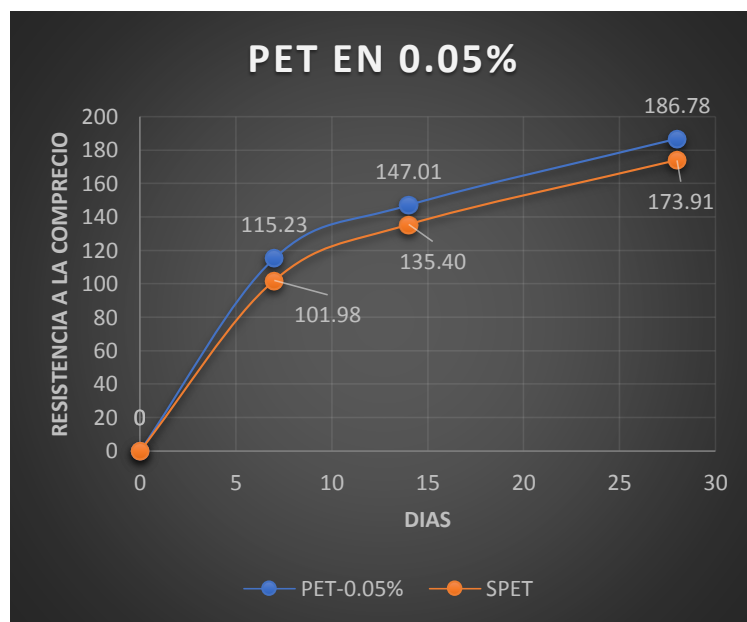


Figura 15 Fuente propia

4.2.3 Resultado de mezcla de concreto con 0.10% de PET

CONCRETO PERMEABLE	EDAD DE RUPTURA	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (A) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (B) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (C) EN KG/CM2	PROMEDIO
TIPO1	7	109.6	109.5	109.34	109.48
CONCRETO CPET A	14	138.69	137.7	138.7	138.36
0.10%	28	177.05	177.5	177.61	177.39

Tabla 10 Fuente propia

Diagrama de concreto permeable con 0.10% de PET

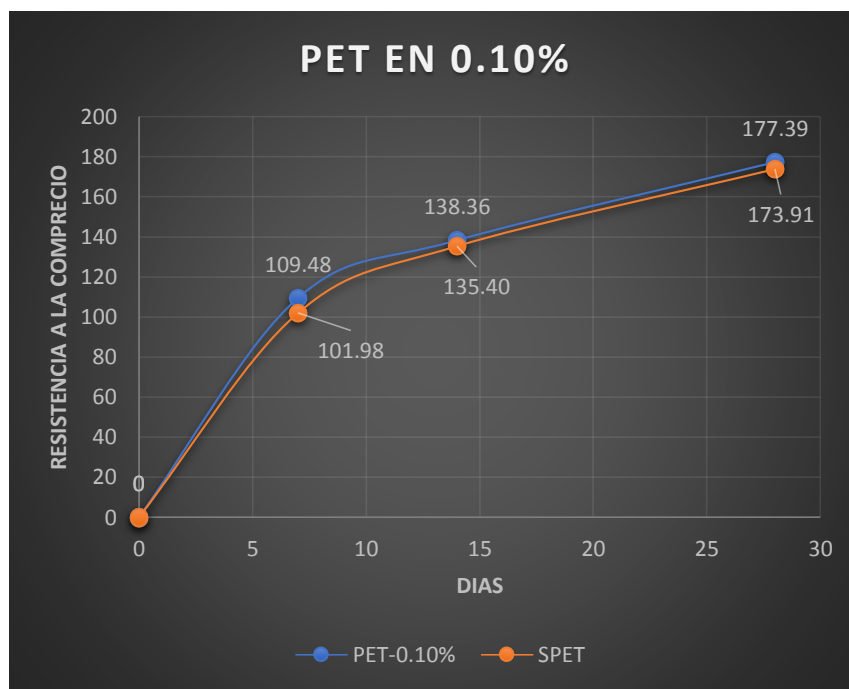


Figura 16 Fuente propia

4.2.4 Resultado de mezcla de concreto con 0.15% de PET

CONCRETO PERMEABLE	EDAD DE RUPTURA	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (A) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (B) EN KG/CM2	RESISTENCIA A LA COPRECION DE (C) EN KG/CM2	PROMEDIO
TIPO1	7	100.43	100.64	100.34	100.47
CONCRETO CPET A	14	121.34	121.54	121.65	121.51
0.15%	28	147.76	146.89	147.01	147.22

Tabla 11 Fuente propia

Diagrama de concreto permeable con 0.15% de PET

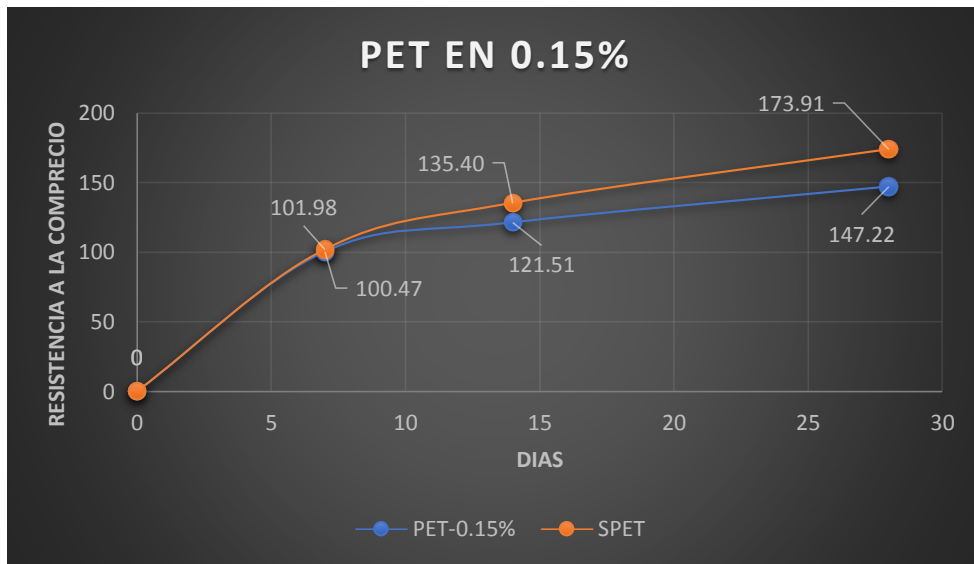


Figura 17 Fuente propia

4.2.5 Comparación de concretos con diferentes porcentajes de PET

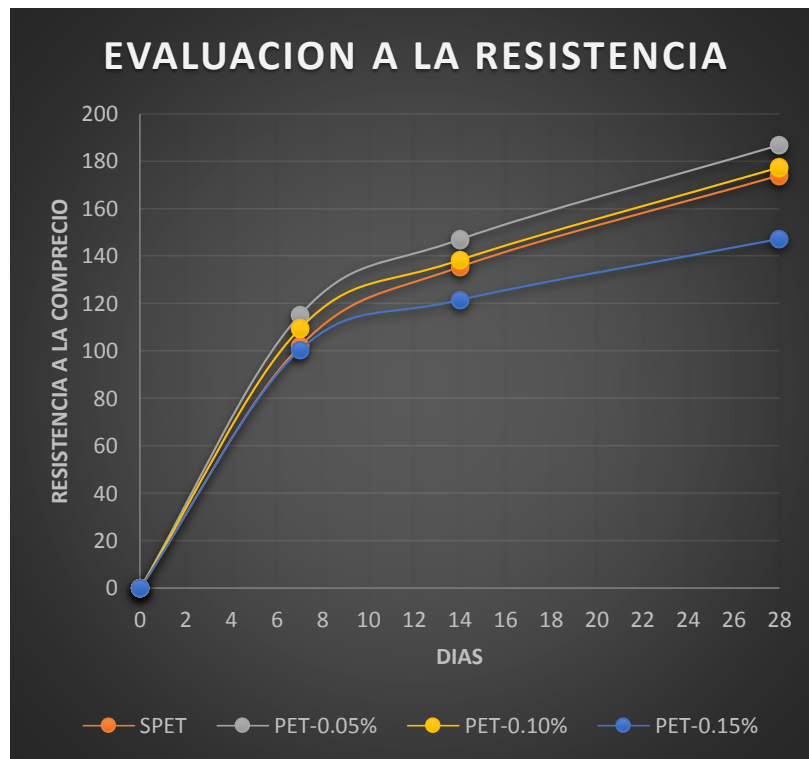


Figura 18 Fuente propia

4.3 Análisis De Permeabilidad Del Concreto Permeable

PET	TASA DE INFILTRACION (A) EN (plg/h)	TASA DE INFILTRACION (B) EN (plg/h)	TASA DE INFILTRACION (C) EN (plg/h)	PROMEDIOO MEDIA
0%	14605.13	14604.26	14604.3	14604.5633
0.05%	9054.19	9053.99	9053.09	9053.75667
0.10%	7631.05	7630.59	7629.98	7630.54
0.15%	7080.97	7080.45	7080.86	7080.76

Tabla 12 fuente propia

Resumen de permeabilidad de concreto

Concreto permeable	mezcla patrón	0.05%	0.10%	0.15%
Tasa de infiltración (plg/h)	14604.56	9053.76	7630.54	7080.76

Tabla 13 Fuente propia

Diagrama de permeabilidad

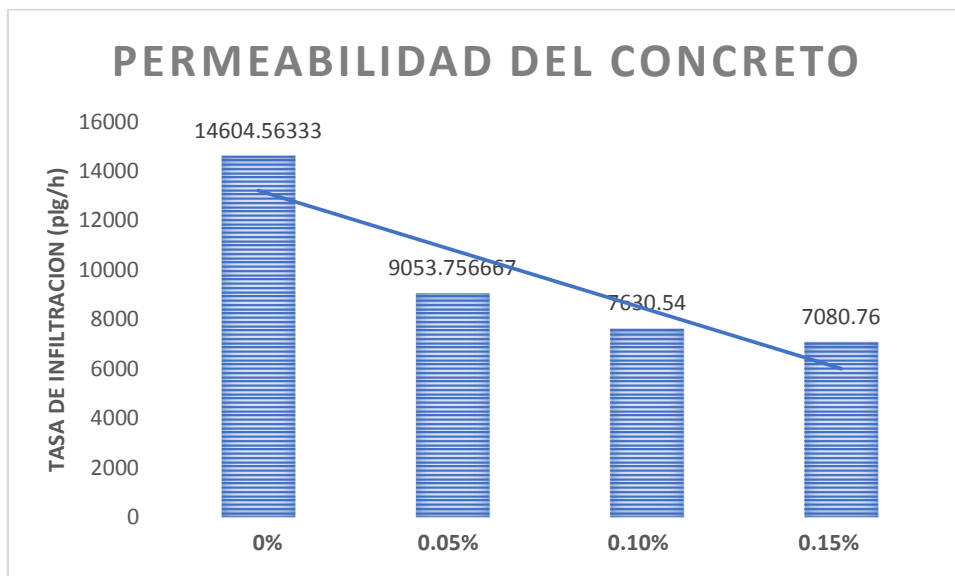


Figura 19

4.4 Prueba de hipótesis de nivel inferencial del PET reciclado en el concreto f_c 175Kg/cm² en la resistencia a la compresión

variable	prueba	Prueba "tc"	Valor "tt"	comparación	significancia
PET en 0.05%	Pre-Test Post-Test	39.6349742	1.608	Tc>Tt	P= 0.066 >0.05 significativo
variable	prueba	Prueba "tc"	Valor "tt"	comparación	significancia
PET en 0.10%	Pre-Test Post-Test	31.17687	1.608	Tc>Tt	P= 0.052 >0.05 significativo
variable	prueba	Prueba "tc"	Valor "tt"	comparación	significancia
PET en 0.15%	Pre-Test Post-Test	17.0136532	1.608	Tc>Tt	P= 0.027 <0.05 no significativo

Tabla 14

Análisis:

En la tabla 29 se observa que el nivel del pet reciclado en el concreto f'c 175Kg/cm² es mucho mayor al nivel de significancia 0.05 (P>0.05), lo cual quiere decir que la aplicación del pet influye significativamente positivamente en el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

Análisis de significancia del pet reciclado en el concreto f'c 175kg/cm²

HIPÓTESIS

Ho: El uso del pet reciclado influye significativamente en el resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm².

H1: El uso del pet reciclado no influye significativamente en el resistencia a la compresión del concreto f'c 175 kg/cm².

ESTADÍSTICO DE PRUEBA:

Promedio: $\bar{d} = \frac{\sum d_i}{\eta} = 180.1009418$

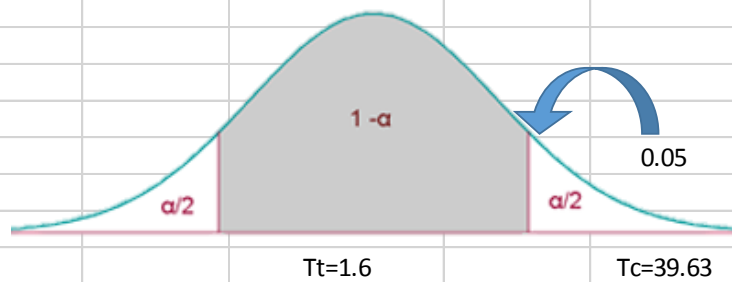
Desv. Estándar: $S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{\eta - 1}} = 6.435$

$t_c = \frac{\bar{d}}{\frac{S_{\bar{d}}}{\sqrt{\eta}}} = 39.6349742$

Resultados de la Hipótesis Estadística para la resistencia a la compresión

Prueba tc	Grados de libertad	"p"
39.63	n=6	0.066106129

Región Crítica de la Hipótesis Estadística para la resistencia a la compresión



4.5 Prueba de hipótesis de nivel inferencial del PET reciclado en el concreto f_c 175Kg/cm² en la permeabilidad

variable	prueba	Prueba "tc"	Valor "tt"	comparación	significancia
PET en 0.05%	Pre-Test Post-Test	6.02757743	1.608	Tc>Tt	P= 0.0074 <0.05 no significativo
variable	prueba	Prueba "tc"	Valor "tt"	comparación	significancia
PET en 0.10%	Pre-Test Post-Test	5.48747319	1.608	Tc>Tt	P= 0.0061 <0.05 no significativo
variable	prueba	Prueba "tc"	Valor "tt"	comparación	significancia
PET en 0.15%	Pre-Test Post-Test	4.07608719	1.608	Tc>Tt	P= 0.0038 <0.05 no significativo

Tabla 15

Análisis:

En la tabla 30 se observa que el nivel del pet reciclado en el concreto f'c 175Kg/cm² es mucho menor al nivel de significancia 0.05 ($P > 0.05$), lo cual quiere decir que la aplicación del pet influye significativamente negativo en el incremento de la permeabilidad del concreto.

Análisis de significancia del pet reciclado en el concreto f'c 175kg/cm²

HIPÓTESIS

Ho: El uso del pet reciclado influye significativamente en la permeabilidad del concreto f'c 175 kg/cm².

H1: El uso del pet reciclado no influye significativamente en la permeabilidad del concreto f'c 175 kg/cm².

ESTADÍSTICO DE PRUEBA:			
Promedio:	$\bar{d} = \frac{\sum d_i}{\eta} =$	11177.9841	
Desv. Estándar:	$S_{\bar{d}} = \sqrt{\frac{\sum (d_i - \bar{d})^2}{\eta - 1}} =$	2775.403333	
	$t_c = \frac{\bar{d}}{S_{\bar{d}} / \sqrt{\eta}}$	6.027577434	
Resultados de la Hipótesis Estadística para la resistencia a la compresión			
Prueba tc	Grados de libertad	"p"	
6.03	n=6	0.007415872	
Región Crítica de la Hipótesis Estadística para la resistencia a la compresión			

V. DISCUSIÓN

El PET reciclado permite en la permeabilidad de un pavimento rígido

Daniel (2019) en su investigación llegó a determinar de acuerdo a los resultados de su diseño de mezcla usando PET que si se logró una

permeabilidad optima lo cual coincide con mis resultados ya que el PET no afecta en gran proporción a la permeabilidad del concreto.

El PET reciclado permite en la resistencia de un pavimento rígido

Villarreal y Lafitte (2017) en su investigación sus resultados fueron que el PET reduce la capacidad portante del concreto permeable en lo cual discrepo porque en mis resultados el PET si logra una mejora en la capacidad portante en el concreto permeable.

Daniel (2019) en su investigación logro obtener los resultados favorables con respecto a la capacidad portante del concreto ya que el PET si mejoro la resistencia por lo cual coincido que el PET mejora las propiedades físicas del concreto.

Diseño de mezcla patrón

Granulometría

Maldonado (2017) en su investigación utilizo para su diseño de mezcla una agregado grueso de 3/8" mientas que yo considere un tamaño del N° 8 la cual no tuve problemas con el cilindro por la ruptura de agregado grueso por ende discrepo con la granulometría.

Resistencia a la compresión

Según nuestros resultados hemos comparado con la tesis de Estuardo (2017) la cual tenemos discrepancias en el tiempo de análisis de resistencia ya que la de a considerado 3 días, 7 días y 28 días para rompet sus testigos mientras que en mi tesis la ruptura de testigos fueron a los 7 días, 14 días y 28 días, a los 3 días obtuvo una resistencia de 88.7977 kg/cm² en lo cual tenemos discrepancias a los 7 días de rupturas de probetas ya que las resistencia varían, la nuestra tiene 101.98 kg/cm² y la de Estuardo 145.04 kg/cm² con una distancia de 43.06 kg/cm² lo cual nos dice que su tipo de mezcla que ha utilizado tienen un elevado porcentaje de fraguado.

Comparando los resultados obtenidos a los 28 días compresión también tenemos discrepancias aunque no se aleja demasiado, el nuestro alcanzo una resistencia de 173.91 kg/cm², mientras que el de Estuardo (2017)

alcanzó los 187.93 kg/cm², demostrándonos que el tipo de material que está usando es de muy buena calidad ya que sobrepaso sus parámetros, el nuestro si bien no logro la resistencia querida no se alejó demasiado.

Comparando la tesis de Maldonado (2017) llegamos a una discrepancia ya que sus rupturas de probetas lo realizo en 3, 7 y 28 días similares al de Estuardo (2017), mientras que mis probetas los rompí en 7, 14 y 28 días.

Con respecto a la edad de ruptura de probetas podemos ver que su concreto alcanzo un porcentaje de 60% a los 7 días mientras que mi concreto alcanzo un porcentaje de 58.64% si bien no esta tan alejado no coinciden, podemos ver que mi concreto tiene un bajo porcentaje de alcanzar la resistencia a comparación del diseño de Maldonado (2017).

Con respecto al porcentaje obtenido en la tesis de Maldonado (2017) podemos observar que al cabo de 28 días alcanzaron el porcentaje del 100% de acuerdo a sus dimensiones pronosticadas mientras que mi concreto no pudo alcanzar los resultados obtenidos ya que llego a un porcentaje del 99.38% de lo cual mi 100% es una resistencia de 175kg/cm².

En la tesis de Maldonado (2017) coincidimos en el tiempo de ruptura de los testigos ya que de ambos se rompetán en los días 7, 14 y 28 días.

Evaluando la resistencia del concreto en el día 7 la mezcla de Maldonado (2017) Logro alcanzar una resistencia de 127.77 kg/cm² mientras que mi investigación 101.98 kg/cm² con una diferencia de 25.79 kg/cm² por lo tanto discrepo con esta investigación ya que el tiempo de alcanzar su resistencia es mayor.

Evaluando la resistencia del concreto en el día 14 la mezcla de Maldonado (2017) Logro alcanzar una resistencia de 154.08 kg/cm² mientras que mi investigación 135.40 kg/cm² con una diferencia de 18.68 kg/cm² por lo tanto discrepo con esta investigación ya que el tiempo de alcanzar su resistencia es mayor, peto vemos que nos estamos acercando a su resistencia de Maldonado (2017)

Evaluando la resistencia del concreto en el día 28 la mezcla de Maldonado (2017) Logro alcanzar una resistencia de 185.18 kg/cm² mientras que mi

investigación 173.91 kg/cm² con una diferencia de 11.27 kg/cm² por lo tanto discrepo con esta investigación ya que el tipo de mezcla que utiliza Maldonado (2017) Es mejor que la mía ya que supero los el rango de 175kg/cm² mientras que la mía no pudo lograrlo.

Porcentaje de vacío

Maldonado (2017) en su investigación pudo obtener 31% con respecto a su contenido de vacío la cual está dentro de los márgenes con respecto a la norma de diseño de mezcla mientras que en mi investigación pude obtener un porcentaje de 16.83% siendo el porcentaje más bajo de mi diseño y 18.15% el más alto, si bien es cierto que la norma nos da un rango para el porcentaje de vacío de 15% a un 35% para concretos permeables, por ello coincido con el estudio de Maldonado ya que ambos estamos dentro del rango de acuerdo a la norma.

En su investigación Morales (2017) obtuvo un porcentaje en estado fresco de 16% mientras que en mi diseño de mezcla obtuve un 17%, viendo que los resultados no son tan lejanos y están dentro del rango coincido con esta investigación.

Daniel (2019) En su diseño de mezcla obtuvo un porcentaje de vacío de 18% por lo cual coincido con el estudio ya que estamos en el rango determinado por las norma.

Permeabilidad

Al comparar la tesis de Estuardo (2017) con respecto a la permeabilidad podemos ver que los resultados coinciden ya que ambos obtuvimos una tasa de infiltración según los parámetros deseados ya que obtuvimos un total de 796,60 según Tasa de infiltración (plg/h)

Según el estudio de Maldonado (2017) podemos encontrar que su diseño de mezcla lo dio un resultado de permeabilidad de 960.70 según Tasa de infiltración (plg/h) mientras que en mi diseño mis resultados fueron de 796,60 según Tasa de infiltración (plg/h), evaluando los resultados discrepo ya que las tasas de infiltración no coinciden.

Mezcla de 0.05% dosificación del PET para f'c175kg/cm2

Daniel (2019) Obtuvo una tasa de infiltración de 10166.81mm/h en 0.04% de PET mientras que en mis resultados obtuve 9053.76 mm/h en un porcentaje de 0.05% de PET por lo cual viendo los resultados podemos decir que discrepamos ya que no tenemos la dosificación igual y por consiguiente los resultados no coinciden.

Villarreal y Lafitte (2017) en sus resultados obtuvo que su mezcla con 5% de PET alcanzo los 109.41 kg/cm2 lo cual no coinciden los resultados ya que mi mezcla obtuvo más resistencia a los 7 días.

A los 14 días obtuvo 127.74 kg/cm2 mientras que mi mezcla alcanzo los 147.01 kg/cm2, viendo los resultados podemos afirmar que no coinciden los resultados y que nuestra mezcla supero a la de Villarreal y Lafitte (2017).

A los 28 días obtuvo 148.72 kg/cm2 mientras que mi mezcla alcanzo los 186.78 kg/cm2, viendo los resultados podemos afirmar que no coinciden los resultados y que nuestra mezcla supero a la de Villarreal y Lafitte (2017).

Mezcla de 0.10% dosificación del PET para f'c175kg/cm2

Daniel (2019) Obtuvo una tasa de infiltración 8637.71 mm/h. en 0.08% de PET mientras que en mis resultados obtuve 7630.54 mm/h en un porcentaje de 0.10% de PET por lo cual viendo los resultados podemos decir que discrepamos ya que no tenemos la dosificación igual y por consiguiente los resultados no coinciden.

Villarreal y Lafitte (2017) en sus resultados obtuvo que su mezcla con 10% de PET alcanzo los 90.07 kg/cm2 lo cual no coinciden los resultados ya que mi mezcla obtuvo más resistencia a los 7 días.

A los 14 días obtuvo 90.93 kg/cm2 mientras que mi mezcla alcanzo los 138.36 kg/cm2, viendo los resultados podemos afirmar que no coinciden los resultados y que nuestra mezcla supero a la de Villarreal y Lafitte (2017).

A los 28 días obtuvo 109.26 kg/cm2 mientras que mi mezcla alcanzo los 177.39 kg/cm2, viendo los resultados podemos afirmar que no coinciden los resultados y que nuestra mezcla supero a la de Villarreal y Lafitte (2017).

Mezcla de 0.15% dosificación del PET para $f'c=175\text{kg/cm}^2$

Daniel (2019) obtuvo una tasa de infiltración 7420.98 mm/h. en 0.12% de PET mientras que en mis resultados obtuve 7080.54 mm/h en un porcentaje de 0.15% de PET por lo cual viendo los resultados podemos decir que discrepamos ya que no tenemos la dosificación igual y por consiguiente los resultados no coinciden.

Villarreal y Lafitte (2017) en sus resultados obtuvo que su mezcla con 10% de PET alcanzo los 90.07 kg/cm² lo cual no coinciden los resultados ya que mi mezcla obtuvo más resistencia a los 7 días.

A los 14 días obtuvo 90.32 kg/cm² mientras que mi mezcla alcanzo los 121.51 kg/cm², viendo los resultados podemos afirmar que no coinciden los resultados y que nuestra mezcla supero a Villarreal y Lafitte (2017).

A los 28 días obtuvo 94.53 kg/cm² mientras que mi mezcla alcanzo los 147.22 kg/cm², viendo los resultados podemos afirmar que no coinciden los resultados y que nuestra mezcla supero a Villarreal y Lafitte (2017).

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó un diseño de mezcla más óptima gracias a los antecedentes ya que se comparó el tipo de dosificación que más se aproximaba a la resistencia que se deseaba.
2. La mezcla con 0% de PET no alcanzo la resistencia requerida debido al tipo de materiales, pero el resultado de la prueba de compresión nos arrojó un resultado muy cercano y por ello se decidió continuar con el estudio ya que el objetivo principal es evaluar si el PET tiene una reacción positiva en el concreto permeable.
3. La mezcla patrón obtuvo un porcentaje de vacío de 17 %, lo cual está en el rango de acuerdo a la norma de diseño de pavimentos en la cual indica que el porcentaje mínimo que tiene que cumplir un pavimento permeable o poroso debe de ser mayor del 15%, en el caso de la permeabilidad el concreto obtuvo 14604.56 según la Tasa de infiltración (plg/h), esto también cumplió de acuerdo a las normas por ello podemos decir que nuestro diseño de mezcla cumplió con los estándares requeridos.

4. El concreto permeable con adición de PET al 0.05% de la mezcla total, con respecto a la mezcla patrón sin PET, presento que la resistencia fue superior desde el la primera ruptura de probetas y se mantuvo en un rango superior a la mezcla patrón, en el día 28 logro una resistencia de 173.91 kg/cm² mientras que concreto con adición de PET en un 0.05% logro alcanzar los 186.78 kg/cm², podemos concluir que el PET en un 0.05% logro una gran mejoría en las propiedades del concreto en el factor resistencia a la compresión. En la permeabilidad el concreto con adición de PET alcanzó los 9053.76 según la Tasa de infiltración (plg/h), lo cual es menor con respecto al concreto patrón por ello se concluye que el PET en una dosificación del 0.05% reacciona negativamente para la permeabilidad del concreto.
5. El concreto permeable con adición de PET al 0.10% de la mezcla total, con respecto a la mezcla patrón sin PET, presento que la resistencia fue superior desde el la primera ruptura de probetas, aunque no estuvo muy alejado de la mezcla patrón, en el día 28 logro una resistencia de 173.91 kg/cm² mientras que concreto con adición de PET en un 0.10% logro alcanzar los 177.39 kg/cm², podemos concluir que el PET en un 0.10% logro una gran mejoría en las propiedades del concreto en el factor resistencia a la compresión. En la permeabilidad el concreto con adición de PET alcanzó los según la Tasa de infiltración (plg/h), lo cual es menor con respecto al concreto patrón por ello se concluye que el PET en una dosificación del 0.10% reacciona negativamente para la permeabilidad del concreto.
6. El concreto permeable con adición de PET al 0.15% de la mezcla total, con respecto a la mezcla patrón sin PET, presento que la resistencia fue inferior desde el la primera ruptura de probetas, aunque no estuvo muy alejado de la mezcla patrón, en el día 28 logro una resistencia de 173.91 kg/cm² mientras que concreto con adición de PET en un 0.15% logro alcanzar los 147.22 kg/cm², podemos concluir que el PET en un 0.15% logro una perdida en las propiedades del concreto en el factor resistencia a la compresión. En la permeabilidad el concreto con adición de PET alcanzó los 7080.54 según la Tasa de infiltración (plg/h), lo cual es menor con respecto al concreto patrón por ello se concluye que el PET en una dosificación del 0.15% reacciona negativamente para la permeabilidad del concreto.

7. Comparando los resultados obtenidos podemos concluir que el PET mejora a las propiedades del concreto permeable en as dosificaciones menores ya que en el rango más alto está el PET en una proporción de 0.05% mientras que el PET en una proporción del 0.15% estuvo muy inferior al concreto patrón permeable, en el caso de la permeabilidad podemos concluir que cuan menor sea el porcentaje del PET más permeable seria el concreto ya que el PET quita el índice de filtración.
8. En la prueba de hipótesis según el cálculo de ANOVA nos arrojó que los limites son de 2/ 9 y para lo cual nos fuimos a la tabla de Fisher para obtener un coeficiente de 4.25 por lo cual nuestros resultados tendrían que ser menor para que se cumplan con el requisito de una hipótesis verdadera, realizado los cálculos nuestro resultado de la prueba Fisher salió de 7.74 por lo cual nuestra hipótesis es falsa ya que el PET si mejora las propiedades del concreto permeable.
9. La prueba de hipótesis arrojó que la hipótesis nula es incorrecta y eso nos muestra que nuestra hipótesis inicial es correcta ya que el PET sin influye en el concreto ya que aumenta la capacidad portante si se adiciona en pequeñas porciones, peto si se proporciona en más proporción del 0.10% los resultados son desfavorables para el concreto.
10. La prueba de hipótesis nula es incorrecta y eso nos muestra que nuestra hipótesis inicial es correcta ya nos muestra que el PET si influye en la permeabilidad del concreto ya que con más proporción le adicionemos la permeabilidad se reducirá.

VII. **RECOMENDACIONES**

La resistencia a la compresión del hormigón permeable puede aumentarse teniendo en cuenta un porcentaje mínimo de agregado fino en la construcción de la mezcla sin afectar la permeabilidad del hormigón. Sin embargo, considerando que la cantidad de agregado fino que se considera es directamente proporcional a la resistencia, es inversamente proporcional a la permeabilidad del concreto.

Cuando se diseña la mezcla de concreto permeable, la compactación es un factor importante a considerar, ya que la resistencia del concreto aumenta al aumentar la compactación, pero tiene un impacto en la reducción del porcentaje de huecos y, por lo tanto, en su permeabilidad.

Dado que la relación agua / cemento a considerar para la construcción de concreto permeable debe ser mínima, se recomienda usar aditivos para mejorar la trabajabilidad del concreto (agente inhibidor del agua) sin influir en la relación agua / cemento.

Para continuar la investigación realizada en este proyecto de graduación, se recomienda utilizar cemento estructural con una resistencia de 175 kg / cm² a la edad de 28 días.

Se recomienda usar el PET en mínimas proporciones para que así no disminuir la resistencia a la compresión e incrementar la permeabilidad de esta. Seguidamente, experimente si, de esta manera, es posible cumplir con las especificaciones generales para la construcción de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras, con respecto a la resistencia del hormigón.

Promueva la investigación estudiando el comportamiento de otros polímeros o aditivos que aumenten la resistencia del concreto sin afectar significativamente la permeabilidad, obteniendo así el diseño ideal.

Para obtener la materia prima para el PET, se recomienda que se comunique con las empresas de reciclaje de plástico.

REFERENCIAS

- Felipe y Moujir, Y. F. Diseño y aplicación de concreto poroso para pavimentos. Pontificia Universidad Javeriana, Cali, 2016. Disponible de <http://hdl.handle.net/11522/3082>.
- Administracion. El plástico Pet, ¿para qué se usa? Mexico (2017). Disponible en <https://arteplastica.es/el-plastico-pet-para-que-se-usa>.
- Aire, C. CONSTRUCCION Y TECNOLOGIA EN CONCRETO. (2010). Disponible en <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>
- construAprende. concreto poroso, 2015. Constru Aprende Disponible en http://www.toxement.com.co/media/3812/concreto_poroso.pdf.
- Cordova , R. Determinación Del Grado De Permeabilidad Y Evaluación De La Resistencia A La Colmatación, Haciendo Uso De Aditivos De Las Marcas Sika Y Euco Para La Fabricación De Concreto Poroso En La Ciudad De Arequipa. (2016). Concytec, Arequipa. Disponible en <http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5530>.
- Daniel, P. Q. Análisis del Concreto Permeable con Fibras Plásticas relacionado a las propiedades de Compresión y Flexión para su uso en Pavimentos, Lima - 2019. Lima. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwii0uniipnqAhWSdd8KHYYTC0wQFjAAegQIBRAB&url=http%3A%2F%2F repositorio.ucv.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12692%2F43537%2FPillaca_QLD.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AOvVaw26tSf-jCpWvhh0jRaYQ2h.
- Estuardo, H. R. Concreto permeable con adición de tiras plástico y su aplicación en pavimentos rígidos de tráfico liviano. Guatemala. (2017), disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjT466Ri5nqAhXwmuAKHUIFC_UQFjAAegQIBBAB&url=http%3A%2F%2Fwww.repositorio.usac.edu.gt%2F6866%2F&usg=AOvVaw2_rC9hOcHSG6tsIbDutKKE.

Quispe, C. E., y Pacompia Calcina, I. A. Diseño De Mezcla De Concreto Permeable Con Adición De Tiras De Plástico Para Pavimentos F'c 175 Kg/Cm2 En La Ciudad De Puno. Puno. (2015), disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjyraqni5nqAhWLMd8KHTfZAnQQFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.unap.edu.pe%2Fhandle%2FUNAP%2F2230&usg=AOvVaw2wzoL0LcrOfpOcyJA1IA9n>.

Azael, F. B. Diseño de un pavimento rígido permeable, con agregados de la cantera Chullqui, para el drenaje urbano en estacionamientos en la ciudad de Huánuco. UNIVERCIDAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, HUANUCO. (2016), disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjT0qS0i5nqAhVikuAKHXqLC_cQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Falicia.concytec.gob.pe%2Fvufind%2FRecord%2FUNHE_b8472cc6f9dfed3b36912b7886e0e48&usg=AOvVaw0Dy2J9DPJ4I07I0EGZH5XP.

CUÁNTO tiempo tarda la naturaleza en transformar... En: Publicación digital del Programa México Limpio. Ciudad de México. Septiembre del 2004, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiKlOrJi5nqAhWnTt8KHf1YAf0QFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F258%2F25806306.pdf&usg=AOvVaw1W6nlm2Z_AqlzOYKEallGu.

GILMAN, Robert. A call for a sustainable community solution. En: Internacional Competition, UIA, Chicago, EE.UU. 1993, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiyyJPXi5nqAhWrg-AKHTKrA6cQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F258%2F25806306.pdf&usg=AOvVaw1W6nlm2Z_AqlzOYKEallGu.

RECICLAR plásticos es tan fácil como decir 1, 2, 3. En: Publicación del Departamento de Conservación Ambiental del Estado de Nueva York.

Nueva York, EE.UU. 2004, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwis27bni5nqAhXEvt8KHbMVBEkQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.redalyc.org%2Fpdf%2F258%2F25806306.pdf&usg=AOvVaw1W6nlm2Z_AqlzOYKEallGu.

SUTLZ, Ronald. *Appropriate Buiding Materials*. Ed. SKAT Publications, St. Gallen, Suiza. 2004, disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiLstf5i5nqAhWxTN8KHVG9By4QFjAAegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Fwgbis.ces.iisc.ernet.in%2Fenergy%2FHC270799%2FHDL%2Fspanish%2Fsk01ms%2Fsk01ms00.htm&usg=AOvVaw2yOG-fAETlhFmVm3poQibK>.

Gaggino, G. R. (2008). *revistainvi*. Disponible en revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/446/955.

Guizado y Curi. *Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Petú* - Pontificia Universidad Católica del Petú (Lima-Petú). Pontificia Universidad Católica del Petú (Lima-Petú), LIMA. (2017), disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiR4d2KjJnqAhWCI-AKHSX6BgUQFjAAegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Ftesis.pucp.edu.pe%2Frepositorio%2Fhandle%2F20.500.12404%2F9831&usg=AOvVaw1R6vKMZjtBsUiFiTEJ1u1a>.

Guizado, C. *Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noreste del Petú*. Pontifica Universidad Católica del Petú, LIMA. (2017), disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwig_JuYjJnqAhXLmOAKHRQ8ALoQFjAAegQIBBAB&url=http%3A%2F%2Ftesis.pucp.edu.pe%2Frepositorio%2

Fhandle%2F20.500.12404%2F9831&usg=AOvVaw1R6vKMZjtBsUiFiT EJ1u1a.

Jaime Dario, T. R. Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a la compresión y tracción del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$. Nuevo Chimbote, 2017, disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwielLeqJnqAhWwct8KHfwECkgQFjAAegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fhandle%2FUCV%2F10235%3Flocale-attribute%3Des&usg=AOvVaw1HfSQDUbrzdWskRAYfFemoX>.

JULCA, S. Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas de Atienza en Piura. UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, PIURA. 2016. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiVxYW75dLpAhViTd8KHUZrC5QQFjAAegQICRAC&url=http%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fhandle%2FUCV%2F725&usg=AOvVaw2IR1IAQm_9QWHBAKYjl7WI.

kohon. concreo pororso. Bolivia, 2011, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj_nc22jJnqAhXiSt8KHZQ1CaIQFjAAegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F5051943.pdf&usg=AOvVaw1htTpqDxgY01dB0Yo8y5eq.

Liliya. (s.f.). Tereftalato de polietileno o PET, Pete poliéster termoplástico, molécula de polímero. Fórmula química estructural y modelo de molécula. W4A0HW . MEXIC, 2010 disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiUsvDFjJnqAhXsUd8KHXpsC_EQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FTereftalato_de_polietileno&usg=AOvVaw0QQisybOdDMfFq6vED2724.

Maldonado, H. A. Propiedades mecánicas y de filtración en hormigones permeables con cemento portland e hidráulicos. UNIVERSIDAD SAN

FRANCISCO DE QUITO USFQ, COLEGIO DE INGENIEROS, Quito, 2017, disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiOuMzejJnqAhURd98KHfnbCM0QFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.usfq.edu.ec%2Fhandle%2F23000%2F6500&usg=AOvVaw3-pIRYFZX0zECycNwmz62T>.

Marroquín, M. F. Concreto permeable con adición de tiras plástico y su aplicación en pavimentos rígidos de tráfico liviano. GUATEMALA, 2017 disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiew6HrjJnqAhWjiOAKHbexAvsQFjAAegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.repositorio.usac.edu.gt%2F6866%2F&usg=AOvVaw2_rC9hOcHSG6tsIbDutKKE.

Méndez Prieto, I. R. La cristalinidad, ¿amigo o enemigo? durante el procesamiento del PET. plastic tecnologia mexico, 2017, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiZo7D1jJnqAhWxg-AKHYAACHwQFjAAegQIAxAB&url=https%3A%2F%2Fwww.pt-mexico.com%2Fart%25C3%25ADculos%2Fla-cristalinidad-amigo-o-enemigo-durante-el-procesamiento-del-pet&usg=AOvVaw2Zv23COjZxE8_IEYC6lh1C.

Morales, J. M. Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas recolecciones de permeabilidad. COSTA RICA, 2017, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj15P-FjZnqAhXvQd8KHx3GB_MQFjAAegQIARAB&url=https%3A%2F%2Frepositoriotec.tec.ac.cr%2Fbitstream%2Fhandle%2F2238%2F7109%2Fmetodologia_diseno_concretos_permeables_respectivas.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw3E8uoH1S0CfYbw26QZnZ9G.

Morales, P. Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas recolecciones de permeabilidad. Pontificia Universidad Católica del Petú, COSTA RICA, 2017, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiSr9aWjZnqAhWImOAKHcFZA5cQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Frepositoriotec.tec.ac.cr%2Fbitstream%2Fhandle%2F2238%2F7109%2Fmetodologia_diseno_concretos_permeables_respectivas.pdf%3Fsequence%3D1%26isAllowed%3Dy&usg=AOvVaw3E8uoH1S0CfYbw26QZNZ9G.

Mory, B. WIKIPEDIA, 22 de MAYO de 2020. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato_de_polietileno

Olivas. Aplicación de concreto permeable como una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote – provincia de Santa – Ancash” nos dice que, A través del concreto permeable busca conocer si el concreto permeable es una buena opción para aplicar en I. UNIVERCIDAD CESAR VALLEJO, CHIMBOTE, 2017, disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiF44CijZnqAhVlg-AKHATbAXkQFjAAegQIBhAB&url=http%3A%2F%2Frepositorio.ucv.edu.pe%2Fbitstream%2Fhandle%2F20.500.12692%2F10231%2Folivas_hj.pdf%3Fsequence%3D1&usg=AOvVaw027gvxzdSy46L0TVO9ctJ1.

Patiño, I. O. El concreto permeable (4 de diciembre de 2013).. Disponible en https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwif2vW18s_pAhVvU98KHbtNCx8QFjABegQIBBAB&url=https%3A%2F%2Frevistas.utp.ac.pa%2Findex.php%2Fmente-y-materia%2Farticle%2FviewFile%2F339%2Fpdf&usg=AOvVaw3hvdYaxtiNYRfU13S_ahO.

Permeable, C. (S.F.). Concreto Poroso. Aternativas Sustentables. Construccion Y Tecnologia En Concreto, Mexico, 2011, disponible en <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwij3uKtjZnqAhULmeAKHcoFA2MQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fwww.uaeh.edu.mx%2Finvestigacion>

%2Fproductos%2F6287%2Fdiseno_de_un_concreto_permeable_para_la_recupetacion_de_agua.pdf&usg=AOvVaw3mi79YIJxIkoeuKX3zTQ0F.

refrescantes, a. d. (2019). PET reciclable. CIBR, 1.

Toxement. (2017). Concreto Poroso O Concreto Permeable. Toxement. Disponible en Http://Www.Toxement.Com.Co/Media/3812/Concreto_Poroso.Pdf.

Unam, D. División De Ingeniería Civil Y Geomática.Facultad De Ingeniería. Unam. Unam, 2017. Disponible en <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/559/A7%20Capitulo%204%20Colocaci%C3%B3n%20y%20Control%20Del%20Concreto%20Permeable.pdf?sequence=7>.

vegt, v. d. wikipedia, 22 de mayo de 2020. Disponible en https://es.wikipedia.org/wiki/Tereftalato_de_polietileno.

Villarreal Brragán, E. J., y Léctor Lafitte, M. A. Utilización De Materiales Plásticos De Reciclaje Como Adición En La Elaboracion De Concreto En La Ciudad De Nuevochimbote. Nuevo Chimbote, 2017.

Yépez, F., y Cardona A. Propiedades Mecánicas y de filtración en hormigones permeables con cemento portland e hidráulicos. Quito, Ecuador: Quito: USFQ, 2017.

NORMAS

ACI Committee 522R-10. Report on Petvious Concrete, 2010.

ACI 211.3R-97, Guide for selecting proportions for no-slump concrete. Appendix 7 Petvious concrete mix proportioning. 211.3R-21. American Concrete Institute, 1998.

ACI-522R.6. Petvious Concrete. American Concrete Institute, 2006.

ASTM-C1688/ C 1688M.-08. Standard Test Method for Density and Void, 2010.

ASTM_C127. Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate. USA: ASTM International, 1993.

ASTM_C131. Standard Test Method for Resistance to Degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. USA: ASTM International, 1996.

ASTM-C09.49. Métodos de Prueba Alternativos para el concreto permeable. ASTM International

ANEXOS

Anexo 1 matriz de operacionalización de la variable

Variable	Definición conceptual	Definición operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
V. I. PET reciclado	El PET es un plástico ligero, fuerte, seguro reciclable, transparente.	Material que se evaluará y caracterizará en función a las Normas técnicas petuanas para determinar el efecto que tiene la utilización de este material en el diseño de un pavimento rígido de estructura porosa.	Porcentaje Dosificación del PET (%Peso)	0.05% del agregado. 0.10% del agregado. 0.15% del agregado.	continua
V. D. Permeabilidad de un pavimento rígido	Es una losa de concreto rígido poroso que tiene la capacidad de permeabilizar las aguas producidas por lluvias.	Es un producto de un diseño de mezcla en la que se utiliza para poder evitar las inundaciones de las vías de tránsito.	Porcentaje Coeficiente de permeabilidad	Coeficiente de permeabilidad (K=cm/s) Granulometría (mm) Volumen de filtración de agua (ml)	continua

V. D. Resistencia de un pavimento rígido	Es una losa de concreto poroso que tiene la capacidad de resistir cargas vivas o muertas, está compuesto por cemento portland agregado grueso y agua, apoyada directamente sobre una base o sub base.	Es el producto del diseño de mezcla en la que se utilizará para poder soportar el peso de los vehículos Rotura de especímenes de concreto. Transito.	Kg/cm ²	Rotura de especímenes de concreto. Transito. 7 días 14 días 28 días	continua
--	---	--	--------------------	---	----------

Ensayos de los agregados.

1. Análisis Granulométricos

Tabla 16 Ensayo granulométrico de agregado grueso

MASA INICIAL DE LA MUESTRA: 7500g				% RETENIDO		% ACUMULADO QUE PASA	ERROR
MALLA N°	ABERTURA (mm)	P.R(gr)	Ret. Comp (gr)	PARCIAL	ACUMULADO		
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.00	502.01	503.01	6.71	6.71	93.29	
3/4"	19.00	3344.06	3345.06	44.60	51.31	48.69	
1/2"	12.50	2431.90	2430.90	32.41	83.72	16.28	
3/8"	9.50	960.33	960.33	12.80	96.52	3.48	
N°4	4.75	253.00	252.00	3.36	99.88	0.12	
CAZOLETA		8.70	8.70	0.12	100.00	0.00	
TOTAL		7500.00	7500.00	100.00			

Tabla 17: Máxima cantidad de material retenido por tamiz AG. grueso.

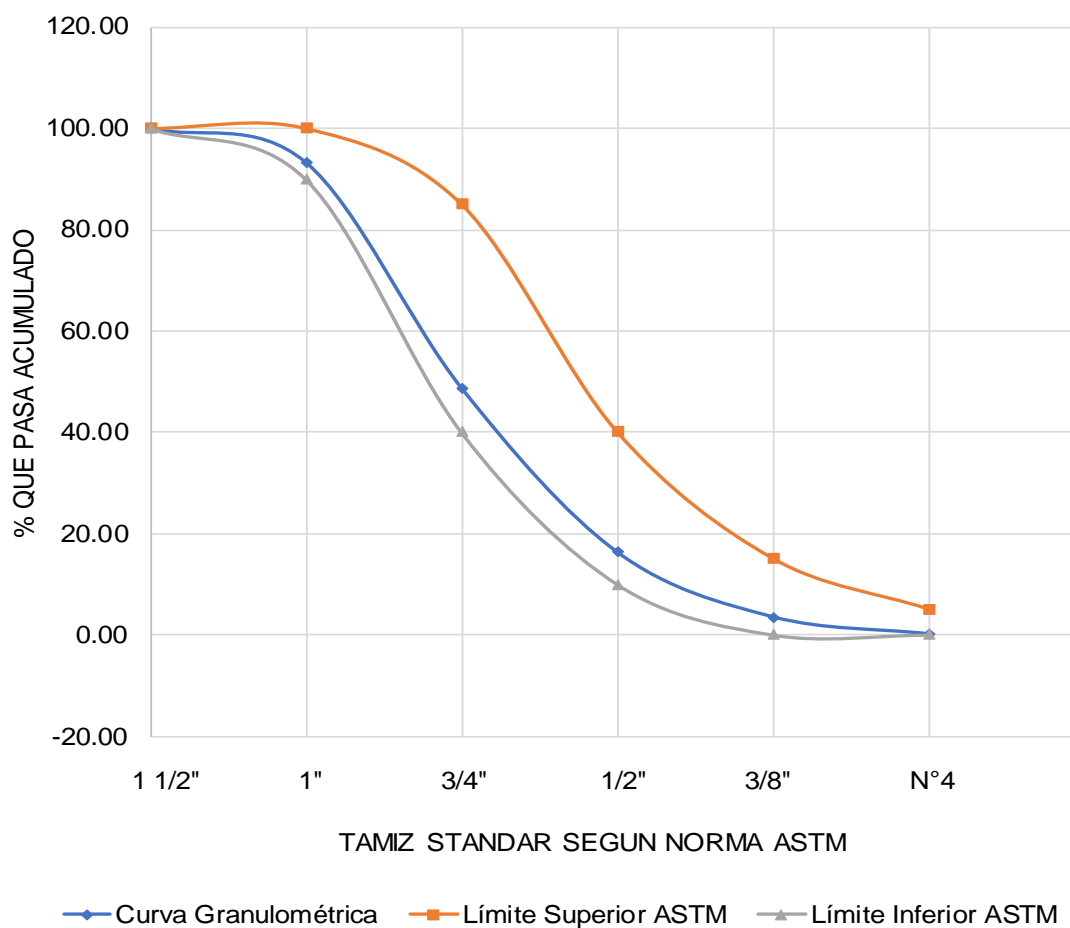
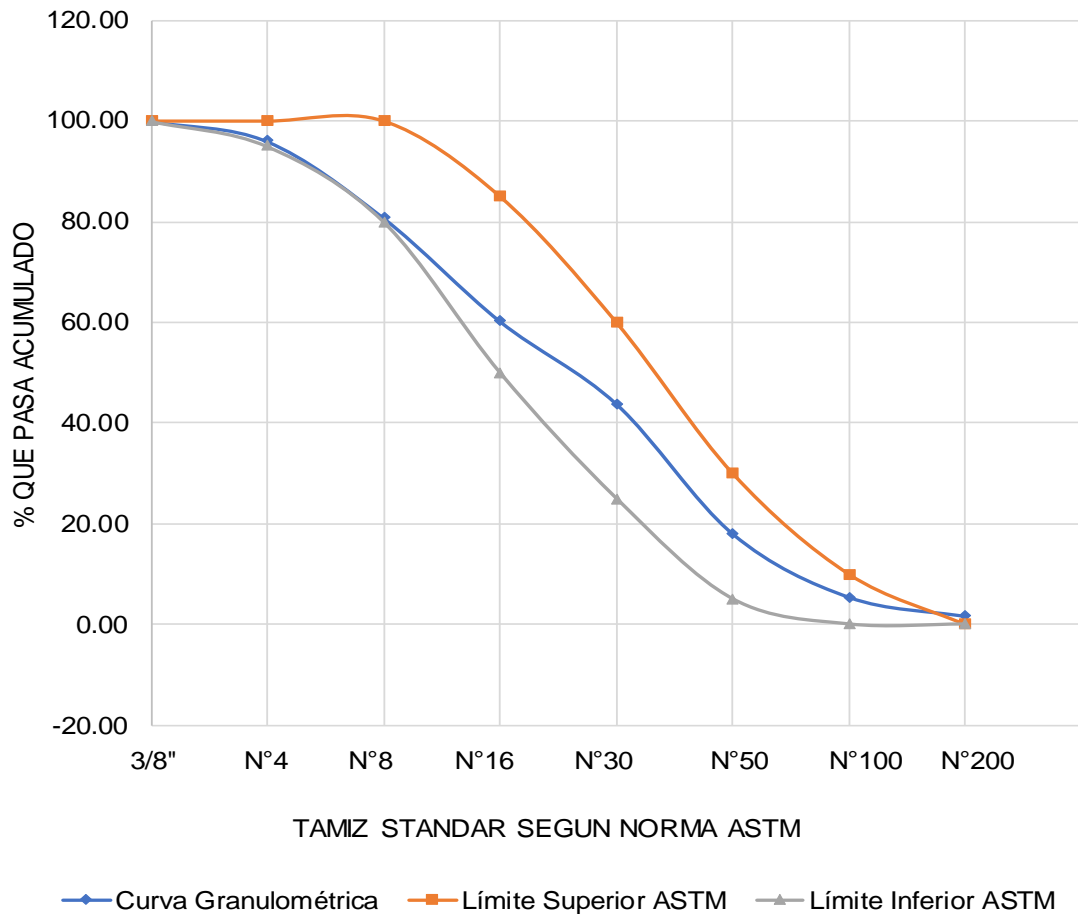


Tabla 18 Ensayo granulométrico de agregado fino

MASA INICIAL DE LA MUESTRA: 2000g

MALLA N°	ABERTURA (mm)	P.R(gr)	Ret. Comp (gr)	% RETENIDO		% ACUMULADO	ERROR
				PARCIAL	ACUMULADO		
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00
4.00	4.750	79.50	80.50	4.03	4.03	95.98	
8.00	2.360	305.80	304.80	15.24	19.27	80.74	
16.00	1.180	410.00	410.50	20.53	39.79	60.21	
30.00	0.600	329.30	328.30	16.42	56.21	43.80	
50.00	0.300	516.00	516.50	25.83	82.03	17.97	
100.00	0.150	252.70	251.70	12.59	94.62	5.38	
200.00	0.007	75.20	76.20	3.81	98.43	1.57	
CAZOLETA		31.50	31.50	1.58	100.00	0.00	
TOTAL		2000.00	2000.00	100.00			

Tabla 19: Máxima cantidad de material retenido por tamiz AG. fino.



Ensayos En Estado Fresco

resultados de peso unitario de concreto permeable en estado fresco

Esta propiedad del concreto permeable está estrechamente relacionada con el porcentaje de huecos en la construcción.

- a) Resultado de peso unitario en estado fresco del concreto permeable (sin PET) en tabla

DATOS	ST-A	ST-B	ST-C
Masa de concreto + masa de la olla Washington (Mc)	16.93.Kg	16.83.Kg	17.08.Kg
Masa de la olla Washington (Mm)	3.47.Kg	3.47.Kg	3.47.Kg
Volumen de la olla Washington (Vm)	0.007.m3	0.007.m3	0.007.m3
RESULTADOS	ST-A	ST-B	ST-C
Peso unitario del concreto (D).....(Mc-Mm)/Vm	1922.86.Kg/m3	1908.57.Kg/m3	1944.29.Kg/m3
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	1925.24.Kg/m3		

Tabla 20 Fuente propia

- a) Resultado de peso unitario en estado fresco del concreto permeable (con PET a 0.05%) en tabla.

DATOS	CT(0.05%)A	CT(0.05%)B	CT(0.05%)C
Masa de concreto + masa de la olla Washington (Mc)	16.85.Kg	17.01.Kg	17.12.Kg
Masa de la olla Washington (Mm)	3.47.Kg	3.47.Kg	3.47.Kg
Volumen de la olla Washington (Vm)	0.007.m3	0.007.m3	0.007.m3
RESULTADOS	CT(0.05%)A	CT(0.05%)B	CT(0.05%)C
Peso unitario del concreto (D).....(Mc-Mm)/Vm	1911.43.Kg/m3	1934.29.Kg/m3	1950.00.Kg/m3
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	1931.91.Kg/m3		

Tabla 21 Fuente propia

- b) Resultado de peso unitario en estado fresco del concreto permeable (con PET a 0.10%) en tabla.

DATOS	CT(0.10%)A	CT(0.10%)B	CT(0.10%)C
Masa de concreto + masa de la olla Washington (Mc)	17.16.Kg	16.19.Kg	16.93.Kg
Masa de la olla Washington (Mm)	3.47.Kg	3.47.Kg	3.47.Kg
Volumen de la olla Washington (Vm)	0.007.m3	0.007.m3	0.007.m3
RESULTADOS	CT(0.10%)A	CT(0.10%)B	CT(0.10%)C
Peso unitario del concreto (D).....(Mc-Mm)/Vm	1955.71.Kg/m3	1817.14.Kg/m3	1922.86.Kg/m3
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	1898.57.Kg/m3		

Tabla 22 Fuente propia

- c) Resultado de peso unitario en estado fresco del concreto permeable (con PET a 0.15%) en tabla.

DATOS	CT(0.15%)A	CT(0.15%)B	CT(0.15%)C
Masa de concreto + masa de la olla Washington (Mc)	16.98.Kg	17.13.Kg	17.24.Kg
Masa de la olla Washington (Mm)	3.47.Kg	3.47.Kg	3.47.Kg
Volumen de la olla Washington (Vm)	0.007.m3	0.007.m3	0.007.m3
RESULTADOS	CT(0.15%)A	CT(0.15%)B	CT(0.15%)C
Peso unitario del concreto (D).....(Mc-Mm)/Vm	1930.00.Kg/m3	1951.43.Kg/m3	1967.14.Kg/m3
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	1949.52.Kg/m3		

Tabla 23 Fuente propia

Granulometría natural

- 4.3.1 Tabla resumen de peso unitario en estado fresco del concreto permeable

TAMAÑO DE AGREGADO GRUESO	CODIGO	PESO UNITARIO	PROMEDIO DE PESO UNITARIO
		PESO UNITARIO	

HUSO 08	SPET-A	1922.86	1925.24
	SPET-B	1908.57	
	SPET-C	1944.29	
	CPET(0.05%)-A	1911.43	1931.91
	CPET(0.05%)-B	1934.29	
	CPET(0.05%)-C	1950.00	
	CPET(0.10%)-A	1955.71	1898.57
	CPET(0.10%)-B	1817.14	
	CPET(0.10%)-C	1922.86	
	CPET(0.15%)-A	1930.00	1949.52
	CPET(0.15%)-B	1951.43	
	CPET(0.15%)-C	1967.14	

Tabla 24 Fuente propia

Porcentaje de vacío en concreto fresco permeable

Se utilizan dos métodos para la obtención del porcentaje de vacíos, una para cuándo la mezcla está fresco y la otra para el estado endurecido.

- Pesos Unitarios 10 golpes/capa y 4 capas de compactación cuando está en estado Fresco.
- Aplicando en principio de Arquímedes de los pesos Sumergidos - Estado Endurecido.

Tabla de resultados de contenido de vacíos del concreto permeable con huso 8 (sin PET)

DATOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Masa total de todos los materiales de la mezcla (MS)	1993.01.Kg	1993.01.Kg	1993.01.Kg
El volumen absoluto de cada ingrediente (Vs)	0.850.m3	0.85.Kg	0.85.Kg
Densidad teórica del concreto (T).....Ms/Vs	2344.72.Kg/m3	2344.72.Kg/m3	2344.72.Kg/m3
Peso unitario del concreto (D)	1922.86.Kg/m3	1908.57.Kg/m3	1944.29.Kg/m3
RESULTADOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Porcentaje de vacíos en estado fresco (U %).....(T-D)/T	17.99.%	18.60.%	17.08.%
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	17.89.%		

Tabla 25 Fuente propia

Tabla de resultados de contenido de vacíos del concreto permeable con huso 8 (con PET al 0.05%)

DATOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Masa total de todos los materiales de la mezcla (MS)	1993.01.Kg	1993.01.Kg	1993.01.Kg
El volumen absoluto de cada ingrediente (Vs)	0.850.m3	0.85.Kg	0.85.Kg
Densidad teórica del concreto (T).....Ms/Vs	2344.72.Kg/m3	2344.72.Kg/m3	2344.72.Kg/m3
Peso unitario del concreto (D)	1911.43.Kg/m3	1934.29.Kg/m3	1950.00.Kg/m3
RESULTADOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Porcentaje de vacíos en estado fresco (U %).....(T-D)/T	18.48.%	17.50.%	16.83.%
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	17.61.%		

Tabla 26 Fuente propia

Tabla de resultados de contenido de vacíos del concreto permeable con huso 8 (con PET al 0.10%)

DATOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Masa total de todos los materiales de la mezcla (MS)	1993.01.Kg	1993.01.Kg	1993.01.Kg
El volumen absoluto de cada ingrediente (Vs)	0.850.m3	0.85.Kg	0.85.Kg
Densidad teórica del concreto (T).....Ms/Vs	2344.72.Kg/m3	2344.72.Kg/m3	2344.72.Kg/m3
Peso unitario del concreto (D)	1955.71.Kg/m3	1917.14.Kg/m3	1922.86.Kg/m3
RESULTADOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Porcentaje de vacíos en estado fresco (U %).....(T-D)/T	16.59.%	18.24.%	17.99.%
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	17.61.%		

Tabla 27 Fuente propia

Tabla de resultados de contenido de vacíos del concreto permeable con huso 8 (con tiras al 0.15%)

DATOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Masa total de todos los materiales de la mezcla (MS)	1993.01.Kg	1993.01.Kg	1993.01.Kg
El volumen absoluto de cada ingrediente (Vs)	0.85.m3	0.85.Kg	0.85.Kg

Densidad teórica del concreto (T).....Ms/Vs	2344.72.Kg/m ₃	2344.72.Kg/m ₃	2344.72.Kg/m ₃
Peso unitario del concreto (D)	1930.00.Kg/m ₃	1951.43.Kg/m ₃	1967.14.Kg/m ₃
RESULTADOS	SPET-A	SPET-B	SPET-C
Porcentaje de vacíos en estado fresco (U %)......(T-D)/T	17.69.%	16.77.%	16.10.%
PROMEDIO DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO	16.85.%		

Tabla 28 Fuente propia

ENSAYOS EN ESTADO ENDURECIDO

Porcentaje de vacío en el concreto permeable en estado endurecido

El método de peso sumergido solo se puede usar en muestras endurecidas y es la alternativa más confiable para determinar el porcentaje de huecos en su estado final. También debemos tener en cuenta que la investigación se realizó con muestras de superficie seca para evitar el error de que esto puede causar cavidades en los agregados, especialmente aquellos con una alta tasa de absorción (agregados porosos). (Flores y Pacompia, 2015, p.174).

a) Espacios vacíos debido al desplazamiento del volumen huso 8 (sin PET)

DATOS DE DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	SPET-45	SPET-46	SPET-47
Volumen inicial (Vi)	2200.00 ml	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final (Vf)	3760.00 ml	3750.00 ml	3755.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA	SPET-45	SPET-46	SPET-47
Diámetro superior de la briqueta	10.92 cm	10.92 cm	10.92 cm
Diámetro inferior de la briqueta	10.88 cm	10.91 cm	10.82 cm
Promedio del diámetro de la briqueta (D)	10.90 cm	10.91 cm	10.97 cm
Altura de la briqueta (h)	20.10 cm	20.10 cm	20.10 cm
RESULTADO	SPET-45	SPET-46	SPET-47
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos (Vc).....Vf-Vi	1560.00 cm ³	1550.00 cm ³	1555.00 cm ³
Volumen de la briqueta con espacios vacíos (Vt).....((π *D ²)*h)/4	1875.60 cm ³	1879.04 cm ³	1899.77 cm ³
% vacíos((Vt-Vc)*100)/Vt	16.83 %	17.51 %	18.15 %
Promedio de % de vacíos	17.50 %		

Tabla 29 Fuente propia

- b) Espacios vacíos debido al desplazamiento del volumen huso 8 (con tiras al 0.05%)

DATOS DE DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	SPET-45	SPET-46	SPET-47
Volumen inicial (Vi)	2200.00 ml	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final (Vf)	3785.00 ml	3760.00 ml	3770.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA			
Diámetro superior de la briqueta	11.00 cm	10.92 cm	10.93 cm
Diámetro inferior de la briqueta	10.99 cm	10.98 cm	10.91 cm
Promedio del diámetro de la briqueta (D)	11.00 cm	10.95 cm	10.92 cm
Altura de la briqueta (h)	20.10 cm	20.10 cm	20.10 cm
RESULTADO			
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos (Vc).....Vf-Vi	1585.00 cm3	1560.00 cm3	1570.00 cm3
Volumen de la briqueta con espacios vacíos (Vt)..... $(\pi \cdot D^2 \cdot h) / 4$	1908.44 cm3	1892.85 cm3	1882.49 cm3
% vacíos $((Vt - Vc) \cdot 100) / Vt$	16.95 %	17.58 %	16.60 %
Promedio de % de vacíos	17.04 %		

Tabla 30 Fuente propia

- c) Espacios vacíos debido al desplazamiento del volumen huso 8 (con tiras al 0.10%)

DATOS DE DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN	SPET-45	SPET-46	SPET-47
Volumen inicial (Vi)	2200.00 ml	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final (Vf)	3760.00 ml	3770.00 ml	3790.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA			
Diámetro superior de la briqueta	10.97 cm	10.93 cm	10.95 cm
Diámetro inferior de la briqueta	10.98 cm	10.89 cm	10.96 cm
Promedio del diámetro de la briqueta (D)	10.98 cm	10.91 cm	10.96 cm
Altura de la briqueta (h)	20.10 cm	20.10 cm	20.10 cm
RESULTADO			
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos (Vc).....Vf-Vi	1560.00 cm3	1570.00 cm3	1590.00 cm3
Volumen de la briqueta con espacios vacíos (Vt)..... $(\pi \cdot D^2 \cdot h) / 4$	1901.50 cm3	1879.04 cm3	1894.57 cm3
% vacíos $((Vt - Vc) \cdot 100) / Vt$	17.96 %	16.45 %	16.08 %
Promedio de % de vacíos	16.83 %		

d) Espacios vacíos debido al desplazamiento del volumen huso 8 (con tiras al 0.15%)

DATOS DE DESPLAZAMIENTO DE VOLUMEN		SPET-45	SPET-46	SPET-47
Volumen inicial (Vi)		2200.00 ml	2200.00 ml	2200.00 ml
Volumen final (Vf)		3765.00 ml	3760.00 ml	3800.00 ml
DATOS DE UNA BRIQUETA		SPET-45	SPET-46	SPET-47
Diámetro superior de la briqueta		10.93 cm	10.85 cm	10.88 cm
Diámetro inferior de la briqueta		10.86 cm	10.85 cm	10.90 cm
Promedio del diámetro de la briqueta (D)		10.90 cm	10.85 cm	10.89 cm
Altura de la briqueta (h)		20.10 cm	20.10 cm	20.10 cm
RESULTADO		SPET-45	SPET-46	SPET-47
Volumen de la briqueta sin espacios vacíos (Vc).....Vf-Vi		1565.00 cm ³	1560.00 cm ³	1600.00 cm ³
Volumen de la briqueta con espacios vacíos (Vt).....((π *D ²)*h)/4		1873.88 cm ³	1858.43 cm ³	1872.16 cm ³
% vacíos((Vt-Vc)*100)/Vt		16.48 %	16.06 %	14.54 %
Promedio de % de vacíos		15.69 %		

Tabla 31 Fuente propia

e) Resumen de las tablas de espacios vacíos debido al desplazamiento del volumen

TAMAÑO DE AGREGADO GRUESO	CODIGO	% DE VACIO EN ESTADO ENDURECIDO	
		% DE VACIO	PROMEDIO DE PESO UNITARIO
HUSO 08	SPET-45	16.83	17.50
	SPET-46	17.51	
	SPET-47	18.15	
	CPET(0.05%)-45	16.95	17.04
	CPET(0.05%)-46	17.58	
	CPET(0.05%)-47	16.60	
	CPET(0.10%)-45	17.96	16.83
	CPET(0.10%)-46	16.45	

	CPET(0.10%)-47	16.08	
	CPET(0.15%)-45	16.48	15.69
	CPET(0.15%)-46	16.06	
	CPET(0.15%)-47	14.54	

Tabla 32 Fuente propia

f). Resumen de los porcentajes de agujeros obtenidos en estado fresco y endurecido para cilindros de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de alto obtenidos en el laboratorio.

CODIGO	% DE VACIO EN ESTADO ENDURECIDO			DIFERENCIAS			
	DISEÑO	CONTENIDO DE VACIO EN ESTADO FRESCO	CONTENIDO DE VACIO EN ESTADO ENDURECIDO	Vacíos en est. Fresco-Vacíos en est. Endurecido		Vacíos de Diseño/Vacíos en est. Endurecido	
SPET-45	15	17.99	16.83	1.16		1.83	
SPET-46	15	18.6	17.51	1.09		2.51	
SPET-47	15	17.08	18.15	-1.07	0.39	3.15	2.50
CPET(0.05%)-45	15	18.48	16.95	1.53		1.95	
CPET(0.05%)-46	15	17.5	17.58	-0.08		2.58	
CPET(0.05%)-47	15	16.83	16.60	0.23	0.56	1.6	2.04
CPET(0.10%)-45	15	16.59	17.96	-1.37		2.96	
CPET(0.10%)-46	15	18.24	16.45	1.79		1.45	
CPET(0.10%)-47	15	17.99	16.08	1.91	0.78	1.08	1.83
CPET(0.15%)-45	15	17.69	16.48	1.21		1.48	
CPET(0.15%)-46	15	16.77	16.06	0.71		1.06	
CPET(0.15%)-47	15	16.1	14.54	1.56	1.16	-0.46	0.69

Tabla 33 Fuente propia