

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE DESPERDICIO ESTRUCTURAS
DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DE UN
PAVIMIENTO DE CONCRETO PERMEABLE, VICTOR LARCO, 2018**

TESIS:

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

AUTOR:

Bach. GUSTAVO GUERRERO SOZA

ASESOR:

ING. ENRIQUE MANUAL DURAND BAZÁN

**TRUJILLO – PERÚ
2019**



Aprobación de la Tesis

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Gustavo Guerrero Soza**, denominada:

“INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE, VÍCTOR LARCO, 2018”

Ing.

**Jurado
Presidente**

Ing.

**Jurado
Secretario**

Ing.

**Jurado
Vocal**



Dedicatoria

*A mi Padre Elvira Soza Castillo y
Felipe Guerrero Cordoova,
Que está Siempre Dan fuerza, siendo
Que me apoyan con su sabiduría para
Poder lograr mis objetivos que me
trazado para Poder recibirme
Como Ingeniero Civil*

*A mi Familia, Hermanos e Hijos
por su apoyo moral e incondicional
y que Siempre han estado a lado
para alcanzar culminar Carrera
Profesional*

Gustavo Guerrero Soza



Agradecimiento

Agradezco a Dios a lo largo de mi
Carrera profesional con cuidar por
mi bienestar y Sabiduría para lograr
con éxito El camino que me trazado.

Agradezco mi centro de estudios
“Universidad Privada de Trujillo”.
Por brindarme sus aulas y culminar
mi carrera profesional
satisfactoriamente.

A mi Asesor de Tesis por el apoyo
Quienes, con su enseñanzas, temple
y entusiasmo, han hecho posible
culminar una de mis metas anheladas.

Gustavo Guerrero Soza



Índice de Contenidos

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE DE CONTENIDOS	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Formulación del problema	7
1.3. Justificación	7
1.4. Objetivos	9
1.4.1. Objetivo General	9
1.4.2. Objetivos Específicos	9
1.5. Antecedentes	9
1.5.1. “Diseño y aplicación de concreto” – Colombia	10
1.5.2. “Comportamiento del concreto permeable usando agregado grueso de las canteras el Carmen, Aramuaca, y la Pedrera, Zona Oriental de El Salvador”	10
1.5.3. “Diseño de un concreto permeable para la recuperación de agua”-México	11
1.5.4. “Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas”-Guatemala	12
1.5.5. “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra”	12
1.5.6. “Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera del río Jequetepeque y el aditivo Chema Plast”	13
1.6. Bases Teóricas	14



1.6.1. Concreto	14
1.6.2. Concreto permeable	14
1.6.3. Propiedades del concreto permeable	15
1.6.3.1. Propiedades en estado fresco	16
1.6.3.2. Propiedades en estado endurecido	17
1.6.4. Componentes del concreto permeable	18
1.6.4.1. Materiales con agregados de cemento (Cemento Portland)	19
1.6.4.2. Los agregados	19
1.6.4.3. Agua	21
1.6.4.4. Aditivos	21
1.6.5. Tipos de concretos permeable en pavimentos	21
1.6.5.1. Pavimentos permeables en asfalto poroso	22
1.6.5.2. Pavimentos permeables en concreto poroso	22
1.6.5.3. Pavimentos porosos	22
1.6.6. Concreto reciclado con escombros	23
1.6.6.1. Concreto reciclado	23
1.6.6.2. Agregado reciclado	23
1.6.6.3. Propiedades del agregado de concreto reciclado	24
1.6.6.4. Propiedades químicas y durabilidad	26
1.6.6.5. Mortero adherido	27
1.7. Definición de términos básicos	27
1.8. Formulación de la hipótesis	29
1.8.1. Hipótesis General	29
1.8.2. Hipótesis Especificas	30
II. MATERIAL Y MÉTODOS	33
2.1. Material	33
2.2. Material de estudios	34



2.2.1. Población	34
2.2.2. Muestra	34
2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos	35
2.3.1. Para recolectar datos	35
2.3.1.1. Instrumentos de recolección de datos	35
2.3.1.2. Validación del instrumento	36
2.3.1.3. Procedimiento de recolección de datos	36
2.3.2. Para procesar datos	37
2.3.2.1. Método: Inferencia estadística	37
2.3.2.2. Instrumento	38
2.3.2.3. Análisis de datos	39
2.3.2.4. Procedimiento de análisis de datos	40
2.4. Operacionalización de las variables	49
III. RESULTADOS	50
3.1. Resultados del ensayo de resistencia a la compresión	50
3.2. Resultados del ensayo de resistencia a la flexión	52
3.3. Resultados del ensayo de permeabilidad	54
IV. DISCUSIÓN	56
V. CONCLUSIONES	58
VI. RECOMENDACIONES	59
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61



Índice de Tablas

Tabla 1: Requisitos granulométricos ASTM C-33 para agregado grueso.....	20
Tabla 2: Propiedades de los agregados para su aceptabilidad	21
Tabla 3: Hipótesis General.....	29
Tabla 4a Hipótesis Específico 01.....	30
Tabla 4b Hipótesis Específico 02.....	31
Tabla 4c Hipótesis Específico 03.....	32
Tabla 5 Población de estudio.....	35
Tabla 6 Recolección de datos.....	36
Tabla 7 Técnicas de correlación de Pearson.....	39
Tabla 8 Análisis granulométrico.....	41
Tabla 9 Operacionalización de las variables.....	50
Tabla 10 Resistencia a la compresión.....	51
Tabla 11 Resistencia a la flexión.....	53
Tabla 12 Coeficiente de permeabilidad.....	55
Tabla 13 Técnicas de correlación de Pearson para la resistencia a la compresión.....	72
Tabla 14 Técnica de correlación de Pearson para la resistencia a la Flexión.....	72
Tabla 15 Técnicas de correlación de Pearson para la permeabilidad.....	73



Índice de Figuras

Figura 1. Textura del concreto permeable	15
Figura 2. Tipo de Investigación	34
Figura 3. Procedimiento de recolección de datos	37
Figura 4. Método de Inferencia estadística	37
Figura 5. Pruebas de Medición variables	38
Figura 6. Resistencia a la compresión a los 7 días	52
Figura 7. Resistencia a la compresión a los 14 días	52
Figura 8. Resistencia a la flexión a los 7 días	54
Figura 9. Resistencia a la compresión a los 14 días	54
Figura 10. Coeficiente de permeabilidad	56



Resumen

La presente investigación se desarrollará el análisis de la influencia reemplazando un porcentaje de agregado de concreto reciclado de la mezcla de diseño evaluando su efecto en las propiedades mecánicas y propiedades hidráulicas, aplicándola para pavimentos de concreto permeable, en la provincia de Trujillo. Debido a la enorme proporción de todos los materiales usados en la edificación de obras, se está convirtiendo en un enorme depósito, por lo que la reutilización de ello toma una total importancia, para el desarrollo sostenible y medioambiental.

Esta investigación es experimental debido a que se demostrará la influencia de la variable independiente, del porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto sobre la variable dependiente, de las propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable, mediante ensayos, caracterizaciones e investigaciones.

Para la evaluación de las características mecánicas, se abordan tres fases, la primera, de recolección de datos y análisis de datos siguiendo los procedimientos establecidas en las normas ASTM y ACI; en la segunda fase se procederá a ensayar las probetas previamente confeccionadas, en esta fase se exponen los procesos, utensilios y demás factores incluidos en la actividad. Se polemizan los resultados de las pruebas realizadas sobre diferentes mezclas, los cuales se evalúan las propiedades de permeabilidad, consistencia y compresión de las muestras.

Los resultados comprobaran cual es el mejor porcentaje para un pavimento de concreto permeable, el cual demuestran que es de una proporción de 20%, ya que alcanza la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión estándar y necesaria para un pavimento de tránsito liviano, además que se comporta permeablemente mejor como sistema de drenaje



Abstract

The present investigation will develop the analysis of the influence replacing a percentage of aggregate of recycled concrete of the design mixture evaluating its effect on the mechanical properties and hydraulic properties, applying it to pervious concrete pavements, in the province of Trujillo. Due to the enormous proportion of all the materials used for the construction of the works, it is becoming an enormous deposit, reason why the reuse of it takes a total importance, for the sustainable and environmental development.

This research is experimental because it will demonstrate the influence of the independent variable, the percentage of waste of concrete structures on the dependent variable, the mechanical properties of a pervious concrete pavement, through tests, characterizations and investigations.

For the evaluation of the mechanical properties, three phases are approached, the first, of data collection and data analysis following the procedures established in the ASTM and ACI standards; in the second phase, the pre-fabricated specimens will be tested, in this phase the procedures, tools and other factors involved in the work are exposed. Finally, the results of the tests carried out on different mixtures are discussed, with which the permeability, resistance and compression characteristics of the samples are analyzed.

The results will verify what is the best percentage for a pervious concrete pavement, which shows that it is of a proportion of 20%, since it reaches the resistance to compression and resistance to the standard flexion and necessary for a light traffic pavement, also that it behaves permeable better as a drainage system.



I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.

Kibert (2007), Afirma que: “En los últimos años, una enorme proporción de todos los materiales empleados en construcción de las obras se está convirtiendo en un enorme depósito y, a su vez en un enorme problema de extremadamente difícil eliminación para las generaciones futuras”.

Esto causa un alto impacto sobre el medio ambiente. Si bien la economía mundial está en receso, no existe retroceso en el desarrollo en este sector puesto que la rápida urbanización en el mundo en desarrollo ofrece la oportunidad de establecer infraestructura, transporte más seguros, limpios, eficientes y accesibles.

Katty (2010) Manifiesta que:

En Colombia investigaciones sobre la mezcla preparada con escombros, así como la mezcla preparada con escombros y limalla el porcentaje de vacíos de los agregados osciló entre 30 y 42%, y que en las proporciones evaluadas en este estudio la resistencia del concreto estuvo por encima del valor de la resistencia del concreto normal (210 kg/cm²). La mezcla 7 (23% fino, 61% Grueso, 10% Escombros y 6% Limalla fina A/C 0.4) y la mezcla 4 (40% fino, 50% Grueso, 10% Escombros A/C 0.4) presentaron valores de resistencia a compresión superiores a los valores requeridos en la mezcla original (210 kg/cm²). Los resultados preliminares de este estudio permiten determinar que la adición de limalla y escombros realiza una adición de la resistencia del concreto y un mejor provecho de los dos residuos sólidos procedentes de trabajos en la industria.

Castro (2004) Señala que:

En Chile, el no utilizar pavimentos no impermeables da como consecuencia sobre todo en áreas de un significativo progreso urbano, considerables problemas en la evacuación de las aguas lluvias y en las condiciones de escurrimiento aguas abajo. El uso indiscriminado de estructuras de pavimento impermeables en áreas urbanas, reduce notoriamente la capacidad de recarga natural de agua en los terrenos, e



incrementa de forma considerable el volumen y el caudal del escurrimiento superficial, aumentando el riesgo de provocar inundaciones en los sectores más bajos de las urbanizaciones.

García (2011), Manifiesta que:

No obstante, en España, todavía a fecha de hoy, los sistemas de saneamiento convencionales muestran ciertas carencias que se manifiestan en forma de inundaciones, afecciones desfavorables en los medios receptores y malos olores entre otros, el pronto desarrollo de las ciudades y su impermeabilización, provocan con suma facilidad la saturación de los viejos e infra dimensionados sistemas de drenaje en periodos de lluvia.

Ramírez (2010), Señala que:

En México, debido al agotamiento de los mantos acuíferos, las investigaciones se centraron en el uso de un pavimento permeable, que ayuda a preservar el medio ambiente en el que vivimos, pues admite recuperar agua de lluvia que recoge los mantos acuíferos que son los surtidores naturales de suministro de agua de las ciudades.

Constructivo (2016)

En el Perú apenas se está introduciendo en el mercado, y su mínima penetración responde a la baja velocidad de adopción que tienen los mercados en la industria de la construcción, influenciada por el contexto cultural y regulatorio. Unicon es la empresa que inició la fabricación del concreto permeable desde el año 2011, utilizándolo en la construcción del reservorio de planta Huachipa, este tipo de concreto está pensado para proyectos enfocados en mantener este ciclo natural, pues permite la filtración y uso eficiente del agua de lluvia sin sacrificar la durabilidad de la superficie.

En la Ciudad de Vijus-La Libertad el problema permanente es la acumulación de agua en túneles subterráneos propios de la actividad minera, es así que IDI (Investigación, Desarrollo e innovación), plantea la incorporación de un material permeable en el pavimento con el objetivo de acumular volúmenes de agua en su interior, guiar a través de canales



incorporados con geomembranas, filtrar las impurezas y posteriormente poder analizar su factibilidad de reutilización y/o almacenamiento.

Los pavimentos permeables se encuentran en etapa de introducción en muchos mercados, particularmente latinoamericanos, En el caso de Trujillo aún son propuestas el incluir esta tecnología, para la solución de problemas que perturban el ciclo natural del agua en épocas de lluvia, como la que se vive cada periodo en el Fenómeno denominado: “El niño”.

Si bien el concreto como material constructor tiene más de 100 años, es en los tiempos recientes donde han surgido iniciativas por parte de los productores para elaborar algunos de tipo ecológico. Ello pretende asegurar la sostenibilidad ambiental, ya sea en su modo de fabricación o empleo. Sin embargo, para el diseño de pavimentos de concreto permeable actualmente se cuenta con normas extranjeras, a través de los métodos de American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Portland Cement Association (PCA), American Concrete Institute (ACI) 3251: Prácticas recomendadas para diseño de pavimentos de concreto. Y en el Perú los manuales brindados por el MTC: “Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos” y “Manual de hidrología, hidráulica y drenaje”.

Bustamante (2014), Encontró que:

la permeabilidad del concreto permeable elaborado con agregados de la cantera río Jequetepeque - Chilite medida a través de su coeficiente de permeabilidad es de 0.321 cm/s y se encuentra dentro del rango que normalmente posee el concreto permeable, por lo que en lo que respecta a permeabilidad este agregado es aceptable.

Castro (2009), Encontró que:

Halló que el concreto permeable cimentado en la solicitud de porcentaje interconectado de vacíos en la composición endurecida. A partir de las conclusiones obtenidas, se sugiere usar razones w/c entre 0.35 y 0.38 para compuestos de concreto permeable. Compuestos con w/c reducidos muestran mínima resistencia y considerable desprendimiento superficial de áridos.

Compuestos con w/c elevados muestran escurrimiento de la mezcla de cemento



y reducción notoria del porcentaje de vacíos.

Rosales (2017), Encontró que:

La construcción de concretos permeables en pavimentos de estacionamiento de Farmacia San Pablo Sucursal Tlahuac Culhuacan, se encuentra que estos métodos se basan y se derivan en su totalidad en la construcción de pavimentos comunes, por lo tanto, puede ser una opción a largo plazo para poder implementarlo como complemento a los drenajes de agua pluviales.

En general para la construcción de un concreto permeable, se emplean los mismos materiales que el concreto convencional; es decir, materiales cementantes, añadidos grueso, aditivo y agua. Sin embargo, el añadido fino está limitado a mínimas porciones o se retira en la composición de la mezcla. El agregado fino es clave, ya que de él depende la resistencia, el contenido de vacíos y por tanto la permeabilidad del concreto, principal singularidad de estos concretos para los fines como drenajes de aguas pluviales u otros fines de permeabilidad.

Cabe destacar que Empresas Concreteras como Cemex ya desarrollan un tipo de concreto reciclable. La empresa mexicana lleva elaborando, desde hace algunos años, el Llancreto, un producto diseñado para incluir el residuo de llanta triturada, como una forma de contrarrestar el problema ambiental que producen los neumáticos una vez que se desechan y llegan a los vertederos de basura.

También en México se inició el proceso de pisos y asfaltos permeables que deben sustituir una parte importante de esa capa impermeable hecha por el hombre; es así que crearon el Ecocreto, un pavimento ecológico, que es el producto de la composición de añadidos pétreos de granulometrías controladas, cemento, agua y el aditivo Ecocreto.

Ahora bien, las propiedades de resistencia en el concreto permeable dependen del contenido del material cementante, la relación agua-cemento, nivel de compactación, la granulometría y la calidad del agregado. Aunque el concreto permeable se ha ocupado por más de 20 años, principalmente como pavimento sus aplicaciones son de uso limitado, las investigaciones realizadas al respecto, hasta el momento han arrojado poca información relevante en el uso y aplicación de este material en problemas reales. Actualmente existen pocos procedimientos estándares para fabricar y ensayar especímenes de concreto



permeables en el laboratorio o campo, por lo que se ha optado de manera práctica, por la aplicación de los procedimientos del concreto.

El futuro del concreto permeable está sujeta a las nuevas tecnologías, materiales, investigaciones de laboratorio que den el impulso y desarrollo de diseños y especificaciones existentes. Las investigaciones hechas sobre el concreto permeable no ha tenido el impacto esperado, pues se hallan empresas que lo procesan, sin embargo, no han llegado a la demanda esperada debido a la poca resistencia a cargas de gran consideración.

Koji, investigador, Universidad de Kagawa “El concreto es el segundo producto de mayor consumo en la tierra, después del agua”.

Ingeniero Enrique, director ejecutivo de Pasquel Consultores y Control Mix Express “El cemento compone al concreto, teniendo muchos problemas con el medio ambiente. Por cada tonelada producida se arroja una tonelada de CO₂ al medio ambiente. El cemento elemento principal de muchas construcciones, genera este problema anti ecológico”.

Hoy en día la actividad la construcción se convirtió en un medidor del crecimiento de los pueblos. Cada día es necesario desarrollar proyectos que logren satisfacer las necesidades de los habitantes y que respondan a sus estilos de vida, pero este desarrollo es llamado a realizar actos responsables con el planeta que cada vez más agobiado y maltratado por las acciones y estilos de vida que resultan insostenibles, a la vez la industria del concreto es una de las actividades que más modifican el ambiente, dado que exige gran consumo de recursos naturales y produce grandes volúmenes de desechos.

En este caso el principal inconveniente es la falta de experiencia y la desconfianza de los técnicos, lo cual supone una limitación a la hora de intentar implantar pavimentos permeables. Falta de implementación de políticas de manejo y gestión de los desechos por parte de las empresas constructores en sus proyectos.

Además, el costo de un pavimento permeable es comúnmente mayor que el del pavimento convencional, ya que es una mezcla especial con procedimientos de instalación especiales que requieren personal especializado con experiencia. Y el principal indicador de la poca demanda del concreto permeable, es debido a la menor resistencia que un concreto común, por ende, los estudios hasta hoy indican que solo deben colocarse en zonas de tránsito ligero.



Lo que quiero investigar se basa en la incorporación de materiales de desecho en los compuestos de concreto permeable, puesto a que tiene la capacidad de mejorar los beneficios medioambientales del concreto permeable sin afectar significativamente sus propiedades físicas y mecánicas.

El concreto reciclado es el concreto endurecido que ha sido procesado para reutilizarse. El reciclaje de los escombros, es un sector económicamente rentable y muy organizado en algunos países europeos como Alemania y Holanda, donde unas legislaciones más restrictivas, la escasez de recursos naturales y, sobre todo, el gran valor económico que se da al suelo, ha obligado a fomentar el reciclaje desde hace muchos años con resultados muy positivos. Todos estos hechos convergen en la necesidad de investigar acerca de las características de estos residuos sólidos inertes, con el fin de conocer su idoneidad para ser aplicados por manufactura de la construcción.

Hoy en día el planeta ha sufrido muchos cambios, el Perú ha sido testigo de los azotes de la naturaleza, donde cada cierto periodo el fenómeno “El niño”, ha sido devastador para las regiones donde no se tiene sistemas de drenaje adecuados ni mucho menos plan de prevención. En tanto la característica más resaltante del concreto reutilizado como agregado, es la absorción de agua. Por eso utilizar este material como un tipo de pavimento permite permeabilidad; por lo tanto, filtración de las precipitaciones hacia la capa freática, en contraposición al asfalto tradicional que impermeabiliza el suelo y genera problemas como aniegos, estancamiento e inundación de calles.

Respecto a la implementación de concretos permeables en pavimentos se han obtenido grandes ventajas en los países industrializados, los beneficios que se han logrado son los siguientes: la recarga de acuíferos (principal fuente de agua en países europeo), el amortiguamiento de la lluvia, el aprovechamiento de la misma, y un aumento en la seguridad vial al evitar zonas de encharcamiento y congelamiento.

Las consecuencias de no hacer esta investigación, traerían consigo que cuando se habla de asfaltar, primeramente, se piensa es el concreto de asfalto o concreto hidráulico. Lo cual esta fase ha contribuido que existan cada vez menos áreas filtrantes en nuestro planeta, evitando el paso libre del agua. Además, si no se da a conocer la importancia de los desechos de estructuras de concreto como agregado para la elaboración de un pavimento de



concreto permeable, no se conocerá las ventajas de carácter social, ambiental y económico que tienen.

1.2. Formulación del problema.

¿Cuál es la influencia del porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto en las propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable, Víctor Larco, 2018?

El uso del pavimento de concreto permeable es muy limitado, además de pocos procedimientos estándares para fabricarlos y de un costo mayor al pavimento convencional; y que sus propiedades mecánicas dependen mucho de la calidad del agregado. Hasta el momento hay poca información relevante de su aplicación de este material en problemas reales por la poca resistencia a cargas de gran consideración.

1.3. Justificación.

La implementación de desechos de estructuras de concreto se presenta como otra alternativa de agregado en la elaboración de nuevas estructuras de concreto permeables, tal como el diseño de pavimentos; debido a las propiedades de permeabilidad, con esta propuesta se obtiene un costo beneficio y mejoramiento del funcionamiento de los sistemas de drenaje urbano para el agua de lluvia. Por lo tanto, los concretos permeables en pavimentos pueden llegar a ser parte de la solución a los problemas de inundaciones.

Justificación teórica:

El hallazgo continuo de nuevos procesos de construir, hacen que se minimicen impactar nuestro ambiente, orienta a su vez que sean usados en los materiales de tipo ecológico, mediante los desarrollos de la construcción sustentables se encuentran los pavimentos de concreto permeable, el cual ha sido poco usado en el mercado de la construcción, por ende esta investigación permitirá obtener nuevos conocimientos con respecto a la caracterización que debe tener los desechos de concreto y los efectos en las propiedades (resistencia, permeabilidad, módulo de elasticidad y contracción), información necesaria para el diseño de pavimento de concreto permeable.

Justificación aplicativa o práctica:

El concreto permeable elaborado con desechos de estructuras de concreto, presenta grandes ventajas sobre el concreto convencional, La mejora no es solo económicos y de estructuras, pues también ayuda al medio ambiente. Esta nueva propuesta de concreto,



pretende tener los desechos en la estructura de un pavimento de concreto permeable y por sus características traerá beneficio en el control de inundaciones, beneficio también en la mejora en la calidad de agua, fomento de la recarga de acuíferos mediante procesos que permiten percolación, recreación de zonas verdes donde pueden desarrollar hábitats y fomentar el aumento de la biodiversidad.

Justificación valorativa:

Esta investigación tiene trascendencia tanto ecológica como ambiental, La incorporación de materiales de desecho en las mezclas de concreto permeable tiene la capacidad de mejorar las condiciones ambientales para el concreto permeable sin afectar significativamente sus propiedades físicas y mecánicas. Además, tiene un gran alcance social al formularse como alternativa de solución, ya que las más grandes preocupaciones que enfrentan los habitantes no solo de la ciudad de Trujillo, sino de todo el país, son la pavimentación desordenada de caminos, estacionamientos y áreas que rodean las edificaciones con pavimentos impermeables, que, en temporadas de lluvias, se inundan y sin fin solución de sistemas de drenaje, año tras año por nuestras autoridades.

Justificación académica:

La presente investigación aportará a futuros tesis a analizar qué tan viable puede resultar la utilización del concreto permeable en construcciones, para hallar nuevos métodos de construcción que reduzcan el impacto de nuestro ambiente. El alcance de este trabajo se puede ampliar mucho más para proponer diseños de pavimentos de concreto permeable, haciéndose un reconocimiento del sitio detallado del sitio de aplicación y conocer datos como perfiles de suelo, geología, topografía y patrones de drenaje, clasificación hidrológica del suelo, humedales, pozos, etc.; guiándose de manuales extranjeros, ya que, en el Perú, en los manuales del MTC, falta de información sobre pavimentos permeables.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General.

Determinar la influencia del porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto en las propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.



1.4.2. Objetivos Específicos.

- Comparar las propiedades (resistencia, permeabilidad, módulo de elasticidad y contracción) entre un concreto permeable normal con un concreto permeable con desperdicios de estructuras de concreto.
- Definir el mejor porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto, para elaborar un concreto permeable, sin variar excesivamente sus propiedades mecánicas.
- Evaluar el efecto del tipo de agregado y contenido de mezcla de cemento en la permeabilidad para las características de un pavimento de concreto permeable.

1.5. Antecedentes.

1.5.1. “Diseño y aplicación de concreto” – COLOMBIA

Solinihac (2009), Señala que:

Evaluar las propiedades físico-mecánicas de las mezclas de concreto poroso por medio de ensayos de laboratorio utilizados para concretos convencionales, para el boceto de un concreto poroso. Ante la inexistencia de un método normalizado para el diseño de mezclas de concretos porosos, tomó como referencia el documento titulado “Laboratory study of mixture proportioning for previous concrete pavement”.

Una metodología de dosificación, a partir de la deducción de una ecuación que analiza el comportamiento de 18 mezclas de concreto poroso, con diferentes relaciones agua/cemento entre 0.29 y 0.41 y su relación existente entre el contenido de vacíos, se realizaron ensayos para determinar el asentamiento, determinar las densidades, porcentaje de vacíos relacionados con el tipo de mezcla convencional y mezcla con finos. Además de los dos tipos de mezcla, la resistencia a compresión de cilindros a diferentes edades. Un indicativo para determinar las curvas resistencia vs % de finos. La investigación concluye que el concreto poroso, por la gran cantidad de poros le otorga la propiedad mecánica de permeabilidad, haciendo que los líquidos atraviesen la estructura con mayor facilidad que el concreto convencional; además que el añadido grueso de ½” pulgada en la composición, permitiendo una alta manejabilidad de la mezcla.

Este estudio será de sustento en la preparación de la mezcla de un concreto



permeable debido a que el mejor tamaño de agregado debe ser menor igual $\frac{1}{2}$ ", además que la resistencia promedio a la compresión y a la flexión de una mezcla con finos, es 7.71% y 3.0% mayor que una mezcla sin finos, teniendo punto de partida el escoger una mejor calidad de agregados para mejorar sus propiedades mecánicas.

1.5.2. "Comportamiento del concreto permeable usando agregado grueso de las canteras, el Carmen, Aramuaca y la pedrera, Zona oriental del SALVADOR"

Zelaya (2013). Señala que:

Efectuar un Estudio del Comportamiento del Concreto Permeable en relación del tipo de añadido grueso usado. De las canteras seleccionó una muestra representativa para evaluar sus características de los agregados (pruebas de laboratorio) y con lo cual elaboro un diseño de mezcla para el concreto permeable, en tres tipos de especímenes evaluado a una edad específica (7, 14, 28 días), su resistencia a la compresión, flexión, prueba de infiltración. Se realizaron los ensayos para conocer sus propiedades mecánicas e hidráulicas de las canteras, para representar por medio de graficas la resistencia a compresión vs permeabilidad y resistencia a flexión vs permeabilidad, para cada edad de concreto, donde se determinó el uso del concreto permeable con el añadido grueso de tamaño de $\frac{3}{8}$ " de las canteras y según las ensayos de ASTM C-132 Y ASTM C-72 su ideal consistencia para superficies de reducida magnitud de carga. Y según la prueba ASTM C 1701 ensayo de permeabilidad del concreto permeable, se concluyó que no es adecuado la instalación de pavimentos de concreto permeable en lugares donde exista excesiva cantidad de arcilla y sea del tipo arcilla limosa, puesto que necesita una gran restitución del suelo y la capa de base granular sea superior, lo que genera un incremento de desembolso económico.

Este estudio aportará a nuestra investigación ya que se estableció una relación entre la resistencia a la compresión, flexión y permeabilidad para agregados de tamaño nominal de $\frac{3}{8}$ ", que basándose en los reglamentos ASTM y ACI se pudo conocer que los pavimentos de concreto permeable no son muy adecuados instalarlos en suelos donde haya mucho contenido de arcilla.



1.5.3. “Diseño de un concreto permeable para la recuperación de agua” – MÉXICO.

Sandoval (2014) Señala

La Investigación de novedosos métodos de construcción que disminuya el impacto de nuestro medio ambiente y el manejo del agua de lluvia. En la investigación, se diseñó un concreto permeable para su uso en locales de limpieza de autos, de forma que el agua pueda reutilizarse, para su tratamiento o bien para descarga en los sistemas de alcantarillado con menor carga de contaminantes. Usándose aditivos al mismo cemento, así como ceniza volante y arena de sílice, en diferentes especímenes de los cuales serán sometidos a la prueba de resistencia de acuerdo a la norma ASTM C31 y la capacidad de permeabilidad para el flujo laminar de agua. Las pruebas presentaron el concreto sin agregado fino y humo de sílice como adicional al 15%, genera a los 21 días, propiedades de consistencia solicitada para esta práctica. Que determinó que el humo de sílice es un añadido apropiado, en balance con las cenizas volantes, en el desarrollo de pavimento con concreto permeable en estaciones de lavado de autos. Con las cantidades usadas, se presentó que a medida que se eleva la concentración de humo de sílice se eleva la consistencia del concreto.

Este estudio nos brinda un análisis de los aditivos como el humo de sílice, el cual mejora las propiedades de resistencia a la compresión para un pavimento de concreto permeable, de las cuales por los antecedentes se sabe que esta tiene poca resistencia a la compresión y en la búsqueda de concretos ecológicos el humo de sílice es de buena recomendación.

1.5.4. “Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas” – GUATEMALA

Marroquín, (2012)

Reciclar desechos de concreto y verificar las características físicas y propiedades mecánicas, proveniente de los ensayos realizados en laboratorio. Se presenta el desempeño del concreto elaborado, la caracterización de agregado de concreto reciclado, la evaluación de las



propiedades físicas y mecánicas, de acuerdo a las especificaciones de las Normas ASTM C-33; en testigos cilíndricos con mezclas con agregado natural y agregado reciclado. Para conocer el comportamiento del concreto reciclado, se evaluaron las propiedades físicas y mecánicas de un agregado natural fino y grueso, conforme las Normas ASTM, y con los datos obtenidos, se determinó que los agregados de estos bancos cumplen con la mayoría de las especificaciones. Dándose a conocer que el agregado grueso reciclado cumple con las especificaciones físicas y mecánicas, sin embargo, posee un alto desgaste a sulfatos, el cual es de 55,70 por ciento mientras que la especificación de la norma es del 12 por ciento como máximo.

Este estudio aporta un análisis de las propiedades de las propiedades de concreto reciclado como agregado, estudio de sus propiedades tanto físicas como mecánicas de las cuales servirá de base para elaborar un pavimento de concreto permeable y tener en cuenta que el agregado grueso reciclado posee un alto desgaste a sulfatos.

1.5.5. "Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra"

Jordán, (2014) Indica

Conocer los procesos de variación del comportamiento estructural del concreto, elaborados con diferentes porcentajes de agregados gruesos reciclados, para su respectiva utilización, determinando las resistencias a la compresión. Se ejecutó el diseño de mezclas de acuerdo al método de diseño ACI 211, para testigos cilíndricos con diferentes porcentajes de agregado grueso reciclado (0 % AR, el 25 % AR, el 50 % AR y el 100 % AR) para resistencias a compresión de $f_c = 210 \text{ Kg/Cm}^2$ y $f_c = 175 \text{ Kg/Cm}^2$, a los 7, 14, 28 días de curado. Se realizaron ensayos a compresión de las muestras para determinar su resistencia según varía el porcentaje de agregado grueso añadido, para observar el porcentaje de resistencia requerida estándar en 7, 14 y 28 días. Donde la pasta con un añadido de 25% de agregado de concreto reciclado según los resultados, presentan que se tiene un incremento de la consistencia a la compresión de manera ascendente y



homogéneo, sin embargo los gastos operativos en la producción del mismo son más elevados en comparación con la utilización del 50% de agregado de concreto reciclado, debido a que en esta proporción genera el uso de mayor cantidad de agregado grueso natural.

Este estudio nos indica que el uso de concreto reciclado es viable y cumple con los parámetros estándar de resistencia a la compresión, aun una menor resistencia que un concreto convencional pero una mejor absorción, debido a la porosidad de sus partículas.

1.5.6. “Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera río Jequetepeque y el aditivo Chemaplast”

Benites, (2014) Determina que:

Las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable, usando agregados de la zona, para combatir el aumento de escorrentía superficial. Se ejecutó diseñando una mezcla utilizando el valor medio del intervalo sugerido de la relación cemento - agua, con un porcentaje de vacíos del 20% y con el valor medio de un aditivo tipo A, se han moldeado y curado probetas para luego de 7, 14 y 28 días probarlas a compresión y permeabilidad obteniendo resultados donde la resistencia promedio es de 6.030 MPa, 7.148 MPa y 7.556 MPa respectivamente siendo baja pero que está dentro del rango de 2.8 MPa a 28 MPa que especifica la norma ACI 522R-1 O y la permeabilidad calculada a través de su coeficiente permeabilidad promedio es de 0.321 cm/s que oscila entre 0.2 cm/s a 0.54 cm/s que también indica la norma antes mencionada.

Este estudio aporta a nuestra investigación ya que se determinó del coeficiente de permeabilidad para agregados de la cantera de la misma zona, la cual se encuentra dentro del rango que posee el concreto permeable según las normas ACI, por ser una zona cercana a nuestra región, es un indicador de que los agregados son adecuados para la elaboración de un concreto permeable.



1.6. Bases Teóricas

1.6.1. Concreto

Polanco (2012) señala que:

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y adhesivo. El adhesivo, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), formando un volumen semejante a una roca ya que la plasta endurece a la acción química entre el cemento y el agua”.

Sánchez (2001) señala que:

Es un material de construcción que resulta de la combinación del cemento, que puede llegar a ocupar de un 7% un 15% de mezcla y tiene propiedades de adherencia y cohesión que pueden dotar de una buena resistencia de compresión, del agua que ocupa entre un 14% y 18% de mezcla que hidrata el cemento por medio de complejas reacciones químicas y como tercer importante componente, el añadido definido como material pasivo, de forma granular artificial o natural, encontrándose separado en fracciones finas (arenas) y fracciones gruesas (gravas). Se puede concluir que el concreto es un insumo perdurable, consistente y cohesivo con forma indefinida, debido que es una mezcla dúctil.

1.6.2. Concreto permeable

Rosales, 2017 señala que:

El concreto permeable se define como un concreto hidráulico y poroso, debido al mayor contenido de vacíos a diferencia del concreto convencional, cuyas propiedades están dadas por el contenido de agregados finos, agregados gruesos, agua y cemento y la propiedad de porosidad se obtiene mediante un alto contenido de vacíos interconectados.

Según (ACI 522R-10), el concreto permeable tiene un cero slump, combinado por cemento portland, agregado grueso, muy poco de agregado fino, aditivos y agua. La mezcla de estos produce un material endurecido con poros conectados, que van de 2 mm a 8 mm, poros que permiten el paso del agua de manera fácil. El contenido de vacíos puede variar desde 18 a 35%, en las resistencias de 2.8 a 28 MPa. Su capacidad de drenaje depende del tamaño del agregado y de la densidad de la mezcla, pero generalmente oscila en el rango de 81 a 730 l/min/m² lo que equivale a un factor de permeabilidad en un intervalo entre 0.2 a 0.54 cm/s.



Figura 1: Textura del concreto Permeable.

Fuente: www.revistacyt.com.mx

1.6.3. Propiedades del Concreto Permeable

Pacompa (2015) “Las propiedades del concreto permeable son dependientes de la composición de sus materiales, diseño de mezclas y proceso constructivo”.

Generalmente dependen de su contenido de material cementante, la relación agua-cemento (a/c), el nivel de compactación, la escala del agregado y su calidad, es por eso que se muestra las siguientes características:



1.6.3.1. Propiedades en estado fresco

a. Peso Unitario

Flores (2015) señala que “El peso unitario del concreto permeable en estado fresco en general se intercala entre el 70% y 85% de una pasta nueva de concreto usual, variando entre 1,600 a 2,000 kg/m³, necesitando del porcentaje de vacíos de diseño del mismo”. (p.30).

b. Revenimiento (slump)

También conocido como asentamiento generalmente es utilizado para calcular la resistencia de una pasta de concreto fresco.

En la norma ASTM C143 (2000) describe que:

Cuanto más alto sea este, conlleva que más húmeda es la mezcla, el proceso de la ejecución de esta prueba esta descrito en. Sin embargo la mezcla del concreto permeable se determina por ser de “cero asentamiento (slump)” y al ser calculado mayormente se obtienen valores de 0 a 1 cm.

Rivva (1999) indica:

El método de evaluación utilizado es conocido como método de cono de asentamiento, de Abrams, o de slump, y define la resistencia de la mezcla por el asentamiento, medido en pulgadas o milímetros, de una masa de concreto que previamente ha sido colocada y compactada en un molde metálico de dimensiones definidas y sección tronco cónica.

c. Contenido de vacíos (porosidad)

La capacidad de vacíos se evalúa como porcentaje de aire, y directamente en relación con el peso unitario de una pasta dada de concreto permeable. La capacidad de vacíos es mayormente dependiente de varios factores: gradación del agregado, el contenido de material cementante, la relación agua-cemento (a/c) y el nivel de compactación.

En una serie de ensayos de laboratorio, la energía de compactación concentrada en el desarrollo de un concreto permeable, depende de sobremanera en el porcentaje de vacíos y por consecuencia en su peso volumétrico. Para una sola pasta de concreto permeable, compactado con ocho niveles diferentes de esfuerzo, los valores de peso de unidades producidas, variaban desde 1680-1920 kg/m³.



Según Pacompia 2015, “de acuerdo a la magnitud de la porosidad, incrementa la consistencia a la compresión que hace progresar un concreto permeable reduce, en cambio si disminuye la porosidad la consistencia a la compresión se incrementa”.

Estudios han determinado que el porcentaje de vacíos para concretos permeables se encuentran entre 14% a 31%. Usándose mayormente un porcentaje de vacíos entre 15% a 25% para obtener resistencias a la compresión mayores a 240 kg/cm².

1.6.3.2. Propiedades en estado endurecido

a. Resistencia a la compresión

Según la norma ASTM C39, la resistencia a la compresión puede ser determinada como la más alta medida de consistencia que ofrezca un ejemplar de concreto a una carga axial. La resistencia a la compresión que desarrolla el concreto permeable es sólidamente dependiente del esfuerzo de compactación en el transcurso de la colocación. La fuerza de compresión de la prueba se evalúa al dividir proporcionalmente la carga más alta durante la prueba e inversamente el área calculada del ejemplar.

b. Resistencia a la flexión

Pérez, 2009 señala:

La consistencia a la flexión es una de las singularidades más importantes que presenta el concreto permeable, cuya consistencia a la flexión es superior que la del concreto hidráulico convencional, mayor en 30% de la consistencia a la compresión, es decir relativamente superior que en el concreto convencional.

c. Permeabilidad

Meininger (1988) indica que:

Una de los comportamientos más importantes del concreto permeable es su capacidad para purificar agua por medio de matriz y su magnitud, es medida por la tasa de filtración del concreto permeable que relacionado directamente con el contenido de vacíos. La cualidad de filtración del concreto permeable comúnmente se halla en el intervalo de 0.2 a 0.54 cm/s). Para que se confirme el flujo del agua se aconseja al menos el 15% del contenido de vacíos.



d. Absorción acústica

Neithalath (2005)

Constando con evidencia de un gran volumen de poros conectados de manera interna siendo de magnitudes notables en el material, el concreto permeable es superiormente eficaz en inhibición acústica. El material logra ser utilizado como medio para disminuir el ruido que desprende de la acción del roce neumático-pavimento en accesos de concreto. “El concreto convencional, por ejemplo, tiene típicamente un coeficiente de absorción de 0,03 a 0,05”.

e. Durabilidad

ACI 522R-10 (2010)

La rigidez del concreto permeable avizora la vida útil bajo los requisitos ambientales dados. Los efectos físicos que influyen negativamente en la consistencia del concreto, la expone a temperaturas extremas y el proceso de productos químicos como ácidos y sulfatos. No se han hecho pruebas sobre la consistencia de concreto permeable al ataque agresivo por los sulfatos o agua ácida; la rigidez del concreto permeable bajo condiciones de congelación – descongelación, tampoco está bien documentada.

f. Resistencia al deshielo y congelamiento

Kerkhoff (2004)

Se prevé que el concreto permeable utilizado en asfaltos, llegue a su edad productiva y no utilice mucho mantenimiento. Cuando el agua se congela, se dilata en aproximadamente un 9%. El incremento de cristales de hielo expandidos desplaza el agua. Si los microporos en la mezcla están impregnados o casi saturados durante el procedimiento de congelación, entonces la presión hidrostática se aglomera dado que la congelación progresa.

1.6.4. Componentes del concreto Permeable

Los insumos de la elaboración de concreto permeable no difiere a los utilizados para un concreto usual, aunque el uso de agregado fino está limitado casi en su generalidad.



1.6.4.1. Materiales con agregados de cemento (Cemento portland)

ACI 522R-10 (2010) Contempla que:

El cemento Portland satisface las solicitudes de las normas ASTM C150, C595, o C1157, utilizado como el adicionante principal. Como opción utilizar insumos complementarios como es la ceniza volante, el cemento residual y el humo de sílice, los cuales deberán satisfacer los requisitos de las normas ASTM C618, C989 y C1240, respectivamente.

Solminihac (2002), afirma que: “Una mayor dosificación de cemento generará un concreto más resistente, pero adicionarle bastante cemento reducirá el porcentaje de vacíos interconectados en el concreto, disipando su capacidad de infiltración.”

1.6.4.2. Los agregados

Charca (2012)

Por lo general se utilizan aditivos gruesos redondeados triturados. Los de gran tamaño, texturas más ásperas de forma circular demandan altas resistencias, Siendo que los de menor tamaño pequeño y textura suave son más cómodos de ubicar muy a pesar que necesitan una mayor cantidad de cemento.

El ACI 211.3R-02 recomienda que: “las granulometrías de agregado grueso a ser utilizadas, deben de satisfacer la exigencia respecto al tamaño y gradación según la norma ASTM C33 (Figura 2.11) o ASTM D448”. Estas son No. 67 (3/4” a No. 4), No. 7 (1/2” a No. 4) y No 8 (3/8” a No. 16).



REQUISITOS GRANULOMETRICOS ASTM C-33 PARA AGREGADO GRUESO														
TAMAÑO N°	TAMAÑO NOMINAL EN PULGADAS	PORCENTAJES PASANTES EN PESO PARA CADA MALLA STANDARD												
		4" (100 mm)	3 1/2" (90mm)	3" (75 mm)	2 1/2" (63 mm)	2" (50 mm)	1 1/2" (37.5 mm)	1" (25mm)	3/4" (19mm)	1/2" (12.5 mm)	3/8" (9.5 mm)	N° 4 (4.75 mm)	N°8 (2.36 mm)	N°16 (1.18 mm)
1	3 1/2" a 1 1/2"	100	90 a 100	-----	25 a 60	-----	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----	-----
2	2 1/2" a 1 1/2"	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----	-----
3	2" a 1"	-----	-----	-----	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----	-----
357	2" a Malla # 4	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	-----	0 a 5	-----	-----
4	1 1/2" a 3/4"	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	-----	0 a 5	-----	-----	-----
467	1 1/2" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	35 a 70	-----	10 a 30	0 a 5	-----	-----
5	1" a 1/2"	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-----	-----	-----
56	1" a 3/8"	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-----	-----
57	1" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	100	95 a 100	-----	25 a 60	-----	0 a 10	0 a 5	-----
6	3/4" a 3/8"	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-----	-----
67	3/4" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	-----	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-----
7	1/2" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-----
8	3/8" a Malla # 4	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	85 a 100	0 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: ASTM C-33

Tabla 1: Requisitos granulométricos ASTM C-33 para agregado grueso.

Fuente: Norma, American Society for Testing and Materials - ASTM, Norma Técnica Peruana - NTP, y la Norma American Association of State Highway and Transportation Officials – ASSHTO

Propiedades físicas

Los ensayos realizados nos permiten conocer las propiedades físicas del agregado y diseñar un concreto permeable aceptable, las condiciones de los ensayos ponen a prueba a los agregados, su respuesta condiciona y pronostica su comportamiento durante el vaciado y en el concreto terminado. Los ensayos normalizados por la ASTM-C33 están descritos en la siguiente tabla.



ENSAYO - NORMA	ASTM	NTP	AASHTO
Análisis Granulométrico – Agregado Grueso	C 136	400.012	T27
Peso Unitario	C 29	400.017	T19
Desgaste de Agregado – Método de los Ángeles	C 131	400.019	T96
Gravedad Específica y Absorción	C 127	400.021	T81

Tabla 2: Propiedades físicas de los Agregados para su aceptabilidad

Fuente: Norma, American Society for Testing and Materials - ASTM, Norma Técnica Peruana - NTP, y la Norma American Association of State Highway and Transportation Officials – ASSHTO

1.6.4.3. Agua

Para producir concreto se puede utilizar en su mayoría diversa agua natural que sea potable y que no tenga olor y sabor pronunciado. Las impurezas excesivas en el agua no sólo pueden afectar el tiempo de fraguado y la resistencia del concreto, sino también pueden ser causa de eflorescencia, manchado, corrosión del esfuerzo, inestabilidad volumétrica y una menor durabilidad. El agua que contiene menos de 2,000 partes por millón (ppm) de sólidos disueltos totales generalmente puede ser utilizada de manera satisfactoria para elaborar concreto. (Polanco 2012), satisfaciendo los requisitos de la norma NTP 339.088, y ASTM C 109M.

1.6.4.4. Aditivos

Al igual que en el concreto usual, éstos son usados en concretos permeables para lograr propiedades especiales. Así mismo deben satisfacer los requisitos de la norma ASTM C494.

1.6.5. Tipos de Concretos permeables en pavimentos

Myers (2013) señala:

Los concretos permeables en pavimentos usuales son diseñados para el tráfico de vehículos, mayormente estos están compuestos en una o más capas superpuestas de material de pavimento compactado y sellado superficial. Un aspecto integral de diseño de pavimento convencional, Se



apoya en bloquear la entrada de agua en el suelo, a través del sello o las juntas de pavimentación, para proteger la consistencia de la capa sub base y base. Con respecto a pavimentos permeables, existen dos grupos de pavimentos que se clasifican de acuerdo al tipo de material de su capa de rodadura; pavimentos de asfalto poroso y pavimentos de concreto poroso.

1.6.5.1. Pavimentos permeables en asfalto poroso

Ferguson (2005) señala:

Este tipo de pavimento poroso es el más antiguo, data de los años 70s. Este pavimento consta de una capa de rodadura, conformada por una mezcla bituminosa de asfalto en pequeñas cantidades y agregados de tamaño grueso uniformemente gradados (Azzout, 1994).

Al aumentar el porcentaje de vacíos, la superficie se hace más permeable, permitiendo que el agua se infiltre a la zona de almacenamiento o amortiguamiento, lo que mejora la tracción, la visibilidad y disminuye la escorrentía superficial en temporadas lluviosas en la superficie implementada.

1.6.5.2. Pavimentos permeables en concreto poroso

Ferguson (2005) señala:

Este pavimento consta de una capa de rodadura, conformada por una mezcla de agregados gruesos uniformemente gradados, cemento y agua. Debido a que tiene un alto contenido del porcentaje de vacíos, su resistencia es menor, es por ello que la mezcla se desarrolla con una relación agua cemento baja para aumentar la resistencia. La mezcla para pavimento permeable, es una mezcla que ocasiona una estructura porosa de célula abierta por donde el agua puede fluir.

1.6.5.3. Pavimentos Porosos

Scholz (2006)

El problema común entre el pavimento poroso de concreto y el pavimento poroso asfáltico, es la obstrucción de sus poros, generalmente ocurre al plazo de los tres años de su instalación. Esta obstrucción obliga a que estos



sistemas sean eliminados por completo y posteriormente sustituido; el reemplazo frecuente de estos tipos de técnicas hace que sea poco práctica y costosa.

Fletcher (2008)

Estos pavimentos son diseñados para permitir la infiltración de las aguas de lluvia a través de las diferentes capas de base. Este diseño permite el manejo de agua, ya sea recolectándola para su posterior reutilización o liberándola lentamente en suelos subyacentes o en sistemas de drenaje de aguas pluviales.

1.6.6. Concreto reciclado con escombros.

1.6.6.1. Concreto Reciclado.

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053, lo llama Granulado de concreto y lo define como el material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados, también como aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje.

Marroquín, 2012

El concreto reciclado es el concreto endurecido que ha sido procesado para reutilizarse. El reciclaje de los escombros, es un sector económicamente rentable y muy organizado en algunos países europeos como Alemania y Holanda, donde unas legislaciones más restrictivas, la escasez de recursos naturales y, sobre todo, el gran valor económico que se da al suelo, ha obligado a fomentar el reciclaje desde hace muchos años con resultados muy positivos.

1.6.6.2. Agregado Reciclado.

Martínez y Mendoza (2005) afirma que “Los agregados gruesos producto de la trituración de concreto, se les llama agregados reciclados”. (p. 02)

Limbachiya (2003) declara que “los agregados reciclados están constituidos de partículas chancadas y graduadas, provenientes de materiales que han sido usados en construcción (como concreto o albañilería de ladrillo)” (p. 25).



Los agregados de concreto reciclado, limitan el contenido de la albañilería a no más del 5%. Estos últimos tipos de agregado tienen muy pocas restricciones de uso en las normas británicas (como la BS 8500-2), cuya orientación es cubrir sólo materiales gruesos. También se restringen los usos a aplicaciones en cimentaciones, pavimentos, y concreto reforzado o pre-esforzado en condiciones ambientales que no sean severas.

1.6.6.3. Propiedades del agregado de concreto reciclado

a. Granulometría.

Las fracciones de los agregados de concreto reciclado se intercalan según el proceso de trituración que se practique, lográndose seleccionar mediante minúsculos ajustes

En el principio del proceso de las trituradoras. El porcentaje de agregado grueso que se intercala, varía entre 70% y 90% del total del agregado procesado, Este porcentaje deriva el tamaño máximo del agregado grueso de concreto reciclado elaborado y de la composición del concreto original.

Arriaga (2013), afirma que: “La partícula de gránulo del agregado de concreto reciclado, para una igual dimensión máximo de agregado, muestra minúsculas variaciones dependiendo esencialmente del sistema de trituración utilizado y en baja medida de la calidad del concreto original”.

b. Forma y textura superficial.

Bojaca (2013)

La presentación de mezcla para mortero de unión que queda adherido a los agregados del concreto original, origina que la textura de los agregados de concreto reciclado sea más rugosa y porosa en comparación a la de los agregados naturales como resultado del proceso de trituración. Aún que el coeficiente de forma del agregado de concreto reciclado es parecido al que puede presentar el agregado natural. En una indagación se tuvo un coeficiente de forma para el agregado grueso reciclado de 0,24 y de 0,31 para el agregado natural grueso.

Rodríguez (2001) afirma que “para el agregado reciclado que procede de cilindros de prueba desechados, se establecieron una forma piramidal con textura rugosa.”



Densidad y absorción.

La resistencia del agregado de concreto reciclado es mínima en comparación a la del agregado natural, debido a la mezcla de cemento que queda adherida a los granos. La densidad del agregado de concreto reciclado varía entre 2100 y 2400 kg/m³, siendo que la densidad saturada con superficie seca oscila entre 2300 y 2500 kg/m³, por lo que en todos los casos se pueden considerar estos agregados de densidad normal.

Absorción promedio del 10% para el concreto con agregado reciclado es similar a una superior permeabilidad ante al concreto con agregado natural del 43%. Humedad de absorción promedio 7,8% para el concreto con agregado reciclado similar a una mayor permeabilidad ante el concreto con agregado natural del doble.

Bojaca (2013) señala que:

La percepción es una de las propiedades físicas del agregado de concreto reciclado que muestra una superior diferencia con respecto al agregado natural, debido a la elevada absorción de la mezcla que queda incorporada a él. Los aspectos más resaltantes que determinan en la densidad como son la impregnación del agregado de concreto reciclado son: la dimensión de del agregado, la calidad del concreto original y las técnicas de procesamiento.

c. Desgaste en máquina de los ángeles.

La partícula de concreto reciclado, presenta un gran desgaste en la máquina de los ángeles; ya que en el ensayo se elimina toda mezcla de mortero que queda impregnado al agregado, igual a la reducción de peso propio del agregado natural. En una investigación nacional se encontró un deterioro promedio en la máquina de los ángeles del 45% frente a un 25% de la muestra patrón. En otra similar, por su parte, se encontró un desgaste promedio en la máquina de los ángeles del 40,5% frente a un 30,3% de la muestra patrón.

Bojaca (2013) señala que:

La estimación esperada del coeficiente de los ángeles del agregado de concreto reciclado, podría ubicarse en un intervalo amplio de entre 25-42%, infiriendo entre otros factores del tamaño de los gránulos y de la calidad del concreto original, así como del propio coeficiente de los ángeles del agregado natural que contenga.



1.6.6.4. Propiedades químicas y durabilidad

a. Contenido de cloruros

Los gránulos de concreto reciclado, podrán presentar un contenido considerable de cloruros, en dependencia de su origen del concreto usado como materia prima, especialmente en concretos procedentes de obras marítimas, puentes o pavimentos mostrados a las sales para el deshielo. Así también los concretos en los que se haya utilizado aditivos acelerantes, pueden también tener una alta cantidad de cloruros.

Arriaga (2013) señala “En general, cuando el concreto no han estado expuestos a estas condiciones, los valores tanto de los cloruros solubles en agua como de los cloruros totales suelen oscilar entre 0,001-0,005%.”

b. Contenido de sulfatos

Puede encontrarse un elevado índice de sulfatos en los gránulos del concreto cuando el concreto proviene del reciclado de una edificación. Los sulfatos combinados que muestre en la mezcla de cemento originan tener problemas en el concreto nuevo, originado por la carbonatación que puede sufrir la ettringita que produce su descomposición en sulfatos.

Será necesario eludir la presencia de impurezas como el yeso que podrían originar dilataciones en el concreto.

Arriaga (2013) señala que “Una medida probable para disminuir el contenido de yeso es suprimir los tamaños más finos del agregado de concreto reciclado, Pues en ellos donde se congrega una alta cantidad de yeso.”

c. Resistencia a la helada

Arriaga (2013), manifiesta que:

La consistencia a temperaturas bajas de los gránulos naturales, se evalúa usualmente mediante la reducción de peso experimental, al practicarlos a cinco ciclos con soluciones de sulfato magnésico. Se pueden utilizar también procedimientos en los que se somete el agregado directamente a diez ciclos de hielo-deshielo en agua. Al igual que en otras propiedades, la calidad del concreto de origen y el tipo de procedimiento aplicado infieren de forma resaltante en la calidad del agregado de concreto reciclado.



d. Reacción álcali-agregado

Arriaga (2013) afirma que:

Si el contenido de alcalinos en el concreto es alto, ciertos tipos de agregados pueden presentar los álcalis del cemento en ambiente húmedo, originando una mezcla gelatinosa que produce expansiones en el concreto. Favorece estas reacciones la utilización de agregado de concreto reciclado, pues adiciona un elevado contenido de alcalinos originado por la mezcla que lleva adherida.

1.6.6.5. Mortero adherido

Lo que diferencia de los agregados naturales, es que el agregado grueso de concreto reciclado posee una cierta cantidad de mortero adherido. Siendo el mortero el autor de las singularidades que se hallan entre las propiedades de un agregado natural y un agregado de concreto reciclado antes mencionadas: alta densidad, alta absorción, alta susceptibilidad a las heladas, reacción álcali agregado y ataque de sulfatos, entre otros. Estas características afectan, a su vez de manera negativa a las del concreto: módulo de elasticidad, retracción, flujo plástico y problemas asociados a la durabilidad.

Arriaga (2013) “Mientras más elevado es el contenido de mortero adherido que presenta el agregado de concreto reciclado, se descartará la no utilización del mismo”. (p 28)

1.7. Definición de términos básicos

❖ Concreto

Es la unión de cemento, agua, aditivos, grava y arena lo que nos da una mezcla llamada concreto. La adecuada dosificación es indispensable para poder preparar un concreto con las normas de calidad requeridas.

❖ Concreto permeable

Es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivos y agua. La combinación de estos ingredientes produce un material endurecido con poros interconectados, cuyo tamaño varía de 2 a 8 mm lo que permite el paso de agua.



❖ **Desperdicio**

Son aquellos materiales que son desechados, los cuales mantiene cierta división de seguridad y origen siendo encontrado en muchos campos de investigación científica y producción industrial.

❖ **Estructuras**

Es un ensamblaje de elementos que mantiene su forma y su unidad, cuyos objetivos son, resistir cargas resultantes de su uso y de su peso propio y darle forma a un cuerpo, obra civil o máquina.

❖ **Estructuras de concreto**

Conjunto de elementos que forman entre si un orden constructivo, que cumplen funciones específicas y de diferentes materiales las cuales van creando un sistema constructivo que debe cumplir con las funciones que el proyecto arquitectónico demanda tanto en la forma como en el programa arquitectónico de los espacios para así satisfacer las necesidades de los usuarios.

❖ **Influencia**

Hace referencia al efecto o consecuencia que puede tener una cosa sobre otra, es decir, se emplea para denotar la repercusión de algo en la función de una persona u objeto que pueda manipularse.

❖ **Pavimento**

Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente.

❖ **Pavimento de concreto permeable**

La principal característica de los pavimentos de Concreto permeable es permitir la infiltración del agua a través de su superficie, para su posterior evacuación. El pavimento es el resultado del espesor y la sub-base, para la capacidad de embalse y permeabilidad.

❖ **Porcentaje**

Número o cantidad que representa la proporcionalidad de una parte respecto a un total que se considera dividido en cien unidades.



❖ **Propiedades mecánicas**

En ingeniería, las propiedades mecánicas de los materiales son las características inherentes y se diferencian un material de otro. Hay que tener en cuenta el comportamiento que puede tener un material en los diferentes procesos de mecanización que pueda tener, resistencia a la fluencia, resistencia a la tracción, resistencia a compresión, entre otras.

❖ **Víctor Larco**

Uno de once distritos de la provincia de Trujillo, ubicada en la región La Libertad. Situado hacia el sur con Moche, hacia el oeste limita con el océano Pacífico. Limita hacia el norte con los distritos de Huanchaco y distrito de Trujillo y hacia el este limita también con el distrito de Trujillo. Actualmente tiene una población de 55.738 hab. en una superficie de 18.02 km².

1.8. Formulación de la hipótesis

1.8.1. Hipótesis General.

El empleo de desperdicios de estructuras de concreto será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad, eleva la resistencia a la flexión, eleva la adsorción acústica y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.

HIPÓTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La utilización de desperdicios de estructuras de concreto será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad, aumenta la resistencia a la flexión, aumenta la adsorción acústica y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	1. Desperdicios de Estructuras de Concreto. 2. Pavimento de Concreto Permeable.	Desperdicios de Estructuras de Concreto	Mejora	La ciudad de Trujillo	2017



1.8.2. Hipótesis Específico

La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 15% será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad en un 5%, aumenta la resistencia a la flexión en un 5%, aumenta la adsorción acústica en un 10% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 01	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	VARIABLES	UNIDAD DE ANÁLISIS	CONECTOS LÓGICOS	EL ESPACIO	EL TIEMPO
La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 15% será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad en un 5%, aumenta la resistencia a la flexión en un 10%, aumenta la adsorción acústica en un 5% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.	3. Desperdicios de Estructuras de Concreto. 4. Pavimento de Concreto Permeable.	Desperdicios de Estructuras de Concreto	Mejora	La ciudad de Trujillo	2017

Tabla 4(a): Hipótesis Especifica 01.



La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 20% será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad en un 7%, aumenta la resistencia a la flexión en un 10%, aumenta la adsorción acústica en un 5% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 02	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 20% será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad en un 7%, aumenta la resistencia a la flexión en un 10%, aumenta la adsorción acústica en un 5% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.	Variables	Unidad de análisis	Conecto res lógicos	El espacio	El tiempo
	5. Desperdicios de Estructuras de Concreto.	Desperdicios de Estructuras de Concreto	Mejora	La ciudad de Trujillo	2017
6. Pavimento de Concreto Permeable					

Tabla 4(b): Hipótesis Especifica 02.



La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 25% será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad en un 3%, aumenta la resistencia a la flexión en un 15%, aumenta la adsorción acústica en un 15% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 03	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 25% será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad en un 3%, aumenta la resistencia a la flexión en un 15%, aumenta la adsorción acústica en un 15% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
	7. Desperdicios de Estructuras de Concreto.	Desperdicios de Estructuras de Concreto	Mejora	La ciudad de Trujillo	2017
8. Pavimento de Concreto Permeable.					

Tabla 4(c): Hipótesis Especifica 03.



II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Material:

a) Materiales

Materiales de escritorio

- Hojas de papel bond
- Lapiceros
- Laptop

Instrumentos secundarios o auxiliares

- Cinta métrica
- Jalones
- Palanas

Software

- Excel office 2010
- Word office 2010
- AutoCAD 2018
- S10

Fuentes

- Reglamento nacional de edificaciones
- Libros
- Tesis
- Informes

b) Humano.

Gustavo Guerrero Soza

Josualdo Carlos Villar Quiroz

c) Servicios.

d) Otros

2.2. Material de estudio

2.2.1. Población.

En la presente investigación tiene como población 45 probetas, 18 probetas para evaluar la propiedad mecánica de la Resistencia a la Compresión, 18 probetas para evaluar la propiedad mecánica de la Resistencia a la Flexión y 9 para evaluar la propiedad de permeabilidad; de distintos diseños de mezclas de concreto permeable.

2.2.2. Muestra.

En la presente investigación tiene como muestreo **no probabilístico**, porque los resultados no generalizan a toda la población, las muestras serán distintas para cada proceso y el tipo de muestreo es por Juicio de expertos, porque la muestra se selecciona basándonos en investigaciones similares de estudios de concreto permeable con porcentaje de residuos de concreto, información que nos permite escoger la mejor opción de muestreo.

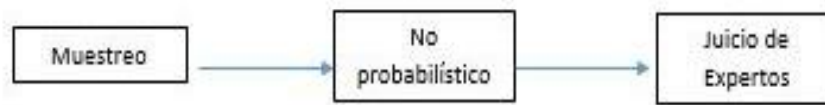


Figura 2. Tipo de Investigación.

Se analizarán 3 probetas cilíndricas para cada porcentaje a juicio de experto:

- 2 probetas serán con agregado añadido de desperdicios de estructuras de concreto.
- 1 probeta sin adiciones, pura mezcla de concreto.

Esto se aplicará para las propiedades de resistencia a la compresión, flexión y permeabilidad.

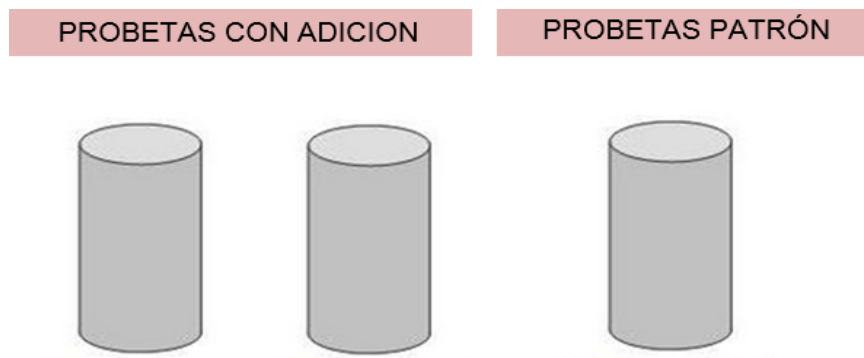


Figura 2. Tipo de Investigación.



Propiedades Mecánicas evaluadas					
Resistencia a Compresión	N° probetas	Resistencia a Flexión	N° probetas	Permeabilidad	N° probetas
15 %	6	15 %	6	15 %	3
20 %	6	20 %	6	20 %	3
25 %	6	25 %	6	25 %	3
$\Sigma = 45$ probetas					

Tabla 05: Población de estudio

Se analizarán en tres porcentajes, 15, 20, 25 % de desperdicios de estructuras de concreto, previamente hechos sus estudios de caracterización; en el diseño de mezcla para un concreto permeable. Estos porcentajes reemplazaran en proporción a los agregados de dicha mezcla, para Compresión y Flexión se emplea 3 a 7 días y 3 a 14 días.

2.3. Técnicas, procedimientos e instrumentos

2.3.1. Para recolectar datos.

La técnica de recolección de datos que se usará en la presente investigación, será la de “OBSERVACIÓN”, debido a que se hará un registro visual de lo que ocurre en una situación real, específicamente en los ensayos de compresión, flexión y permeabilidad de las probetas de estudio, clasificando y consignando los acontecimientos pertinentes de acuerdo con un esquema previsto y según el problema que se estudia en esta presentación.

2.3.1.1. Instrumento de Recolección de Datos

Para la presente investigación, se realizará una “GUIA DE OBSERVACIÓN”, como instrumento de recolección de datos, el uso de esta guía, es necesaria para mantener un orden adecuado y preciso de lo que se está evaluando, en el momento de que se realicen los diferentes ensayos experimentales.



TECNICA
OBSERVACIÓN

INSTRUMENTO
GUÍA DE OBSERVACIÓN
(Hojas de fichas de datos)

VARIABLES	RECOLECCION DE DATOS	
	TECNICA	Equipos para recolección de datos
DESPERDICIOS DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO	Observación directa	Equipos de caracterización
PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE		
- Resistencia a la Compresión	Observación directa	Máquina de ensayos de compresión
- Resistencia a la Flexión	Observación directa	Máquina de ensayo de Flexión
- Permeabilidad	Observación directa	Permeámetro

Tabla 06: Recolección de datos

2.3.1.2. Validación de Formato

Ver anexo 3, formato validado

2.3.1.3. Procedimiento de recolección de datos

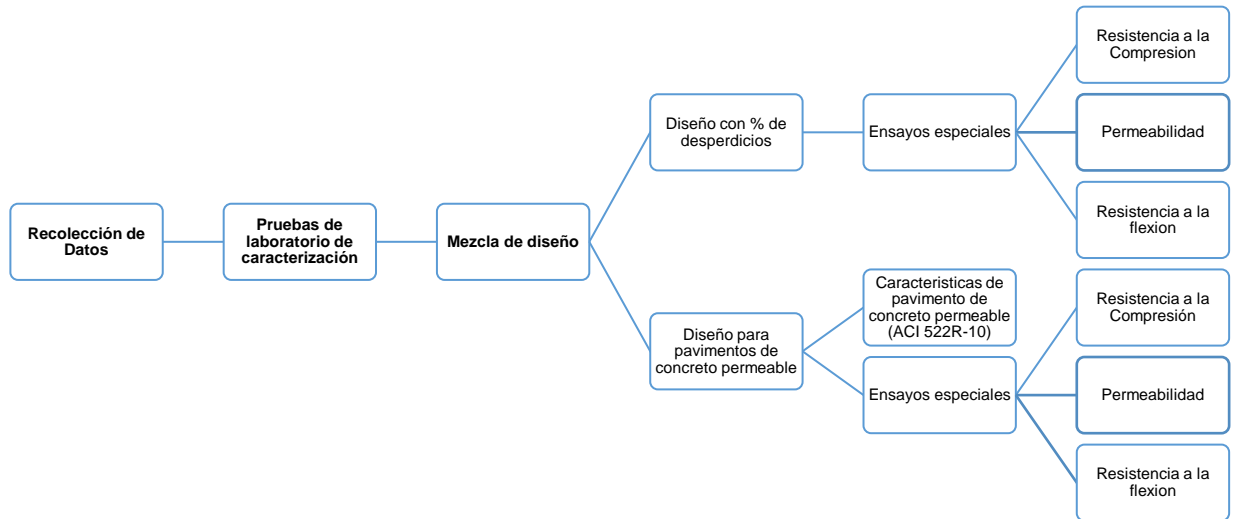


Figura 3. Procedimiento de recolección de datos.

2.3.2. Para procesar datos.

Detalla las técnicas, procedimientos e instrumentos que se utilizarán para procesar y analizar la información, de tal modo que se facilite la réplica del estudio. Los instrumentos elaborados por el autor o autores deben describirse y justificarse.

2.3.2.1. Método: Inferencia Estadística

Se utilizará este método por ser una tesis Experimental. La inferencia estadística es el conjunto de métodos y técnicas que permiten inducir, a partir de la información empírica proporcionada por una muestra, cual es el comportamiento de una determinada población con un riesgo de error medible en términos de probabilidad.

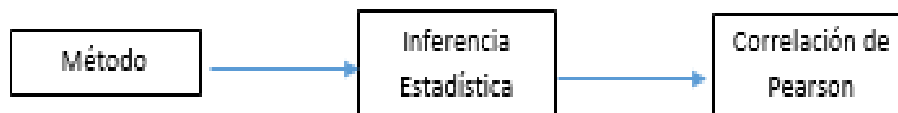


Figura 4. Método de Inferencia Estadística.

2.3.2.2. Instrumento:

Pruebas estadísticas para medir la correlación entre variables

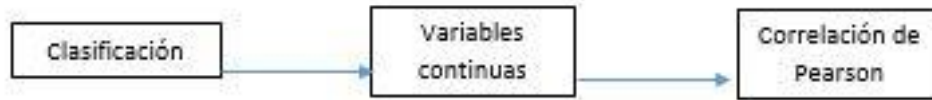


Figura 5. Pruebas de Medición de variables.

En la siguiente investigación se utilizará el instrumento conocido como:

CORRELACIÓN LINEAL DE PEARSON

El coeficiente de correlación de Pearson, pensado para variables cuantitativas (escala Mínima de intervalo), es un índice que mide el grado de covariación entre distintas variables relacionadas linealmente. Un índice que puede utilizarse para medir el grado de relación de dos variables siempre y cuando ambas sea cuantitativas.

La covariación es el grado de concordancia de las posiciones relativas de los datos de dos variables. En consecuencia, el coeficiente de correlación de Pearson opera con puntuaciones tipificadas (que miden posiciones relativas) y se define:

$$r_{xy} = \frac{\sum Z_x Z_y}{N}$$

Esto es, el coeficiente de correlación de Pearson hace referencia a la media de los productos cruzados de las puntuaciones estandarizadas de X y de Y. Esta fórmula reúne algunas propiedades que la hacen preferible a otras. A operar con puntuaciones estandarizadas es un índice libre de escala de medida. Por otro lado, su valor oscila, como ya se ha indicado, en términos absolutos, entre 0 y 1.

Este método estadístico nos permitirá ver el grado de covariación entre la variable independiente (desperdicios de estructuras de concreto) con la variable dependiente (pavimento de concreto permeable), es decir relaciones entre porcentaje de desperdicios vs resultados de análisis a compresión de las probetas/resultados de análisis a flexión de las probetas/resultados de análisis de permeabilidad de la probeta.



X	Y	Zx	Zy	ZxZy
%de desperdicios de concreto	R. Compresión (F'c)			
15	√	√	√	√
20	√	√	√	√
25	√	√	√	√

Tabla 7: Técnicas de Correlación de Pearson.

También hacemos uso del siguiente método estadístico:

Distribución T de Students.

Un hecho de relevancia significativa, es que se utiliza para calcular probabilidades con respecto al promedio, en estos casos, el divisor al estandarizar los valores se divide sobre S/\sqrt{n} , término que se conoce como el error estándar de la media y mide la variabilidad de la media entre muestra y muestra. A mayor tamaño de muestra, menor es el error estándar de la media.

Por último, se puede afirmar, la distribución t es útil para realizar inferencias acerca de la media poblacional cuando no se conoce σ y la población es normal, independiente del n , no obstante, aun cuando la distribución sea un tanto sesgada, la t sigue siendo apropiada, esto se conoce como una distribución robusta, es decir, a cambios moderados de los supuestos, el modelo sigue siendo válido. Como en el caso de la distribución normal, ésta distribución también usa valores tabulados.

La T de Students, nos ayudará en el análisis de ver que el resultado promedio de las resistencias a compresión, flexión y permeabilidad del concreto permeable con desperdicios de estructuras de concreto en su diseño estén bajo o sobre el promedio de los resultados de una probeta patrón de concreto permeable.



2.3.2.3. Análisis de datos

RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO					
ABERTURA (mm) DIÁMETRO	TAMIZ No	PESO RETENIDO (Gramos)	% RETIENE	% ACUMULADO	% PASA
19.1	3/4	0,00	0,00	0,00	100,00
12.7	1/2	1.86	1.18	0.18	99.82
9.52	3/8	4.63	0,44	0.62	99.38
4.76	No.4	39,88	3,83	4,46	95,54
2	No.10	158,78	15,26	19,71	80,29
0.42	No.40	141,95	13,64	80,65	19,35
0.177	No.80	47.34	4,55	97,99	2,01
0.074	No.200	19,73	1,86	99,85	0,15
FONDO		1,18	0,11	99,97	0,03
TOTAL	0,035	1040,27	99,97		

2.3.2.4. Procedimiento de análisis de datos

- **Ensayos material desperdicios de estructuras de concreto**

Para la adecuación de material de desperdicio de estructuras de concreto, el material antes ha sido triturado a un tamaño promedio de agregado grueso de 1". El material triturado se colocará en bolsas negras para posteriormente ser trasladadas al laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Trujillo. Ahí el material será analizado a través de diferentes ensayos, con el fin de ser caracterizado. La finalidad de identificar la calidad, tamaño, peso y demás características para el diseño de mezcla, serán etiquetadas con la fecha de cuando fueron analizadas, ubicación y tipo de estructuras de concreto.

Después se deberán efectuar los siguientes ensayos de laboratorio:

- a. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D-422, MTC E107)**

Representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas.



Procedimiento:

- Obtener por cuarteo una muestra uniforme, pesar la muestra y secarla en el horno durante 24 horas.
- Luego, dejar enfriar y pesar la muestra. La muestra estará constituida por una muestra retenida sobre el tamiz N.º 4.
- Para la porción de muestra retenida en el tamiz N.º 4, el peso va a depender del tamaño máximo de las partículas:

Diámetro nominal de las partículas más grandes, mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (gr)
9.5 (3/8")	500
19.6 (3/4")	1,000
25.7 (1")	2,000
37.5 (1 ½")	3,000
50.0 (2")	4,000
75.0 (3")	5,000

Tabla 8: Análisis granulométrico.

- El tamaño de la porción que pasa el tamiz N.º 4 será de 115 gr aproximadamente para suelos arenosos y de 65 gr para suelos arcillosos y limosos.
- Tomar el peso del material requerido y lavarlo a través del tamiz N.º 200.
- La fracción retenida en el tamiz N.º 4 será separada en una serie de fracciones usando los tamices de 75 mm (3"), 50 mm (2"), 38.1 mm (1 ½"), 25.4 mm (1"), 19.0 mm (3/4"), 9.5 mm (3/8"), 4.7 mm (N.º 4), mediante el equipo de tamizado.

Teniendo en cuenta que para la presente investigación se ha propuesto usar solo agregado grueso de 3/8" sin finos tenemos que el equipo a usar para el análisis granulométrico es: Tamices de 3/8" y N° 4 (4.76 mm)

Obteniendo un tamaño máximo de 3/8", usando lo que se retiene en la malla N°4 (4.76 mm) y rechazando lo que pasa.



b. Preparación de Probetas

Para realizar esta selección necesitamos:

- ✓ Pisón ó Martillo (2.5 kg) del Proctor Standard (ASTM D698)
- ✓ Balanza
- ✓ Recipiente de 7 lts. (ASTM C231)

Procedimiento

- El lugar de ensayo será una superficie plana y libre de vibración, luego humecte dentro de la medida (Olla de Washington) antes de poner el concreto permeable.
- Retire cualquier sobrante de agua del fondo del recipiente con una esponja humedecida.
- Coloque el concreto permeable en dos capas iguales usando un cucharón grande, durante el llenado, mueva el cucharón grande alrededor del perímetro de la apertura para asegurar una distribución igual del concreto con una segregación mínima.
- Luego compacte con el martillo (Proctor estándar) 20 veces por cada capa a una altura de 305 mm (12 pulgadas). Para cada capa, distribuya uniformemente los golpes en toda la superficie.
- Antes de compactar la última capa, se debe llenar la medida u olla con exceso de 3mm en todo el borde de la olla y realizar la compactación de 10 golpes, luego se verifica si la cantidad de material es suficiente y si no se corrige la deficiencia y se termina de dar los 10 últimos golpes, en caso si existiera exceso se retira.
- Finalmente se enrasa con la ayuda de una varilla desde el centro hacia afuera de manera que la superficie quede nivelada.

c. Peso específico (ASTM C – 127)

Para calcular este valor usaremos el siguiente equipo:

- ✓ Balanza electrónica digital.
- ✓ Canastilla
- ✓ Horno eléctrico.
- ✓ Taras de diferentes tamaños.



Procedimiento:

- Mediante el método del cuarteo seleccionamos aproximadamente 5 kg del agregado que se desea ensayar (piedra chancada de 3/8”), rechazando todo el material que pase el tamiz N°4 (4.76 mm).
- Luego de un lavado completo para eliminar el polvo y otras impurezas superficiales de las partículas, secamos la muestra hasta peso constante a una temperatura de 100°C a 110°C y luego la sumergimos en agua durante 24 horas +/- 4 horas.
- Sacamos la muestra del agua y la colocamos sobre un costalillo al sol haciéndola rodar sobre un paño grande absorbente, hasta hacer desaparecer toda la película de agua visible, aunque la superficie de las partículas aun parezca húmeda. Teniendo cuidado en evitar la evaporación durante la operación de secado de la superficie.
- Obtenemos el peso de la muestra bajo la condición de saturación con la superficie seca... (B)
- Después de pesar, colocamos de inmediato la muestra saturada con superficie seca en la cesta de alambre y determinamos su peso en agua a temperatura de 20°C a 25°C... (C)
- Secamos la muestra en horno hasta peso constante, a temperatura de 100°C a 110°C (110QC +/-5), dejándola enfriar hasta temperatura ambiente y la pesamos... (A)

Calculo:

- Luego aplicaremos las siguientes fórmulas:

- Peso específico de masa (g/cm³) $Pe = \frac{A}{B-C}$

- Peso específico de masa saturada con su superficie. s.e.ca (g/cm³)

- Peso específico aparente (g/cm³)... $Pea = \frac{A}{A-C}$

Porcentaje de absorción (%)...



Contenido de humedad (ASTM D – 3740 – 94a)

Es la cantidad de agua que contiene el agregado en un momento dado. Cuando dicha cantidad se expresa como porcentaje de la muestra seca, se denomina porcentaje de humedad pudiendo ser mayor o menor que el porcentaje de absorción. Los agregados generalmente se los encuentra húmedos y varían con el estado del tiempo, razón por la cual se debe determinar frecuentemente el contenido de humedad, para luego corregir las proporciones de una mezcla

Para calcular este valor usaremos en siguiente equipo:

- ✓ Balanza electrónica digital.
- ✓ Recipiente adecuado- para colocar la muestra de ensayo.
- ✓ Horno eléctrico capaz de mantener una temperatura de 105 a 110°C.

Procedimiento:

- Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada).
- Seleccionar especímenes de ensayo representativos.
- Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor.
- Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a 110 ± 5 °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para obtener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados.
- Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda



ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza usada en 8.3. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco.

Cálculo

- Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso de muestra secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{M_{cws} - M_{cs}}{M_{cs} - M_c} \times 100 = \frac{M_w}{M_s} \times 100$$

En donde:

W: es el contenido de humedad, (%)

M_{cws}: es el peso del contenedor más la muestra húmeda, en gramos

M_{cs}: es el peso del contenedor más el muestra secado en horno, en gramos.

M_c: es el peso del contenedor, en gramos

M_w: es el peso del agua, en gramos

M_s: es el peso de las partículas sólidas, en gramos

d. Peso unitario. - (ASTM C – 29)

El peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad es que se efectúa el ensayo, expresada en kg/m³. Aunque puede realizarse el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso; el valor que es empleado en la práctica como parámetro para la dosificación de hormigones, es el peso unitario compactado del agregado grueso.

➤ **Peso unitario suelto (PUS)**

Se denomina PUS cuando se coloca el material seco suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame y a continuación se nivela a ras una carilla. El concepto PUS es importante cuando se trata de manejo, transporte y almacenamiento de los agregados debido a que estos se hacen en estado suelto. Se usará invariablemente para la conversión de peso a volumen, es decir para conocer el consumo de áridos por metro cubico de hormigón.



➤ **Peso unitario compactado (PUC)**

Se denomina PUC cuando los granos han sido sometidos a compactación incrementando así el grado de acomodamiento de las partículas de agregado y por lo tanto el valor de la masa unitaria.

Procedimiento:

➤ **Peso unitario del agregado compacto (PUC)**

- Se determina la masa del recipiente vacío (m_r) y se registra ese valor.
- Se llena el recipiente con la muestra hasta un tercio de su capacidad y se nivela la superficie con los dedos.
- Se efectúa la compactación de la capa de agregado mediante 25 golpes de la varilla distribuidos uniformemente en toda la superficie del material
- Se continúa el llenado del recipiente hasta $2/3$ de su capacidad y se compacta esta segunda capa con 25 golpes de varilla, sin penetrar en la capa previa ya compactada.
- Finalmente, se vuelve a llenar el recipiente hasta que desborde y se compacta con 25 golpes de la varilla, sin penetrar en la capa previa ya compactada.
- Se nivela la capa superficial del agregado en forma manual utilizando la varilla, de manera de enrasarla con el borde superior del recipiente.
- Se determina la masa del recipiente más su contenido (m_{ar}) y se registra este valor.

➤ **Peso unitario de agregado suelto (PUS)**

- Se determina la masa del recipiente vacío (m_r) y se registra ese valor.
- Se llena el recipiente hasta el desborde por medio de una pala o cuchara, descargando el agregado desde una altura que no exceda los 50 mm por sobre el borde superior del recipiente. Se debe evitar en lo posible la segregación de los agregados que componen la muestra.
- Se nivela la capa superficial de forma manual
- Se determina la masa del recipiente más su contenido (m_{ar}) y se registra este valor.

-



Cálculo:

$$PUC = \frac{(\text{Peso de la grava compactado} + \text{molde}) - (\text{peso del molde})}{\text{Volumen del molde}}$$

$$PUS = \frac{(\text{Peso de la grava suelto} + \text{molde}) - (\text{peso del molde})}{\text{Volumen del molde}}$$

➤ Ensayos para determinar las propiedades mecánicas del concreto permeable

Para determinar las propiedades mecánicas del nuevo concreto permeable, se realizan específicamente 3 ensayos: La resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y permeabilidad. Estos ensayos se realizarán en el laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Trujillo. Para el análisis se usaron testigos cilíndricos efectuándose los siguientes ensayos ya mencionados:

a. Prueba de resistencia a la compresión del concreto (ASTM – 39)

La resistencia a la compresión de las mezclas de concreto se puede diseñar de tal manera que tengan una amplia variedad de propiedades mecánicas y de durabilidad, que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplean los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide tronando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, en tanto la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste a la carga y se reporta en mega pascales (MPa) en unidades SI o también kg/cm².

Dimensiones de la probeta

Durante la práctica se trabajará con probetas cuyas dimensiones están especificadas en las normas ASTM C-39, en estas normas también se incluye consideraciones para los ensayos a la compresión uni-axial sobre las probetas de concreto.

La resistencia de ruptura a la compresión de cilindros de concreto, es la relación de la carga máxima aplicada en el momento de la falla y el área transversal en que se aplica la carga.

Se determina con la fórmula: $R = F / A$



Donde:

R = Resistencia de ruptura a la compresión, en Kg/cm²

F = Carga máxima aplicada en el momento de la falla, en kg.

A = Área de la sección transversal del cilindro, en cm²

Procedimiento:

- Se retiran los cilindros de concreto de la pila de curado un día antes de las pruebas.
- Se ponen a secar sobre el sol durante un rato para que pierdan el agua superficial.
- Se mide el diámetro ϕ = Diámetro en centímetros (cm).
- se calcula el área transversal y el volumen:

$$A = (\pi D^2) \div 4 = 0.786 \pi D^2$$

Dónde:

A = Área transversal, en cm.

- Colocamos el concreto a la prensa hidráulica.
- Esperamos la resistencia a la que se agrieta el concreto y apuntamos.

b. Prueba de resistencia a la flexión del concreto

Observar el comportamiento y la deformación de un material al aplicarle una fuerza transversal, dependiendo de su longitud, diámetro etc.

Se pueden observar un módulo de elasticidad y una resistencia a la flexión (Similar a la resistencia a la tensión).

El ensayo de flexión se basa en la aplicación de una fuerza al centro de una barra soportada en cada extremo, para determinar la resistencia del material hacia una carga estática o aplicada lentamente. Normalmente se usa para materiales frágiles Modulo de elasticidad: Modulo de Young o la pendiente de la parte lineal de la curva esfuerzo-deformación en la región elástica. Es una medida de la rigidez de un material; depende de la fuerza de los enlaces interatómicos y de la composición, y no depende mucho de la microestructura.

Resistencia a la flexión: Esfuerzo necesario para romper un espécimen en un ensayo de flexión. También se le conoce como módulo de ruptura.



Procedimiento:

- Para poder hacer el ensayo de flexión utilizaremos a parte de la probeta previamente mencionadas, un reloj comparador para poder medir la deformación sufrida por la probeta.
- Este reloj tendrá 200 rayas por vuelta en la aguja grande, la cual, por cada 5 vueltas medirá 1 mm y por cada vuelta de la grande la pequeña se moverá 1 raya.
- Este reloj tendrá un imán para poderse adherir a la máquina y poder medir correctamente.
- Posteriormente colocaremos la probeta y el reloj comparador en la máquina que en otras ocasiones hemos utilizado para hacer los ensayos de tracción y compresión.
- Como se puede observar hemos cambiado los apoyos por otros más adecuados, el reloj comparador se nos indicara la distancia que ha bajado la máquina que será la misma que se habrá flexionado la probeta.

c. Permeabilidad

Procedimiento:

- La probeta a ensayar tendrá forma cúbica o cilíndrica, en la que el diámetro tendrá una longitud de 150, 200 o 300 mm. En probetas cilíndricas la relación altura/diámetro será superior o igual a 0,5, y en cualquiera de los casos, la altura no será inferior a 100 mm.
- En el caso de probetas en molde, el curado de la probeta se iniciará después de la elaboración. Se mantendrán en el molde durante un mínimo de 24 horas y un máximo de 3 días. Después de su desmolde, se condicionarán durante un período de 7 o 28 días, en función de las condiciones de ensayo establecidas, en atmósfera de 20°C y humedad relativa ³ 95%. Nunca sumergidas en balsas de agua.
- Durante las 24 horas previas al ensayo, se procederá a secar la probeta en estufa a una temperatura de 50°C. Posteriormente se deja enfriar hasta alcanzar una temperatura de 20°C; se determina su densidad aparente, calculando su volumen por métodos geométricos.



- Para suprimir la capa superficial de cemento, hay que tratar la zona de ensayo con un cepillo de dos púas, por ejemplo.
- Se coloca la probeta en el dispositivo de ensayo procurando que quede perfectamente fijada y garantizada la estanqueidad del anillo que determina el diámetro de la zona de ensayo inferior (correspondiente a la mitad del diámetro de la cara donde se aplica la presión de agua).
- Preparada la probeta, se aplica una presión de agua de 100 KPa durante 48 horas, cuando se habrá elevado la presión a 300 Kpa y se mantiene otras 24 horas, con lo que la presión se elevará a 700 Kpa manteniéndose durante 24 horas.
- Durante el ensayo, hay que observar la aparición de manchas de agua sobre cualquiera de las caras de la probeta no sometida a presión de agua. En caso de manifestarse éstas, se anotaría el momento y la presión del mismo.
- Si se detecta escape de agua, el ensayo se para.



2.4. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Pavimento de concreto permeable	<p>Las propiedades del concreto permeable dependen de sus materiales, diseño de mezclas y proceso constructivo.</p> <p>Generalmente dependen de su contenido de material cementante, la relación agua-cemento (a/c), el nivel de compactación, la gradación del agregado y su calidad.</p>	<p>Será como propuesta a distintos problemas que hoy aqueja nuestra ciudad, región de pavimentos permeables de concreto elaborado en su composición con desperdicios de concreto reciclado, en las épocas de constantes lluvias, FEN.</p>	<p>Las propiedades mecánicas</p>	<ul style="list-style-type: none">- Resistencia a la Compresión- Resistencia a la Flexión- Permeabilidad	<ul style="list-style-type: none">- Área, presión neta- Diámetro, longitud, Fuerza aplicada- Peso, % de absorción

Tabla 9: Operacionalización de la variable dependiente.



III. RESULTADOS

En las siguientes tablas se presentan los resultados de esta investigación.

3.1. Diseño de Mezclas utilizados en proporciones propuestas

Se muestra en anexo 01 (pág. 64)

3.2. Propiedades Físicas de los elementos

Se muestra en anexo 11 (pág. 75)

3.3. Resultados del ensayo de Resistencia a la Compresión

Teniendo en los porcentajes de adición de agregado de concreto reciclado en el diseño de mezcla.

	Probetas	Resistencia 7 días (Ton/cm ²)	Resistencia 14 días (Ton/cm ²)
15 %	P-1	12.40	23.40
	P-2	15.37	25.80
	Patrón 0%	20.30	39.59
20%	P-1	19.46	37.62
	P-2	20.75	39.15
	Patrón 0%	21.50	38.39
25%	P-1	22.42	41.52
	P-2	21.40	39.50
	Patrón 0%	21.90	39.02

Tabla 10: Resistencia a la Compresión.

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la Compresión a 7 días

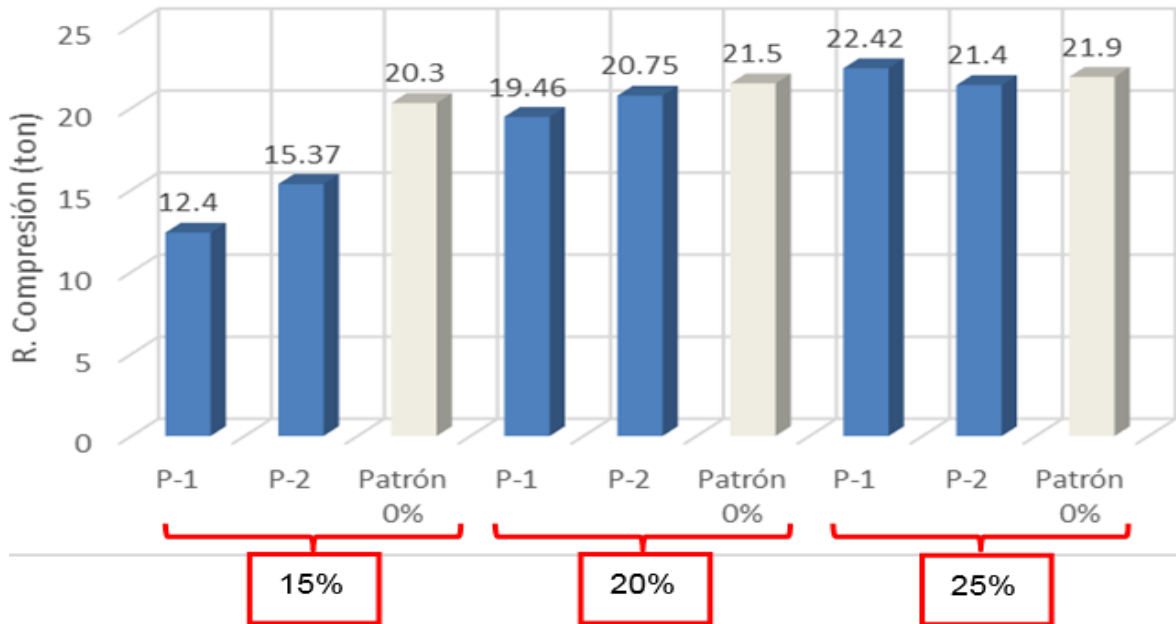


Figura 6. Resistencia a la compresión a 7 días.

Resistencia a la Compresión a 14 días

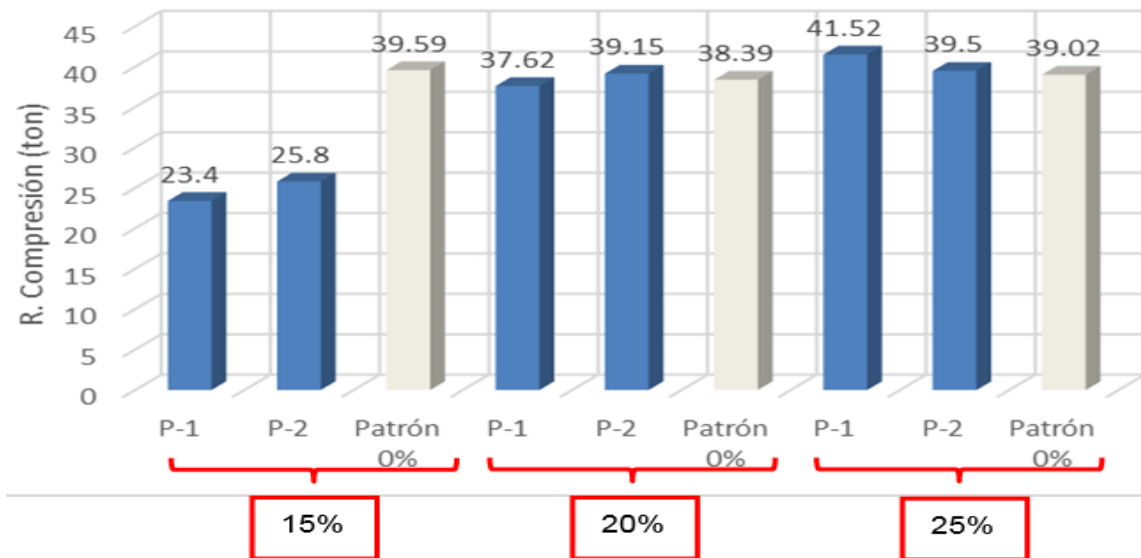


Figura 7. Resistencia a la compresión a 14 días.



3.4. Resultados del ensayo de Resistencia a la Flexión

Teniendo en los porcentajes de adición de agregado de concreto reciclado en el diseño de mezcla, se procedió a ensayar en las viguetas.

	Probetas	Resistencia 7 días (Kg/cm²)	Resistencia 14 días (Kg/cm²)
15 %	P-1	15.40	19.45
	P-2	16.80	20.48
	Patrón 0%	22.90	27.7
20%	P-1	21.45	25.46
	P-2	19.45	24.23
	Patrón 0%	23.70	27.20
25%	P-1	18.42	22.52
	P-2	16.48	20.45
	Patrón 0%	22.50	27.50

Tabla 11: Resistencia a la Flexión.

Fuente: Elaboración Propia

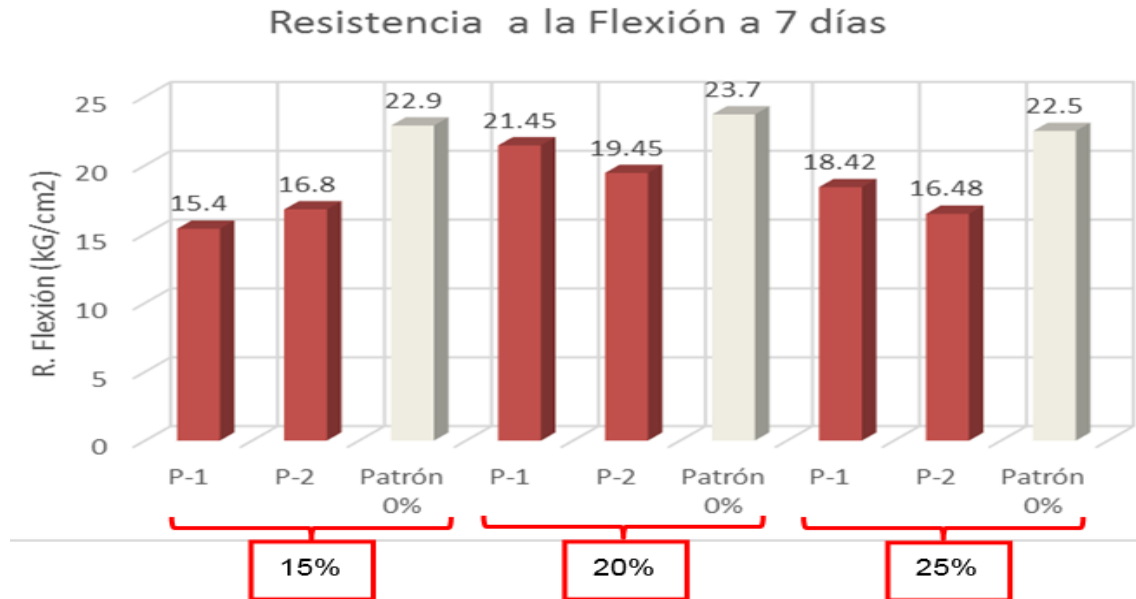


Figura 8. Resistencia a la Flexión a 7 días.

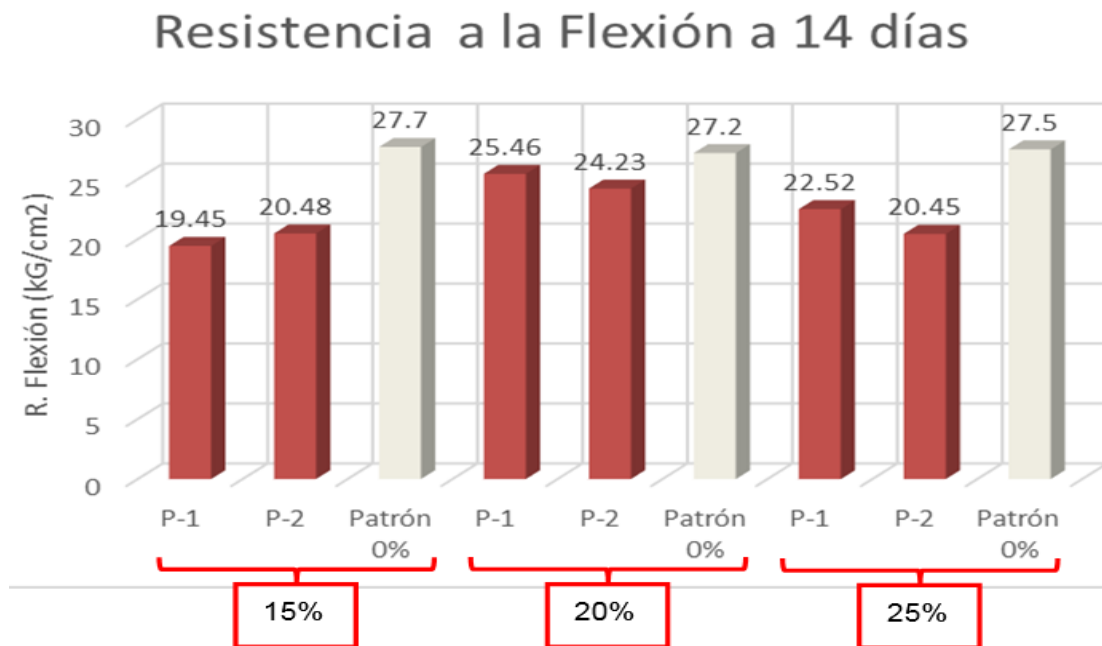


Figura 9. Resistencia a la Flexión a 14 días.



3.5. Resultados del ensayo de Permeabilidad

Obtenido los porcentajes aditivos de agregado de concreto reciclado en el diseño de mezcla, se procedió a ensayar las probetas. El ensayo de permeabilidad se hizo conforme a lo estipulado en el reporte de la ACI522R-06. Se empleó un equipo similar al permeámetro de carga variable y con la ecuación de Darcy, el coeficiente de permeabilidad se calculó de la siguiente fórmula.

$$K = \frac{La}{At} \times \ln \frac{h1}{h2}$$

Donde:

K: Coeficiente de permeabilidad.

L: Longitud de la muestra

A: Área de la muestra

a: Área de la tubería de carga

t: Tiempo que tarda la muestra en pasar (h1-h2)

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

h2: Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia.

	Probetas	Coeficiente de Permeabilidad K (m/s)
15 %	P-1	2.11E-02
	P-2	2.28E-02
	Patrón 0%	2.31E-02
20%	P-1	1.86E-02
	P-2	1.96E-02
	Patrón 0%	2.65E-02
25%	P-1	1.52E-02
	P-2	1.49E-02
	Patrón 0%	2.56E-02

Tabla N° 12: Coeficiente de permeabilidad

Fuente: Elaboración Propia

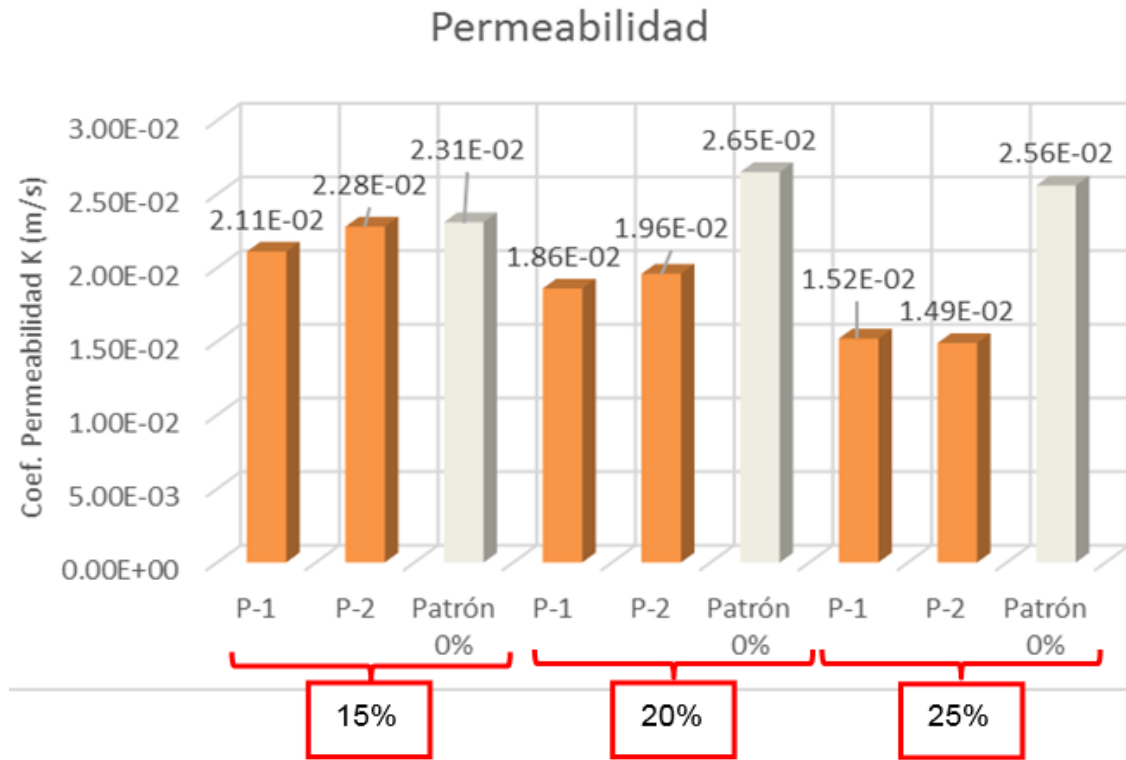


Figura 10. Coeficiente de permeabilidad.



IV. DISCUSIÓN

En la tabla N°01 se muestran las resistencias a la compresión para los tres diseños de mezcla, se observa primeramente que las muestras patrón sobrepasan el porcentaje de resistencia estándar requerida a 7, 14 días, por lo tanto, es una muestra patrón aceptable; en comparación con los testigos cilíndricos con agregado reciclado 15%, 20% y 25%, estas muestras por lo general arrojan resultados por debajo del testigo patrón tanto como a los 7 y 14 días. Sin embargo, al comparar los resultados de los tres diseños, se observa que hay aumento de la resistencia a la compresión mientras mayor sea el porcentaje de agregado reciclado en el diseño de mezcla. Una variación del 20% con respecto a los resultados con AR=15% Vs AR=20%, pero una variación del 7% con respecto a los resultados con AR=20% Vs AR=25%. Para el AR=15% presenta resultados muy por debajo de la resistencia estándar, en cambio para AR= 20% y AR=25% si llegan a cumplir con el porcentaje de resistencia estándar.

En la tabla N°02 se muestran las resistencias a la flexión para los tres diseños de mezcla, se observa primeramente que las muestras patrón sobrepasan el porcentaje de resistencia estándar requerida a 7, 14 días, por lo tanto, es una muestra patrón aceptable y homogéneo pues la variación entre ellas es baja; en comparación con los testigos con agregado reciclado 15%, 20% y 25%, todas estas muestras arrojan resultados por debajo del testigo patrón tanto como a los 7 y 14 días. Para el diseño con AR=15% y Ar=25%, no llegarían con los resultados de resistencia estándar, en promedio están 32% por debajo. Cabe resaltar que para el diseño de AR=20% los resultados se muestran muy favorables con solo 2.25 kg/cm² de diferencia en promedio. Sin embargo, estos valores no alcanzan al mínimo valor necesario para el uso en vías con transito inferior a 25 camiones por día, al hacer el cálculo de módulo de rotura.

En la tabla N°03 se muestran los resultados de permeabilidad para los tres diseños de mezcla, se observa primeramente que las muestras patrón a 7, 14 día, muestran una homogeneidad, lo cual hace aceptable los resultados; en comparación con los testigos con agregado reciclado 15%, 20% y 25%, todas estas muestras arrojan resultados por debajo del testigo patrón tanto como a los 7 y 14 días. Además, se observa un claro descenso de los



valores del coeficiente de permeabilidad mientras se va aumentando el porcentaje de agregado reciclado en el diseño. Para el diseño con $A_r=25\%$, en promedio esta 42% por debajo, pero si cumple según nuestra base teórica. Cabe resaltar que para el diseño de $A_r=15\%$ con 0.0228 es un resultado mucho mayor a los 0.0023 para un concreto permeable de Ingeniería, es necesario aclarar que los valores que se comparó este coeficiente dependen de las relaciones a/c , porcentaje de vacíos, diseño, variables que se vieron en la caracterización del material.



V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el porcentaje más idóneo del agregado de desperdicios de estructuras de concreto a utilizar es el de proporción de 20%, ya que alcanza la resistencia a la compresión y resistencia a la flexión estándar y necesaria para un pavimento de tránsito liviano, además que se comporta permeablemente mejor como sistema de drenaje.
2. Según los resultados de los ensayos realizados y la información que se recolectó en la investigación, el diseño a un porcentaje de 20% de desperdicios de concreto, se puede utilizar para una estructura de concreto como capa de rodadura en tráfico ligero o liviano, implementándose en estacionamientos, ciclo vías o andenes peatonales.
3. La resistencia promedio a la compresión y a la flexión de la mezcla con agregado de desperdicios de estructuras de concreto, es 5.1% y 7% menor que la mezcla sin agregado reciclado respectivamente. Por lo que se puede asegurar que la presencia de finos, brinda una mayor cohesión a la pasta que llena los intersticios del agregado grueso, permitiendo comportarse mejor frente a los esfuerzos de compresión y flexión.
4. Se determinó la influencia del porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto en las propiedades mecánicas de un concreto permeable, encontrándose que la relación que existe entre la porosidad y la resistencia del concreto son inversamente proporcionales, a mayor cantidad de poros menor es la resistencia del concreto a su vez que existe un incremento de la resistencia y menor su permeabilidad con el aporte de 25% de agregado reciclado.



VI. RECOMENDACIONES

1. A futuro (50 años aprox.) se recomienda a ingenieros, empresas constructoras y a todo involucrado en la industria de la construcción, la utilización de plantas procesadoras para la comercialización masiva del agregado de concreto reciclado, ya que varias infraestructuras como hospitales, edificios comerciales, universidades, entre otros, serán posiblemente demolidas, será una problemática con un gran impacto ambiental agresivo negativo.
2. A los futuros tesisistas dedicados a la utilización de un concreto sostenible, investigar más a fondo sobre los concretos permeables y generar con las autoridades competentes una normatividad de diseño y desarrollo de métodos de ensay, de manera que se pueda estandarizar la implementación de este tipo de concreto en la industria de la construcción.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Benites Bustamante, J. C. (2014). *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera Río Jequetepeque y el Aditivo Chemaplast*. Cajamarca.
- Benites, J. (2014). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE*. Cajamarca, Perú.
- Calderón Colca, Y. V., & Charca Chura, J. A. (2011). *Boletín Informativo ASOCEM 2013*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/221334073/Ponencia-Investigacion-de-Pavimento-Permeable-de-Concreto-Poroso-1>
- Castro, J. (2004). *"Diseño de mezcla y construcción de pavimentos de hormigón poroso en Chile"*. *scielo*. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732009000300005&script=sci_arttext#back
- Castro, J. (2009). *Estudio de dosificaciones en laboratorio para pavimentos porosos de hormigón*. Santiago - Chile.
- Chávez Juanito, H., Azañedo Medina, W., & Muñoz Valdivia, R. (2007). *DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO POROSO CON AGREGADOS DE LA CANTERA*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/30421057/RESUMEN-TESIS-CONCRETO-PERMEABLE#logout>
- Constructivo. (2016). *CONCRETO ECOLÓGICO, AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE*. *Constructivo*. Obtenido de <http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=332#>
- Cruz Palafox, C., Segovia López, A., González Sandoval, M., Lizárraga Mendiola, L., Olguín Coca, F., & Rangel Martínez, Y. (s.f.). Repositorio Universidad Autónoma del estado de Hidalgo . Obtenido de http://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/6287/disenode_un_concreto_permeable_para_la_recuperacion_de_agua.pdf
- Flores Prieto, J. R. (Julio de 2010). Repositorio Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Obtenido de www.construaprende.com > Documentos > Tesis



- Flores Quispe, C. E., & Pacompia Calcina, I. A. (2015). Repositorio Universidad Nacional del Altiplano. Obtenido de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/unappuno/310>
- García, E. (2011). "Control de Escorrentías Urbanas mediante Pavimentos Permeables: Aplicacion en climas mediterraneos". Valencia / España.
- Ito, Y. (2014). *"El concreto Ecológico Permeable"*. Lima, Perú.
- Jordan Saldaña, Viera Caballero. (2014). *Estudio de la resistencia del Concreto utilizando como aregado el concreto reciclado de Obra*. Chimbote, Perú.
- Kibert, C. J. (2007). The next generation of sustainable construction. *BUILDING RESEARCH & INFORMATION*, 35. Recuperado el 2017
- Luis Castañeda & Yalil Moujir. (2014). *Diseño y Aplicación de concreto poroso para pavimentos*. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Santiago de Cali - Colombia.
- Marroquín, E. (2012). 1.5 *"Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas"*. Guatemala.
- Montoya, E. (2014). *Prácticas sostenibles en la construcción de edificaciones*. Lima, Perú.
- Ramírez, L. C. (2010). *"TECNOLOGÍA DEL CONCRETO PERMEABLE O ECOLOGICO EN LA CONSTRUCCIÓN"*. México.
- Rene Barahona, Marlon Martinez, Steven Zelaya. (2013). *"COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADO GRUESO DE LAS CANTERAS, EL CARMEN, ARAMUACA Y LA PEDRERA, DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR"*. San Miguel, El Salvador, Centro America.
- Sandoval, M. (2014). *Diseño de un concreto permeable para la recuperación de agua*. Estado de Hidalgo, México.
- Fletcher, Deletic, Mitchell & Hatt, (2008). *"Control de Escorrentías Urbanas mediante Pavimentos Permeables: Aplicacion en climas mediterraneos"*. Valencia / España.
- Arriaga Tafhurt, (2013). *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando agregados de la cantera Río Jequetepeque y el Aditivo Chemaplast*. Cajamarca.
- Bojaca, (2013). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE*. Cajamarca, Perú.
- Polanco, (2012). *Características físicas y mecánicas del concreto permeable usando*



- agregados de la cantera Río Jequetepeque y el Aditivo Chemaplast. Cajamarca.*
- Sánchez, J. (2001). *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO PERMEABLE*. Cajamarca, Perú.
- Rosales. (2017). "Diseño de mezcla y construcción de pavimentos de hormigón poroso en Chile". *scielo*. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732009000300005&script=sci_arttext#back
- Flores y Pacompia. (2015). *Estudio de dosificaciones en laboratorio para pavimentos porosos de hormigón*. Santiago - Chile.
- Rivva. (1999). *CONCRETO ECOLÓGICO, AMIGABLE CON EL MEDIO AMBIENTE. Constructivo*. Obtenido de <http://www.constructivo.com/cn/d/novedad.php?id=332#>
- Meininger, (1998). *"Control de Escorrentías Urbanas mediante Pavimentos Permeables: Aplicacion en climas mediterraneos"*. Valencia / España.
- Pérez, (2009). *"El concreto Ecológico Permeable"*. Lima, Perú.
- Neithalath, Weiss y Olek, (2005). *Estudio de la resistencia del Concreto utilizando como aregado el concreto reciclado de Obra*. Chimbote, Perú.
- Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, (2004). *Diseño y Aplicación de concreto poroso para pavimentos*. Pontificia Universidad Javeriana Cali, Santiago de Cali - Colombia.
- De Solminihac y Castro, (2002). *1.5 "Reciclaje de desechos de concreto y verificación de características físicas y propiedades mecánicas"*. Guatemala.
- Calderón y Charca, (2012). *Prácticas sostenibles en la construcción de edificaciones*. Lima, Perú.
- Lucke, Beecham, Boogaard y Myers, (2013). *"TECNOLOGÍA DEL CONCRETO PERMEABLE O ECOLOGICO EN LA CONSTRUCCIÓN"*. México.
- Ferguson (2005). *"COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADO GRUESO DE LAS CANTERAS, EL CARMEN, ARAMUACA Y LA PEDRERA, DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR"*. San Miguel, El Salvador, Centro America.
- Scholz & Grabowiecki, (2006). *Diseño de un concreto permeable para la recuperación de agua*. Estado de Hidalgo, México.



ANEXOS.

ANEXO N°01: Diseño de Mezclas utilizadas en proporciones propuestas.

DISEÑO DE MEZCLA A 1.5 Kg. POR PROBETA			
CONCRETO RECICLADO A 15 % DE ADICIÓN	Agregado grueso	0.85	0.85 Kg,
	Desperdicio de concreto	0.15	0.15 Kg,
	Cemento		0.25 Kg,
	Agua		0.25 Kg,
CONCRETO RECICLADO A 20 % DE ADICIÓN	Agregado grueso	0.8	0.80 Kg,
	Desperdicio de concreto	0.2	0.20 Kg,
	Cemento		0.25 Kg,
	Agua		0.25 Kg,
CONCRETO RECICLADO A 25 % DE ADICIÓN	Agregado grueso	0.75	0.75 Kg,
	Desperdicio de concreto	0.25	0.25 Kg,
	Cemento		0.25 Kg,
	Agua		0.25 Kg,



ANEXO N°02: Matriz de Consistencia

Título: “INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE, VÍCTOR LARCO, 2018”

PROBLEMA GENERAL	O B J E T I V O S	M A R C O T E Ó R I C O	H I P Ó T E S I S	V A R I A B L E S	M E T O D O L O G Í A
<p>¿Cuál es la influencia del porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto en las propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable, Víctor Larco, 2017?</p> <p>El uso del pavimento de concreto permeable es muy limitado, además de pocos procedimientos estándares para fabricarlos y de un costo mayor al pavimento convencional; y que sus propiedades mecánicas dependen mucho de la calidad del agregado. Hasta el momento hay poca información relevante de su aplicación de este material en problemas reales por la poca resistencia a cargas de gran</p>	<p>O. General: Determinar influencia del porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto en las propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable, Víctor Larco, 2017.</p> <p>O. Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar las propiedades (resistencia, permeabilidad, módulo de elasticidad y contracción) entre un concreto permeable normal con un concreto permeable con desperdicios de estructuras de concreto. • Definir el mejor porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto, para elaborar un concreto permeable, sin variar excesivamente sus propiedades mecánicas. • Evaluar el efecto del tipo de agregado y contenido de pasta de cemento en la 	<p>A nivel Internacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Cruz Palafox, y otros, s.f.) En su investigación “Diseño de un concreto permeable para la recuperación de agua”. • (Flores Prieto, 2010) En su investigación “Caracterización del Concreto Permeable usando el módulo de ruptura y el porcentaje de desgaste”. <p>A nivel Nacional:</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Chávez Juanito, Azañedo Medina, & Muñoz Valdivia, 2007) En su tesis “Diseño de mezcla de concreto poroso con agregado de la cantera La Victoria, Cemento Pórtland Tipo I con adición de tiras de plástico, y su aplicación en Pavimentos Rígidos, en la 	<p>H. General:</p> <p>La utilización de desperdicios de estructuras de concreto será factible y económico, influyendo positivamente en la permeabilidad, aumenta la resistencia a la flexión, aumenta la adsorción acústica y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable.</p> <p>H. Específicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 15% será factible y económico, mejorando la permeabilidad en un 5%, aumenta la resistencia a la flexión en un 5%, aumenta la adsorción acústica en un 10% y mantiene las demás propiedades mecánicas de 	<p>V. Independiente:</p> <p>1. Desperdicios de Estructuras de concreto.</p> <p>A partir de esta variable se analizara cual es el mejor porcentaje para la mejora y/o mantenimiento de las propiedades de para un pavimento de concreto permeable.</p> <p>V. Dependiente:</p> <p>1. Propiedades mecánicas.</p> <p>Dimensiones:</p> <p>1. Propiedades mecánicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Resistencia a la compresión. -Flexión. 	<p>Diseño de Investigación: Experimental</p> <p>Unidad de Estudio: Pavimento de concreto permeable.</p> <p>Población: 36 adoquines de concreto con adición de humo de sílice.</p> <p>Muestra :</p> <p>Estudiaremos la unidad de estudio como concreto en tres moldes con dimensiones de 15 cm de diámetro x 30 cm de alto), para la fabricación de 27 probetas de concreto con adición de desperdicios de estructuras de concreto en las proporciones de 15%, 20%, 25% en reemplazo del agregado grueso, en el diseño</p>



<p>consideración.</p>	<p>permeabilidad para las características de un pavimento de concreto permeable.</p>	<p>ciudad de Cajamarca”</p> <ul style="list-style-type: none"> (Calderón Colca & Charca Chura, 2011) En su tesis “Investigación de los Pavimentos Permeables de concreto poroso”. (Flores Quispe & Pacompia Calcina, 2015) En su tesis “Diseño de mezcla de Concreto Permeable con adición de tiras de plástico para pavimentos f’c 175kg/cm2 en la ciudad de Puno” 	<p>un pavimento de concreto permeable.</p> <ul style="list-style-type: none"> La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 20% será factible y económico, aumentando la permeabilidad en un 7%, aumenta la resistencia a la flexión en un 10%, aumenta la adsorción acústica en 5% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable. La utilización de desperdicios de estructuras de concreto en un 25% será factible y económico, aumentando la permeabilidad en un 3%, aumenta la resistencia a la flexión en un 15%, aumenta la adsorción acústica en 3% y mantiene las demás propiedades mecánicas de un pavimento de concreto permeable. 	<p>-Permeabilidad.</p>	<p>de mezcla.</p> <p>Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos:</p> <p>Técnica: Observación.</p> <p>Instrumento: Guía de observación.</p> <p>Métodos e instrumentos de análisis de datos:</p> <p>Método: Inferencia estadística.</p> <p>Instrumento: Prueba de hipótesis.</p> <p>-Correlación Lineal de Pearson.</p>
-----------------------	--	---	---	------------------------	--



ANEXO N°03: Ficha de Observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN												
UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNT)												
INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE, VÍCTOR LARCO, 2018												
Nombre de probeta: _____					Fecha: _____							
Realizado por: _____					Hoja: _____							
CODIFICACIÓN DEL TIPO DE PROBETA												
DISEÑO DE MEZCLA	Agregado grueso	%						ENSAYOS	Resistencia a Compresión			
	Desperdicio de concreto	%							Resistencia a Flexión			
	Cemento								Permeabilidad			
	Agua											
	Otro:											
1	2	3	4	5					6	7	8	9
N° probeta	Longitud Inicial (m)	Longitud Final (m)	Diámetro (m)	Peso Kg					Fuerza Aplicada ()	% de Absorción	Resistencia ()	Otro:
				Mcws	Mcs	Mc	Mw	Ms				



ANEXO N°04: Resultados del ensayo, resistencia a la Compresión, Flexión y permeabilidad al 15 % de agregado reciclado.

GUÍA DE OBSERVACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNT)												
INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE, VÍCTOR LARCO, 2018												
Nombre de probeta:			Probetas para Compresión 15%						Fecha:		07/10/18	
Realizado por:			Gustavo Guerrero Soza / Josualdo Villar Quiroz						Hoja:		1	
CODIFICACIÓN DEL TIPO DE PROBETA												
DISEÑO DE MEZCLA	Agregado grueso	85%	0.85 Kg.					ENSAYOS	Resistencia a Compresión		√ 1°	
	Desperdicio de concreto	15%	0.15 Kg.						Resistencia a Flexión		√ 2°	
	Cemento		0.25 Kg.						Permeabilidad		√ 3°	
	Agua		0.25 Kg.									
	Otro:											
1	2	3	4	5					6	7	8	9
N° probeta	Longitud Inicial (m)	Longitud Final (m)	Diámetro (m)	Peso Kg					Fuerza Aplicada ()	% de Absorción	Resistencia (kg/cm ²)	Otro: K m/s
				Mcws	Mcs	Mc	Mw	Ms				
PATRON	0.30	0.29	0.15				229.96	219.38	21.0		210.1	
15%	0.30	0.31	0.15				228.56	220.15	19.0		197.28	
15%	0.30	0.31	0.15				229.96	211.97	20.0		200.13	
PATRON	0.30	0.29	0.15				229.96	219.38	2.29		22.72	
15%	0.30	0.30	0.15						1.54		15.21	
15%	0.30	0.30	0.15						1.68		16.01	
PATRON	0.30	0.29	0.15	229.96	219.38	229.96	229.96	219.38		1.6%		2.11E-02
15%	0.30	0.32	0.15	207.14	201.11	207.14	207.14	201.11		1.7%		2.28E-02
15%	0.30	0.31	0.15	218.19	215.07	218.19	218.19	215.07		1.6%		2.31E-02



ANEXO N°05: Resultados del ensayo, resistencia a la Compresión, Flexión y permeabilidad al 20 % de agregado reciclado.

GUÍA DE OBSERVACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNT)												
INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE, VÍCTOR LARCO, 2018												
Nombre de probeta:		Probetas para Compresión 20%						Fecha:		07/10/18		
Realizado por:		Gustavo Guerrero Soza / Josualdo Villar Quiroz						Hoja:		2		
CODIFICACIÓN DEL TIPO DE PROBETA												
DISEÑO DE MEZCLA	Agregado grueso	80%	0.80 Kg,					ENSAYOS	Resistencia a Compresión		√1°	
	Desperdicio de concreto	20%	0.20 Kg,						Resistencia a Flexión		√2°	
	Cemento		0.25 Kg,						Permeabilidad		√3°	
	Agua		0.25 Kg,									
	Otro:											
1	2	3	4	5					6	7	8	9
N° probeta	Longitud Inicial (m)	Longitud Final (m)	Diámetro (m)	Peso Kg					Fuerza Aplicada ()	% de Absorción	Resistencia (kg/cm2)	Otro: K m/s
				Mcws	Mcs	Mc	Mw	Ms				
PATRON	0.30	0.29	0.15				229.89	219.28	21.0		212.4	
20%	0.30	0.31	0.15				228.45	220.05	19.0		197.37	
20%	0.30	0.31	0.15				229.43	211.78	20.0		200.3	
PATRON	0.30	0.29	0.15				229.87	219.22	2.29		22.9	
20%	0.30	0.30	0.15						1.54		15.4	
20%	0.30	0.30	0.15						1.68		16.8	
PATRON	0.30	0.29	0.15	229.95	219.35	229.97	229.91	219.18		1.6%		2.11E-02
20%	0.30	0.32	0.15	207.12	201.14	207.12	207.11	201.20		1.7%		2.28E-02
20%	0.30	0.31	0.15	218.19	215.09	218.12	218.15	215.01		1.6%		2.31E-02



ANEXO N°06: Resultados del ensayo, resistencia a la Compresión, Flexión y permeabilidad al 25 % de agregado reciclado.

GUÍA DE OBSERVACIÓN UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO (UNT)												
INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE UN PAVIMENTO DE CONCRETO PERMEABLE, VÍCTOR LARCO, 2017												
Nombre de probeta:						Probetas para Compresión 20%			Fecha:		07/10/18	
Realizado por:						Gustavo Guerrero Soza / Josualdo Villar Quiroz			Hoja:		3	
CODIFICACIÓN DEL TIPO DE PROBETA												
DISEÑO DE MEZCLA	Agregado grueso	75%	0.75 Kg.					ENSAYOS	Resistencia a Compresión		$\sqrt{1^\circ}$	
	Desperdicio de concreto	25%	0.25 Kg.						Resistencia a Flexión		$\sqrt{2^\circ}$	
	Cemento		0.25 Kg.						Permeabilidad		$\sqrt{3^\circ}$	
	Agua		0.25 Kg.									
	Otro:											
1	2	3	4	5					6	7	8	9
N° probeta	Longitud Inicial (m)	Longitud Final (m)	Diámetro (m)	Peso Kg					Fuerza Aplicada	% de Absorción	Resistencia (kg/cm ²)	Otro: K m/s
				Mcws	Mcs	Mc	Mw	Ms				
PATRON	0.30	0.29	0.15				229.96	219.38	21.0		210.4	
25%	0.30	0.31	0.15				228.56	220.15	19.0		197.37	
25%	0.30	0.31	0.15				229.96	211.97	20.0		200.3	
PATRON	0.30	0.29	0.15				229.96	219.38	2.29		22.9	
25%	0.30	0.30	0.15						1.54		15.4	
25%	0.30	0.30	0.15						1.68		16.8	
PATRON	0.30	0.29	0.15	229.92	219.28	229.85	229.96	219.38		1.6%		2.11E-02
25%	0.30	0.32	0.15	207.11	201.19	207.14	207.14	201.11		1.7%		2.28E-02
25%	0.30	0.31	0.15	218.09	215.16	218.19	218.19	215.07		1.6%		2.31E-02



ANEXO N°07: Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Pavimento de concreto permeable	Las propiedades del concreto permeable dependen de sus materiales, diseño de mezclas y proceso constructivo. Generalmente dependen de su contenido de material cementante, la relación agua-cemento (a/c), el nivel de compactación, la gradación del agregado y su calidad.	Será como propuesta a distintos problemas que hoy aqueja nuestra ciudad, región de pavimentos de concreto elaborado en su composición con desperdicios de concreto reciclado, en las épocas de constantes lluvias, FEN.	Las propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none">- Resistencia a la Compresión- Resistencia a la Flexión- Permeabilidad	<ul style="list-style-type: none">- Área, presión neta- Diámetro, longitud, Fuerza aplicada- Peso, % de absorción

ANEXO N°8: Caracterización de los Materiales

CARACTERIZACIÓN DE LOS MATERIALES

- Tabla resumen análisis caracterización grava

RESUMEN ENSAYOS - GRAVA 3/4

AGREGADOS NACIONALES - CONCRESCOL

PESO UNITARIO SUELTO (gr/cm ³)
PESO UNITARIO APISONADO (gr/cm ³)
PESO ESPECIFICO APARENTE(gr/cm ³)
CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA
SOLIDEZ - SULFATO DE SODIO (%)
EQUIVALENTE DE ARENA (%)

- Tabla resumen análisis granulométrico grava.

RESUMEN ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ABERTURA (mm) DIÁMETRO	TAMIZ No	PESO RETENIDO (Gramos)	% RETIENE	% ACUMULADO	% PASA
19.1	3/4	0,00	0,00	0,00	100,00
12.7	1/2	1.86	1.18	0.18	99.82
9.52	3/8	4.63	0,44	0.62	99.38
4.76	No.4	39,88	3,83	4,46	95,54
2	No.10	158,78	15,26	19,71	80,29
0.42	No.40	141,95	13,64	80,65	19,35
0.177	No.80	47.34	4,55	97,99	2,01
0.074	No.200	19,73	1,86	99,85	0,15
FONDO		1,18	0,11	99,97	0,03
TOTAL	0,035	1040,27	99,97		



ANEXO N°9: Análisis Estadístico Correlación de Pearson

Tabla 13: Técnicas de Correlación de Pearson, para la R. Compresión.

X	Y	Zx	Zy	ZxZy
%de desperdicios de concreto	R. Compresión (F'c)			
15	165	24.19	28.59	24.19
20	170	96.54	38.68	96.54
25	180	15.01	49.63	15.01

$$r = \boxed{0.9820} \quad \text{gl} \quad t \quad p$$

$$3 \quad 5.1962 \quad \boxed{0.013847}$$

$$r^2 = \boxed{0.9643} \quad \text{ó} \quad \boxed{96.43\%}$$

Conclusión:

El signo positivo del coeficiente de correlación nos indica que la relación entre ambas variables es directa, es decir que hay una dependencia total entre las dos variables, y como se aproxima a 1, indica que al aumentar una variable, también lo hace la otra, esto explica que al aumentar el porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto también aumenta la resistencia a la compresión.

Tabla 14: Técnicas de Correlación de Pearson, para la R. Flexión

X	Y	Zx	Zy	ZxZy
%de desperdicios de concreto	R. Flexión			
15	35.02	93.00	31.52	93.00
20	40.10	56.47	14.86	56.47
25	42.23	5.31	21.01	5.31

$$r = \boxed{0.9732} \quad \text{gl} \quad t \quad p$$

$$3 \quad 4.2332 \quad \boxed{0.024123}$$

$$r^2 = \boxed{0.9471} \quad \text{ó} \quad \boxed{94.71\%}$$



Conclusión:

El signo positivo del coeficiente de correlación nos dice que la relación entre ambas variables es directa, es decir hay una dependencia total entre las dos variables, y como se aproxima a 1, indica que al aumentar una variable, también lo hace la otra, esto explica que al aumentar el porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto también aumenta la resistencia a la flexión.

Tabla 15: Técnicas de Correlación de Pearson, para la Permeabilidad.

X	Y	Zx	Zy	ZxZy
%de desperdicios de concreto	Coef. De permeabilidad			
15	1.41 E-02	27.87	49.58	27.87
20	1.37 E-02	25.13	45.98	25.13
25	1.25 E-02	78.18	45.21	78.18

$$r = \boxed{-0.9608} \quad \begin{matrix} \text{gl} \\ 3 \end{matrix} \quad \begin{matrix} t \\ 3.4641 \end{matrix} \quad \begin{matrix} p \\ \boxed{0.040519} \end{matrix}$$

$$r^2 = \boxed{0.9231} \quad \text{ó} \quad \boxed{92.31\%}$$

Conclusión:

El signo negativo del coeficiente de correlación nos indica que la relación entre ambas variables es inversa, es decir que hay una dependencia total entre las dos variables indicando que, al aumentar una variable la otra disminuye, esto explica que, al aumentar el porcentaje de desperdicios de estructuras de concreto, la permeabilidad disminuye.



ANEXO N°10 MÓDULO DE ELASTICIDAD

DISEÑO		RESISTENCIA		MÓDULO DE ELASTICIDAD	
MEZCLA	MUESTRA	(Kg/cm ²)	40% f'c (Kg/cm ²)	(Mpa)	(kg/cm ²)
1	1	224.03	89.61	172315.75	16898.34
	2	212.38	84.95	168867.09	16560.14
	3	214.38	85.75	167579.94	16433.92
2	4	206.67	83.07	167445.31	16420.71
	5	214.75	85.90	169851.81	16656.71
	6	211.63	84.68	167637.56	16439.57
3	7	220.79	88.32	171910.63	16858.61
	8	212.25	84.90	167977.30	16472.88
	9	210.31	84.16	177283.30	16404.83
4	10	209.32	83.73	167448.86	16421.06
	11	213.66	85.56	167183.68	16769.08
	12	218.62	87.45	170997.70	16628.17
5	13	216.22	86.49	169560.81	16804.03
	14	218.04	86.36	171354.05	16583.08
	15	217.31	85.85	169100.99	16497.01
6	16	215.03	86.13	164898.73	16538.12
	17	214.02	85.12	165682.00	16499.95
	18	214.01	87.26	169735.70	16521.76
PROMEDIO		214.63	85.85	169100.99	16583.08
DESVIACIÓN ESTÁNDAR		4.59	1.84	1879.06	184.27
COEFICIENTE DE VARIACIÓN		2.14%	2.14%	1.11%	1.11%

ANEXO N°11 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Propiedad física	Rango de variación
Gravedad específica	2.2 a 2.5 (Partículas gruesas) 2.0 a 2.3 (Partículas finas)
Absorción	2 a 6 (Partículas gruesas) 4 a 8 (Partículas finas)
Propiedad mecánica	Rango de variación
Abrasión por medio de la pruebas de los Ángeles	20-45 (Agregado grueso)
Pérdida mediante la prueba con sulfato de magnesio	4 o menos (Agregado grueso) Menor que 9 (Partículas finas)
California Bearing Ratio (CBR)	94-148%

**ANEXO N°12 COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE AGREGADO TRADICIONAL Y
LAS DEL PRODUCTO DE CONCRETO RECICLADO**

Propiedad	Agregado natural	Agregado de concreto reciclado
Forma de partícula y textura	Redondeado, agregados con caras planas y angulares y roca triturada áspera	Angular y superficie áspera
Capacidad de absorción	0.8-3.7%	3.7-8.7%
Gravedad específica	2.4-2.9	2.1-2.4
Desgaste en la máquina Los Ángeles	15-30%	20-45%
Pérdida mediante la prueba con sulfato de sodio	7-21%	18-59%
Pérdida mediante la prueba con sulfato de magnesio	4-7%	1-9%
Contenido de cloruros	0-1.2 kg/m ³	0.6-7.1 kg/m ³

ANEXO N°13 TRITURANDO DESPERDICIOS DE DEMOLICIONES CON MARTILLO



ANEXO N°14 TRITURANDO DESPERDICIOS DE DEMOLICIONES CON MÁQUINA DE ÁNGELES



ANEXO N°15 Compactado de Probetas para pruebas de compresión, flexión y permeabilidad



ANEXO N°16 Moldeado de Probetas



ANEXO N°17 Probetas preparadas para pruebas de flexión, compresión y flexión



ANEXO N°18 Prueba de compresión de probetas



ANEXO N°19 Prueba de compresión de probetas



Fisura a 7 días



Fisura a 14 días



Fisura a 28 días



ANEXO N°20 Prueba a la Flexión de probetas





ANEXO N°20 Prueba a la Permeabilidad de probetas

