



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

**TESIS
EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS
ESPECIALES, LAMBAYEQUE. 2018**

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

Autor:

Tarifeño Fonseca Branco Yeltsin

Asesor:

Mg. Patazca Rojas Pedro Ramón

Línea de Investigación:

Ingeniería de Procesos

Pimentel – Perú

2019

TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS
ESPECIALES, LAMBAYEQUE. 2018**

Aprobado por:

Dr. Ruiz Pico Ángel Antonio

Presidente de jurado

Mg. Guerrero Chiroque Jorge Luis

Secretario de jurado

Ing. Ruiz Saavedra Nepton David

Vocal de jurado

DEDICATORIA

A Dios, creador de todas las cosas, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante **todo el periodo de estudio.**

A mis Padres, por darme la vida, amarme mucho, creer en mí y por su incondicional apoyo mantenido a través del tiempo y porque sin ellos no estaría realizando esta investigación.

A mis familiares, a mi hermana Karen y kassandra por apoyarme incondicionalmente y por creer siempre en mí a lo largo de mi carrera, a mi tío Breitner por sus buenos consejos y apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera, a mi tía Vanessa, a mi tía Yovanna, a Elías y a todas aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Señor de Sipán por haberme aceptado ser parte de ella y por ser la casa de estudios donde he obtenido mis conocimientos técnicos y teóricos en el marco de la Ingeniería Civil. Al director de la escuela de Ingeniería Civil el Mg. Ing. Muñoz Pérez Sócrates pedro por su enseñanza, generosidad y amabilidad demostrada en cada momento ha sido un gran apoyo durante este tiempo de estudios universitarios.

RESUMEN

El presente proyecto de investigación resulta con la **realidad problemática** que se presenta en el departamento de Lambayeque que tiene como principal amenaza el fenómeno del niño el cual presenta fuertes precipitaciones las cuales causan inexorables inundaciones ocasionando que se empoce en la superficie de los pavimentos el cual trae muchas consecuencias como el riesgo de caminar, conducir, así como también deteriorándolos. Es del tipo **EXPERIMENTAL** debido que tiene la intención de trabajar con materiales que se hallan en la zona para su diseño y evaluación de las propiedades del concreto permeable. El diseño es **CUANTITATIVO**, dado que se va hacer uso de cálculos numéricos, estudios detallados y métodos de datos normalizados, y así fijar modelos de comportamiento y experimentar teorías. Se tiene como **objetivos** evaluar las propiedades del concreto permeable, así como obtener las propiedades mecánicas de los agregados y determinar las propiedades mecánica e hidráulicas del concreto permeable para pavimentos especiales de la norma CE.010 Pavimentos urbanos según la norma **ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete**, determinar el costo y tiempo de producción de la presente investigación. Se han obtenido como **resultados** que si cumple con lo citado para realizar concreto permeable para pavimentos especiales ya que su resistencia satisface la necesaria. Finalmente **resulta** que a menor cantidad de agregados finos la resistencia a compresión es menor, pero hay una mayor capacidad de permeabilidad.

Palabras claves: Concreto permeable, propiedades mecánicas e hidráulicas, permeabilidad, pavimentos especiales, precipitaciones.

ABSTRACT

I. ABSTRACT

The present research project results with the problematic reality that is presented in the department of Lambayeque that has as main threat the phenomenon of the child which presents strong precipitations which cause inexorable floods causing that it is embedded in the surface of the pavements which brings many consequences as the risk of walking, driving, as well as deteriorating them. It is of the EXPERIMENTAL type because it has the intention of working with the materials that are in the zone for its design and evaluation of the properties of the permeable concrete. The design is QUANTITATIVE, since it will make use of numerical calculations, detailed studies and standardized data methods, and thus set models of behavior and experiment theories. Its objectives are to evaluate the properties of permeable concrete, to obtain the physical properties of aggregates and to determine the mechanical and hydraulic properties of permeable concrete for special pavements of the CE standard.010 Urban pavements according to the ACI 522R-10 Report on Pervious Concrete standard, to determine the cost and production time of the present investigation. It has been obtained as results that if it fulfills the cited thing to realize permeable concrete for special pavements since its resistance satisfies the necessary one. Finally, it turns out that the less fine aggregates the compressive strength is lower, but there is a greater permeability capacity.

Keywords: Permeable concrete, mechanical and hydraulic properties, permeability, special pavements, precipitations.

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| RESUMEN | v |
| ABSTRACT | vi |
| I. ABSTRACT | vi |
| INDICE DE CONTENIDO | vii |
| INDICE DE FIGURAS | ix |
| INDICE DE TABLAS | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 11 |
| 1.1. Realidad Problemática | 11 |
| 1.1.1. Internacional | 11 |
| 1.1.2. Nacional..... | 11 |
| 1.1.3. Local | 12 |
| 1.1.4. Institucional | 13 |
| 1.2. Antecedentes de estudio..... | 13 |
| 1.2.1. Internacional | 13 |
| 1.2.2. Nacional..... | 15 |
| 1.2.3. Local | 16 |
| 1.2.4. Institucional | 17 |
| 1.3. Teorías relacionadas al tema..... | 17 |
| 1.4. Formulación del Problema..... | 26 |
| 1.5. Justificación e importancia del estudio..... | 26 |
| 1.6. Hipótesis. | 27 |
| 1.7. Objetivos..... | 27 |
| 1.7.1. Objetivo General..... | 27 |
| 1.7.2. Objetivos Específicos | 27 |
| II. MATERIAL Y MÉTODO..... | 28 |
| 2.1. Tipo y Diseño de Investigación. | 28 |
| 2.2. Variables, Operacionalización..... | 28 |
| 2.3. Población y muestra..... | 31 |
| 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad..... | 31 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.4.1. | Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 31 |
| 2.4.2. | Validez y confiabilidad..... | 32 |
| 2.5. | Procedimiento de análisis de datos. | 32 |
| 2.5.1. | Diagrama de procesos de flujo. | 32 |
| 2.5.2. | Descripción de los procesos | 34 |
| 2.5.3. | Análisis granulométrico..... | 35 |
| 2.5.4. | Agregados..... | 36 |
| 2.5.5. | Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado – NTP 339.185 | 36 |
| 2.5.6. | Peso unitario del agregado grueso NTP 400.017 | 36 |
| 2.5.7. | Peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021 | 36 |
| 2.5.8. | Cemento Portland TIPO I NTP 334.009 | 37 |
| 2.5.9. | Agua..... | 37 |
| 2.5.10. | Criterios de diseño de mezclas del concreto permeable norma ACI 522R-10 | 37 |
| 2.5.11. | Relación a/c..... | 37 |
| 2.5.12. | Porcentajes de vacíos. | 37 |
| 2.5.13. | Volumen de pasta cementante | 38 |
| 2.5.14. | Diseño de mezclas final | 40 |
| 2.6. | Criterios éticos. | 42 |
| III. | RESULTADOS | 44 |
| 3.1. | Resultados en tablas y figuras..... | 44 |
| 3.2. | Discusión de resultados..... | 57 |
| IV. | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 59 |
| | REFERENCIAS | 61 |
| | ANEXOS..... | 64 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Relación entre el contenido de vacío y la resistencia a la compresión de 28 días para los tamaños de agregado No. 67 y No. 8. | 24 |
| Figura 2 Relación entre el contenido de aire y la resistencia a la flexión para hormigón permeable (Meininger 1988). | 24 |
| Figura 3. Aparato para medir la permeabilidad del hormigón permeable mediante un simple perímetro de cabeza descendente (Neithalath et al. 2003)..... | 25 |
| Figura 4. Plano de acceso a la cantera Tres Tomas – Lambayeque. | 34 |
| Figura 5. Plano de acceso a la Cantera la Victoria – Lambayeque. | 35 |
| Figura 6. Relación entre contenido de vacíos y fuerza a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados N° 67 y N° 8. (ACI 522R-10, 2010) | 38 |
| Figura 7. Relación entre el porcentaje de vacíos y el contenido de pasta para tamaños de agregado N° 8 (ACI 522R-10, 2010)..... | 38 |
| Figura 8. Grafica de la curva granulométrica del agregado grueso..... | 44 |
| Figura 9. Grafica a la resistencia a la compresión del diseño patrón | 48 |
| Figura 10. Grafica de la resistencia a la compresión. Fuente: elaboración propia..... | 49 |
| Figura 11. Grafica de la resistencia a la flexión a los 28 días | 50 |
| Figura 12. Grafica de resistencia a la tracción indirecta | 51 |
| Figura 13. Ficha técnica de Máquina de compresión ADR Touch 1500.. | 82 |
| Figura 14 Ficha Técnica de Cemento Portland Tipo I(Pacasmayo)..... | 84 |
| Figura 15 Equipo para el ensayo de consistencia..... | 88 |
| Figura 16 Prensa de Concreto para realizar los ensayos del concreto endurecido | 88 |
| Figura 17. Tamices normalizados para el ensayo de granulometría | 89 |
| Figura 18. Peso unitario del agregado grueso | 89 |
| Figura 19. Horno para el secado de los materiales..... | 90 |
| Figura 20. Realizando el ensayo peso específico y absorción de los materiales..... | 90 |
| Figura 21. Mezcladora con los materiales..... | 91 |
| Figura 22. Comprobando el slump | 91 |
| Figura 23. Especímenes del concreto permeable | 92 |
| Figura 24. Ensayo de compresión | 92 |
| Figura 25. ensayo de flexión de vigas | 93 |
| Figura 26. Rotura de las vigas a 1/3 | 93 |
| Figura 27. Construyendo el permeámetro de carga variable..... | 94 |
| Figura 28. Ensayo de permeabilidad | 95 |
| Figura 29. Elaboración de una losa de concreto de 10 cm de altura | 95 |
| Figura 30. curado de la losa de concreto | 96 |
| Figura 31. Ensayo de infiltración del concreto..... | 96 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Relación entre el contenido de vacío y la resistencia a la compresión de 28 días para los tamaños de agregado No. 67 y No. 8. | 24 |
| Figura 2 Relación entre el contenido de aire y la resistencia a la flexión para hormigón permeable (Meininger 1988). | 24 |
| Figura 3. Aparato para medir la permeabilidad del hormigón permeable mediante un simple perímetro de cabeza descendente (Neithalath et al. 2003)..... | 25 |
| Figura 4. Plano de acceso a la cantera Tres Tomas – Lambayeque. | 34 |
| Figura 5. Plano de acceso a la Cantera la Victoria – Lambayeque. | 35 |
| Figura 6. Relación entre contenido de vacíos y fuerza a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados N° 67 y N° 8. (ACI 522R-10, 2010) | 38 |
| Figura 7. Relación entre el porcentaje de vacíos y el contenido de pasta para tamaños de agregado N° 8 (ACI 522R-10, 2010)..... | 38 |
| Figura 8. Grafica de la curva granulométrica del agregado grueso..... | 44 |
| Figura 9. Grafica a la resistencia a la compresión del diseño patrón | 48 |
| Figura 10. Grafica de la resistencia a la compresión. Fuente: elaboración propia..... | 49 |
| Figura 11. Grafica de la resistencia a la flexión a los 28 días | 50 |
| Figura 12. Grafica de resistencia a la tracción indirecta | 51 |
| Figura 13. Ficha técnica de Máquina de compresión ADR Touch 1500.. | 82 |
| Figura 14 Ficha Técnica de Cemento Portland Tipo I(Pacasmayo)..... | 84 |
| Figura 15 Equipo para el ensayo de consistencia..... | 88 |
| Figura 16 Prensa de Concreto para realizar los ensayos del concreto endurecido | 88 |
| Figura 17. Tamices normalizados para el ensayo de granulometría | 89 |
| Figura 18. Peso unitario del agregado grueso | 89 |
| Figura 19. Horno para el secado de los materiales..... | 90 |
| Figura 20. Realizando el ensayo peso específico y absorción de los materiales..... | 90 |
| Figura 21. Mezcladora con los materiales..... | 91 |
| Figura 22. Comprobando el slump | 91 |
| Figura 23. Especímenes del concreto permeable | 92 |
| Figura 24. Ensayo de compresión | 92 |
| Figura 25. ensayo de flexión de vigas | 93 |
| Figura 26. Rotura de las vigas a 1/3 | 93 |
| Figura 27. Construyendo el permeámetro de carga variable..... | 94 |
| Figura 28. Ensayo de permeabilidad | 95 |
| Figura 29. Elaboración de una losa de concreto de 10 cm de altura | 95 |
| Figura 30. curado de la losa de concreto | 96 |
| Figura 31. Ensayo de infiltración del concreto..... | 96 |

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Internacional

El 50% de ciclovías que se hallan en la ciudad de Guadalajara están dañadas el cual dificulta el tránsito de las personas en este tipo de transporte, el Instituto Metropolitano de Planeación ha anunciado una inversión en los 123 km. de mantenimiento **de rutas para este tipo de infraestructuras (El Informador, 2019).**

Las lluvias son una de las causantes de que el índice de accidentes se acrecienta en las ciudades, conducir bajo la lluvia o caminar es muy peligroso especialmente en pavimentos ya que causan accidentes que traen consecuencias graves e incluso la muerte, una de los principales orígenes para este tipo de accidentes es el hidroplaneo que es un fenómeno que induce la falla de control del vehículo originada por el agua estancada, las estadísticas en Costa Rica en abril del 2016 se reportaron más de 7 mil choques y en mayo esto incrementó más de 600 casos en tiempos lluviosos **(Torres, 2016, párrafo 1).**

En los últimos años, la tierra está sufriendo un elevado impacto ambiental como consecuencia del cambio climático, una de los orígenes de la diferencia de temperatura entre el área urbana y sus entornos, es a la que se le conoce como isla de calor que tiende a elevar la temperatura por las noches **(Villanueva, Ranfla, & Quintanilla, 2013).**

1.1.2. Nacional

En la actualidad existen 190 km de ciclovías la cual se espera desarrollar a los 884 km en los presentes años. Los peruanos actualmente solo el 1% lo utilizan para transportarse. Las municipalidades de diferentes distritos de la Municipalidad de Lima están llevando a cabo 10 proyectos acerca de este tipo de infraestructura para perpetuar con el desarrollo urbano e infraestructura **(Claudia, 2018).**

Debido a la carencia del agua por causa del fenómeno del niño que ha malogrado los puntos de agua los ciudadanos de la provincia de Talara está atravesando una situación difícil el cual al verse ante la necesidad de obtener agua, están utilizando todo tipo de recipiente para recolectar el agua de las precipitaciones y utilizarlas para diferentes

necesidades, producto de este fenómeno muchos pavimentos y veredas han terminado colapsando por lo que muchas calles todavía continúan encharcadas las cuales están abundando miles de insectos debido a esto los pobladores están despavoridos y exigen a sus gobernantes que busquen soluciones inmediatas **(La Republica, 2017)**.

Nuestro país ha registrado un crecimiento urbano notable y todo este boom se debe a la inversión del sector inmobiliario, ante todo esto no estamos viendo reflejado en la inversión y creación de área verdes ocasionando problemas a nuestro medio ambiente, miremos a nuestro alrededor que le pasa a nuestro ecosistema, que se viene deteriorando a través del crecimiento urbano por falta de conciencia ecológica de la población, nuestra capital actualmente no cumple con el requisito dado por (OMS) este requisito nos dice que debe haber 9m² de área verde por habitantes, la cual nuestra capital solo posee 3.1 m² por habitante aproximadamente **(Briones, Ezeta, & Ismodes, 2013)**.

1.1.3. Local

Con el gran desarrollo comercial que está atravesando la ciudad de Chiclayo se ha convertido en un trascendental aliado para el crecimiento inmobiliario que hoy experimenta se observa hacia los alrededores de la ciudad, que se están ubicando las casetas de ventas de importantes proyectos de lotes y casas promovidos por inmobiliarias como El Pino y Los Portales **(Vega, 2018)**.

“En los distritos de Lima se tiene más de 50 ciclovías habilitadas, el problema que la mayoría no han sido construidas de manera articulada, por ende, dificulta el transporte en estas como sabemos este medio de transporte facilita a descongestionar las calles ya que estudios realizados demuestran que en hora punta el medio de transporte en bicicleta sería un 25% más rápido” **(León, 2017)**.

“La ciudad de Chiclayo debido a las intensas lluvias ocurridas en el mes de febrero del 2017, ocasionó que muchos desagües colapsarán creando así aguas detenidas por lo que el representante de salud advirtió a los pobladores que tuvieran mucho cuidado con sus hijos y familiares de tercera edad que son los más vulnerables a enfermedades como el cólera, o problemas con la piel” **(Urpeque, 2017)**.

1.1.4. Institucional

El norte del país, el departamento de Lambayeque sufre el fenómeno del niño el cual se da por las constantes lluvias provocando que se estanque el agua proveniente de ellas en la superficie de los pavimentos trayendo como el riesgo de conducir, caminar, así como también dañándolos. Podemos observar que en el departamento de Lambayeque no se encuentra asfaltada la gran parte de la red vial, ya que la gran mayoría se encuentra a nivel de afirmado el cual es un problema para las personas debido al fuerte viento que hay en nuestro departamento el cual ocasiona bastante polvo afectando la salud de las personas y nuestro ecosistema.

1.2. Antecedentes de estudio

1.2.1. Internacional

En su **proyecto de investigación “Evaluación del comportamiento en el módulo de ruptura en concretos permeables para carpetas de rodadura de pavimentos rígidos utilizando geosintéticos en su estructura”**. Nos dice “Para adquirir el **título** profesional de Ingeniero Civil, esta tesis es del **tipo de investigación** experimental, debido a que su problemática se ve relacionado con el desarrollo urbano que se está dando en nuestro país y la red vial es por ello que el autor ha usado la utilización de concreto permeable en pavimentos donde el tránsito es leve, con el **objetivo** de estudiar y ver cómo se comporta el módulo de ruptura, a través de diseños de mezclas de este tipo de concreto para ser utilizadas en carpetas de rodadura agregando material geo sintético en su estructura. **Concluye** que se hicieron 60 modelos de vigueta del presente concreto utilizando capas de geosintéticos en la base de estos. **Recomendaciones** que sigan experimentando con este material por lo novedoso que es, pero con diferentes gradaciones de agregados. Lo **relevante** de su proyecto que aún no se están realizando este tipo de concreto en su país por lo que el trata de dar a conocer esta nueva técnica con los resultados de su investigación bajo medidas determinados por la norma ASTM C 78 para hacer uso de esta investigación” (Gamez, Guzman, & Renderos, 2016).

En su tesis “**Diseño de un campo de prueba piloto de pavimentos permeables en la ciudad de Cartagena**”. Nos dice “que es del **tipo de investigación** experimental,

tiene como **problemática** que debido a las construcciones que se está dando en su ciudad se está produciendo escorrentía superficial lo que está impidiendo que el agua filtre por el suelo. El **objetivo** de su tesis es establecer un campo de pruebas para pavimentos de este tipo de concreto y así lograr disminuir las aguas que se encuentran en las superficies, por ende, poder aprovechar estas aguas o permitir el paso naturalmente. El **resultado** más relevante en este proyecto se refleja en el diseño este tipo de estructura que cuenta con tres tipos de pavimentos permeable, donde los cálculos arrojan espesores de losa y bases de diseño variables. **Concluye** que el campo de prueba ayudara a verificar la presencia de los componentes contaminantes del agua respecto al agua de salida del campo de prueba. Nos **recomiendan** hacer estudios teniendo en cuenta el uso y las exigencias del tráfico y así conocer que material es más conveniente a utilizar, teniendo en cuenta su exposición a hidrocarburos y fuentes contaminantes. Lo **relevante** de este proyecto es que busca que el diseño se empiece a utilizar en las construcciones y se aplique nuevos recursos de bajo impacto ambiental” (Hernández & Martínez, 2014).

En su tesis **Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, El Carmen, Aramuaca y la Pedrera, de la zona oriental de El Salvador**. Nos dice “Para conseguir el **título** profesional de Ingeniero Civil, del **tipo de investigación** experimental, parte de su **problemática** acerca de que el agua proveniente de las precipitaciones no está siguiendo su ciclo natural, el nivel freático está descendiendo y por lo tanto las obras de drenaje pluvial están susceptible a fallas ya que cuentan con dificultades en los sitios de descargas natural, produciendo crecidas. Su **objetivo** es trabajar con tres canteras de la zona para producir un concreto permeable que cuente con las mejores características de dicho concreto, los **resultados** que obtuvo es que para mayor resistencia trabaja mejor con la cantera el Carmen y en cuanto a permeabilidad la cantera Pedrera por lo tanto **concluye** que con el tamaño nominal de 3/4” de acuerdo a las ensayos de ASTM C-132 Y ASTM C-72 su tenacidad cumple para ser utilizados en pavimentos donde el transito no es muy concurrente. Nos **recomienda** que debe haber un mantenimiento con la limpieza para impedir que sus poros sean llenados por el polvo y perder su propiedad de permeabilidad. Lo **relevante** de este proyecto es que con los resultados obtenidos dan a conocer que sus agregados son óptimos para la elaboración de concreto permeable, por lo que permiten tener un concreto más eficiente” (**Barahona, Martínez, & Zelaya, 2013**).

1.2.2. Nacional

En su tesis **Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control de las aguas pluviales en vías locales y pavimentos especiales de la costa noroeste del Perú nos dice** “Para lograr el **título** profesional en Ingeniería Civil, del **tipo de investigación** experimental, tiene como **problema** las inundaciones que sufren las ciudades del norte del país afectando a miles de personas y el deficiente diseño en obras de drenaje pluvial en los pavimentos. Su **objetivo** es hacer un estudio del presente concreto para averiguar posibles soluciones que se dan al norte del país en los tiempos de lluvias. “El **resultado** indica que para determinar el funcionamiento tanto estructural como hidráulico de este concreto formulado es a través de sus características que estén conforme con la norma del ACI 522R-10”. **Concluye** que, si es viable realizar pavimentos que no requieren mucho tránsito de concreto permeable para la intervención de las aguas pluviales especialmente en el norte del país. Se **recomienda** tener cuidado con el índice de vacíos que tiene que ser el adecuado, conocer acerca de la mecánica de fluidos y materiales. La **relevancia** es que busca comprobar todos los requisitos de resistencia del pavimento con concreto permeable para que puedan ser utilizados de acuerdo a la norma CE.010 Pavimentos Urbanos, así como los requerimientos de desagüe” (Guizado & Curi, 2017).

En su tesis **“aplicación de concreto permeable como una nueva alternativa de pavimentación en la ciudad de Chimbote – provincia de santa – Áncash”**. Nos dice “Para obtener el **título** profesional de Ingeniero Civil, del **tipo de investigación** empírico, su **problema** se basa en buscar y demostrar si garantiza ser viable monopolizar este tipo de concreto en los pavimentos de su ciudad para minimizar impactos en el medio ambiente. El **objetivo** de ver las características de este concreto y elaborar un diseño para ayudar así a contribuir con el medio ambiente en la ciudad de Chimbote. Los **resultados** que ha logrado obtener los requerimientos según la norma ACI-522R. Por lo tanto, **concluye** que, si es viable, pero para pavimentos donde el tránsito es liviano. El autor nos **recomienda** hacer más investigaciones de este tipo de concreto por lo que lo considera posible y sostenible. La **relevancia** del presente proyecto que cumple con todas las medidas de la norma de concrete previous para **ser** considerado permeable” (Olivas, 2017).

En su tesis “**Comportamiento del concreto permeable, utilizando agregado de las canteras La Victoria y Roca Fuerte, aumentando diferentes porcentajes de vacíos, Cajamarca 2015**” nos dice que “Para obtener el **título** profesional de Ingeniero Civil, del **tipo de investigación** experimental, su **problema** se basa en ver el comportamiento de este tipo de concreto haciendo uso de aditivos que permitan aumentar la relación de vacíos trabajando con dos canteras de la zona. Su **objetivo** hacer un estudio de las dos canteras aumentando la relación de vacíos y ver cual cantera sería la mejor para realizar este tipo de trabajo. Como **resultados** obtuvo que mientras trabaja con más porcentaje de vacíos el concreto se vuelve más permeable pero menos resistente. Por ende, **concluye** al aumentando la relación de vacíos a concreto formulado, este tiende disminuir la resistencia a compresión tanto en la cantera la victoria como roca fuerte, y de acuerdo a sus ensayos para resistencia es mejor trabajar con la cantera la Victoria y en cuanto a la cantera roca fuerte se obtiene un diseño de concreto permeable con mejor permeabilidad. El autor nos **recomienda** que ensayemos con nuevos tamaños de agregados para verificar las propiedades de este concreto con estas mismas canteras. **La relevancia** de esta investigación es que debido a que no hay construcciones utilizando este tipo de material la construcción civil, el autor busca una forma de aplicar este tipo de material en las construcciones de obras en esta ciudad” (Cerdán, 2015).

1.2.3. Local

En su tesis “**Diseño de mezclas de concreto poroso para pavimentos de tránsito liviano**” Para obtener el **título** profesional de Ingeniero Civil, del **tipo de investigación** experimental su **problema** se basa el incremento de la población que se está urbanizando la ciudad y por consiguiente se está creando más pavimento el cual está impermeabilizando el suelo lo que podría causar las crecidas de agua en las partes de menor pendiente de la ciudad, como **objetivo** tiene diseñar una mezcla de concreto poroso para pavimentos de tránsito liviano para zonas urbanas en general, los **resultados** de su investigación fueron que es más conveniente trabajar con agregado de ½” da un comportamiento de resistencia mayor al de ¾”, por lo tanto **concluye** que el debería usarse una mezcla con agregado de ½” y la relación a/c de 0.25, dicho autor nos **recomienda**, realizar Mezclas para diámetros menores de ½” y relación a/c de 0.25 a 0.30, lo **relevante** de este proyecto es que el autor utilizo un diseño técnico normativo para pavimentos de bajo tránsito (González, 2015).

1.2.4. Institucional

Este proyecto de investigación se está realizando por que ofrece diversas alternativas en gran medida a la sostenibilidad con el propósito de minimizar el impacto ambiental reduciendo problemas ambientales importantes como la protección del área verde, ayudando a recargar los acuíferos, controlando el efecto de fenómeno llamado “la isla de calor”, reducir el ahorro de energía artificial en la iluminación de los pavimentos, también nos permite disminuir costos de combustible por lo que su textura la resistencia a la rodadura es mucho menor comparado a otros materiales de pavimentación, dar más seguridad a las personas al momento de manejar ya que ayuda mucho a reducir el fenómeno del hidroplaneo y finalmente porque es económico y trata de revertir a las construcciones de edificar con base a impermeabilizar todas las superficies (**La República, 2017**).

1.3. Teorías relacionadas al tema.

Variable Dependiente: Pavimentos especiales

El **pavimento** es un conjunto de capas constituidas por un sistema de capas comprendidas entre el terreno de fundación y el manto de rodamiento, que cumple la función de dividir las cargas que son aplicadas debido al movimiento de vehículos en un lapso de tiempo determinado hacia la subrasante y ver el bienestar del tránsito por lo general, cuenta con la siguiente estructura: La capa de rodadura es aquella que se encuentra en la superficie del pavimento, que puede ser flexible, rígido o de articulado, es la que se encarga de soportar directamente la circulación de los vehículos. La base se ubica en la sub capa de rodadura, es la que se encarga de mantener, dividir y transferir los pesos provocadas por los vehículos. Este manto está formado por materiales granulares drenantes (CBR = 80%) como también puede ser tratada con betún, yeso o cal. La subbase se encuentra inmediatamente encima de la subrasante puede obviarse teniendo en balance las peculiaridades del pavimento esta capa tiene la función de soportar a las estructuras encima de esta. Se maneja como capa de desagüe e interventor de la capilaridad del agua. El mencionado manto está constituido de material granular o tratada con betún, yeso o caliza (Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC), 2014), p.25.

Tenemos diferentes tipologías de pavimentos como: **los pavimentos flexibles** son aquellos que ante la presencia de las cargas que se transitan sobre él tienden a flexionarse por lo que no trabaja a tracción, se les conoce como pavimentos asfálticos está conformada por una cubierta con materia prima grasos así como también puede llevar aditivos, se le conoce como manto de rodadura asfáltica sobre mantos granulares: mortero asfáltico, sistema superficial bicapa, micro pavimentos, composiciones asfálticas en frío y composiciones asfálticas en caliente tienen una vida útil no mayor a los 15 años y se necesita de un constante mantenimiento (MTC, 2014, p.25).

Los Pavimentos Rígidos. Son aquellos que trabajan a tracción, son hechos de una losa de concreto hidráulico que pueden llevar en algunos casos acero compuestas por una sub base o base con materiales granulares. Estos poseen la capacidad de resistir cargas producidas por los vehículos gracias a su base de concreto. En cuanto a su construcción este tipo de pavimentos es más oneroso que el tipo de pavimento flexible, pero posee la capacidad que resiste más tiempo en cuanto a su ciclo de vida que promedia entre los 20 a 40 años con un mantenimiento mínimo lo que mayormente se hace el tratamiento a las juntas de las losas ((MTC), 2014,p.26). **Pavimento semirrígido** compuesto por capas asfálticas a este espécimen de piso se les ha incluido los empedrados, se les llama así a los pavimentos donde la carpeta asfáltica se le hace un tratamiento con cemento o sobre la base con cal ((MTC), 2014, p.24).

Los Pavimentos especiales, de acuerdo con el R.N.E en la norma CE.010: Pavimentos Urbanos “se considera como pavimentos especiales a los siguientes aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías los cuales deberán cumplir con los siguientes requisitos” (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010,p.32).

Tabla1
Tipos de pavimentos especiales

Tabla1
Tipos de pavimentos especiales

| Tipo de Pavimento | | Aceras o Veredas | Pasajes Peatonales | Ciclovías |
|--------------------------------|------------------------------|--|---|-----------------|
| Elemento | | | | |
| Sub – rasante | | 95% de compactación: Suelos Granulares – Proctor modificado Suelos cohesivos – Proctor Espesor compactado ≥ 150 mm | | |
| Base | | | | CBR $\geq 60\%$ |
| Espesor de la capa de Rodadura | Asfáltico | | ≥ 30 mm | |
| | Concreto de cemento Portland | | ≥ 100 mm | |
| Material | Adoquines | ≥ 40 mm (se deberán apoyar sobre una cama de arena fina, espesor comprendido entre 25 y 40 mm) | | |
| | Asfáltico | | Concreto Asfáltico | |
| | Concreto de cemento Portland | | $f_c \geq 17,5$ MPa (175 kg/cm ²) | |
| | Adoquines | $f_c \geq 32$ MPa (175 kg/cm ²) | | N.R** |

Fuente: (Norma CE.010 Pavimentos Urbanos, 2010)

Para hacer un diseño de pavimento debemos considerar los siguientes elementos: **El tránsito** para este se tienen en cuenta la velocidad, la carga u la cantidad de automóviles que van a pasar durante la existencia rentable del pavimento, tener en cuenta el crecimiento a futuro del tránsito no es posible tener un resultado exacto en cuanto al crecimiento del tránsito, pero se pueden hacer evaluaciones en base a suposiciones concretas a la realidad. **La subrasante** esta capa debe ser resistente debido a que en ella se ejerce los esfuerzos producidos por los pesos que operan ante esta, debe ser susceptible a la humedad ya que esta necesita en gran parte del cálculo del grosor que requiera este tipo de pavimento sea flexible, rígido o compuesto. **El clima** es otro de los elementos a tener en cuenta en cuanto al diseño de los pavimentos entre estos tenemos las precipitaciones y los cambios de temperatura. Las precipitaciones influyen en cuanto a las características físicas del pavimento ocasionando que estas pierdan firmeza, compresibilidad y cambios volumétricos tanto en el pavimento como en el suelo provocando daños estructurales por hinchamiento o retracción. **Los materiales disponibles** deberán contar con especificaciones técnicas de la cantera ya que van hacer usadas en la estructura del

pavimento y por lo tanto esto afecta a la calidad y duración de vida del pavimento y se recomienda utilizar materiales de las canteras más cerca al lugar donde se va a construir para evitar demandas de gastos (Montejo, 2002).

Variable independiente: Concreto permeable

El concreto es un elemento uniforme semejante constituido por componentes como: **La pasta** consiste en una combinación de cemento portland y agua, esta tiene la función de unir elementos como los áridos (arena, grave o piedra triturada), que al fortalecerse forma un concreto compacto que es competente de aguantar grandes cargas de compresión el cual va aumentando su fuerza con el paso del tiempo está compuesta por: **El Cemento** es uno de los materiales relevantes en la fabricación de concreto, el cemento portland es el más mercantil y de cómodo uso de adquisición, el cual cuando se combina con agua ya sea solo o en mezcla de arena u otros materiales directos equivalentes tiene como participación de que al entrar en contacto con el agua reacciona lentamente incluso formando un acopio endurecido, si necesitamos perfeccionar o variar cualesquiera de las propiedades del concreto se le puede colocar aditivos (Abanto, S/A). El R.N.C NTE 0.60, procedente del ACI 318, las tipologías de cementos se catalogan de acuerdo a tres normas primordiales: la primera es Según la **NTP 334.009** “Cemento Portland”, los clasifica en: Cemento prototipo I de uso ordinario, Cemento prototipo II – el cual muestra una resistencia modosa hacia las sales, Cemento prototipo II (MH) – una de sus características se basa en el templado calor de absorción y moderada resistencia a los sulfatos, Cemento prototipo III – es un cemento característico por tener una resistencia alta al comienzo, Cemento prototipo IV – el calor de absorción es mínimo, Cemento prototipo V – es aquel cemento que es muy acerado hacia los sulfatos. La segunda norma **Según la NTP 334.090** “Cementos Portland Adicionados” los cuales están: Cemento espécimen IS – cemento con desecho de alto horno, Cemento prototipo IP – cemento puzolánico, Cemento prototipo IL – cemento calizo, Cemento tipo I (PM) – cemento puzolánico modificado, Cemento tipo IT – cemento ternario y el Cemento ICo – cemento compuesto. Y por último la tercera norma básica es Según la **NTP 334.082** “**Cementos Portland.**” Especificación de la performance: Cemento prototipo GU – de usanza ordinario, Cemento prototipo MS – reservada tenacidad a las sales, Cemento prototipo HS – sublime firmeza a las sales, Cemento prototipo HE – eminente aguante inicial, Cemento prototipo MH – modoso calor

de absorción, Cemento prototipo LH – pequeña vehemencia de absorción. En Perú se elaboran los cementos de acuerdo a las tres normas señaladas, habiendo los principales distribuidos: prototipo I, prototipo II, prototipo V, prototipo IP, prototipo I(PM), prototipo I Co, prototipo MS y prototipo HS (Asociación de productores de cemento (ASOCEM), 2016).

El Agua viene hacer dispositivo esencial en la producción del concreto por lo que cumple la función de generar reacciones químicas cementantes del concreto para así obtener resultados satisfactorios, siendo concerniente con la firmeza, trabajalidad y peculios del concreto. El agua para la preparación del concreto es correcta siempre y cuando cumpla con los requisitos de sus propiedades porque no siempre el agua que es buena para el gasto humano es buena para el concreto, de preferencia se requiere de agua potable, pero si no hubiera se utilizará agua de las a fuentes que no tengan ningún problema en cumplir con los discernimientos necesarios de la NTP 339.088 (Norma Técnica del Perú (NTP), 2015).

Los Agregados conocidos también como áridos producto de la descomposición natural, desgaste o trituración de las piedras encontradas en diferentes tamaños para ser utilizadas en él concreto, forman parte del 75 % en volumen de la composición característica de concreto. Se clasifican según su origen y tamaño. De acuerdo con dicha norma, los adheridos deberán desempeñarse con las exigencias de cada prueba establecidos en cada NTP determinada (Abanto, S/A, p. 23).

Se fundamenta que debe haber 3 niveles de ensayos: Necesarios como Granulometría, Sustancias Perjudiciales. Los Adicionales concretos de firmeza ≥ 175 kg/cm, Abrasión (máquina de los ángeles) o impacto, y Necesarios, Reacción álcali-sílice, Semejante de arena (Abanto, S/A).

Entre Las Propiedades del concreto en estado fresco tenemos: **Trabajabilidad** que tiene la característica que permite la facilidad de colocación, fijación y consumado sin que se produzca separación alguna del concreto en estado fresco no existe ensayo alguno que consienta medir esta característica, colectivamente se evalúa mejor en los ensayos de firmeza conocido como el cono de Abrams, este ensayo arroja una proporción cuantitativa medida como slump. **La Consistencia** está determinada en cuanto a la mezcla viendo el

grado de humectación, esta característica se basa mucho con el volumen de agua que se va a incorporar en una mezcla de concreto. (Abanto, S/A, p. 47). **Exudación** se refiere al ascenso que realiza una porción del agua de la composición recién puesta hacia la cara del concreto producto de los residuos de los sólidos este proceso que se muestra posteriormente de que el concreto se ha puesto en el encofrado, el cual no debería tener inconvenientes acerca de la calidad del concreto. **Peso unitario** utilizado sobre todo en pavimentos, edificaciones y otras obras de ingeniería, tienen un peso específico (densidad, peso volumétrico, masa unitaria). El **Tiempo de Fraguado** Es el tiempo que prorroga un concreto en conseguir a su etapa macizo, el fraguado tiene las características de ser lento, normal y rápido (Niño, 2010, p. 100).

Propiedades del Concreto en estado endurecido, Tenemos la **Resistencia** que es la habilidad que tiene el concreto para soportar las cargas ejercidas sobre él ya se ha comprensión, flexión y tracción la cual estas dos últimas en menor capacidad. La correlación agua/cemento, el contenido de cemento, tipo de cemento y las condiciones de curado son factores que están vinculadas con la resistencia. La **Impermeabilidad** esta propiedad refiere a que el concreto deje de pasar el agua hacia el fondo de la mezcla esta propiedad puede ser mejorada a través de la reducción de agua en la mezcla y la **Durabilidad** no es más que la propiedad que tiene el concreto para resistir ante cualquier amenaza que afecte sus propiedades. La exposición al medio ambiente y tipo de concreto juegan un rol importante en esta propiedad (Abanto, S/A, p. 57).

El concreto permeable o poroso es un concreto con la característica de un pendiente próximo o igual a cero, que consiste de los siguientes materiales el cemento Portland, agregado grueso, con una cantidad mínima o nada de agregados finos y agua, su contenido de vacíos se encuentra entre el 10% y el 35%, que hacen que el agua, al aire y entre otros elementos atravesar de él. La absorción se encuentra aproximadamente entre 81 y 730 L/min/m² el cual tiene que ver con la dimensión del agregado y su consistencia de composición (ACI 522R-10, 2010). **Sus Aplicaciones** debido a su alta permeabilidad y baja resistencia pueden ser utilizados para estructuras donde las cargas que se ejerzan sobre el no sean muy exigentes últimamente está siendo muy utilizados en aparcamientos, suelos de invernaderos, cubiertas de piscina, pisos de zoológicos, establos, estructuras de tráfico liviano, ciclovías, patios, mantos rigurosas de desagüe bajo superficies externos, mantos de base para las caminos ya sean urbanos o particulares, aeropuertos, muros de puentes, capas

de superficie de losas deportivas, se está evaluando su utilidad para evitar inundaciones frente a los actuales cambios climáticos (Arango Samuel, s.f.).

La norma “Report on Pervious Concrete” nos dice que este tipo de concreto permeable deberá utilizarse en suelos con un coeficiente de medio a alto índice de permeabilidad, y con una moderada conductividad hidráulica. En cuanto a las pendientes del lugar donde se coloque este tipo de concreto no es muy recomendable para pendientes que sobrepasen el 5% según la norma.

Las propiedades del concreto permeable tienen mucho que ver con las siguientes características el porcentaje de vacíos, del contenido de cemento, relación agua/cemento y el tamaño del agregado y su aptitud. La dimensión de las aberturas en el material también incide en las características de resistencia. Entre las **Propiedades en estado fresco** tenemos al **Peso Unitario** que puede ser determinado según norma, por lo general se encuentra entre el 80% + 5% o -10% de una composición de concreto convencional fresco, con una variación entre 1,600 a 2,000 kg/m³, con respecto de la proporción de vacíos de diseño del mismo. **El Revenimiento (slump)** para comprobar la consistencia de una mezcla de concreto fresco se puede calcular con esta propiedad, mientras mayor sea el asentamiento nos quiere decir la composición se encuentra en estado más húmedo, este tipo de concreto se caracteriza que su revenimiento deberá estar comprendido entre 0 a 2 cm, la manera de saber cómo hacer este ensayo está explicado en la norma ASTM C143. **El Contenido de vacíos (porosidad)** “La porosidad asequible en una composición de concreto poroso es una función de las dimensiones de los agregados y de las cuantías relativas de diferentes tamaños en la composición” (Brite/Euram Report , 1994). El contenido de vacíos tiene que ver de varios componentes como: gradación del agregado mientras más grande es la dimensión del agregado mayor porosidad tiene el concreto, el contenido de material cementante, la relación (a/c) y el nivel de compactación. **Entre las propiedades en estado endurecido** tenemos a la **Resistencia a la compresión** el cual depende mucho de la dosis de la composición entre los materiales y el esfuerzo de compactación en el proceso de la colocación, esta se ve afectado por varios factores como: la relación a/c y el contenido de aire cuanto menos contenido de aire mayor es la firmeza, pero esto dificulta la propiedad de permeabilidad (ACI 522R-10, 2010).

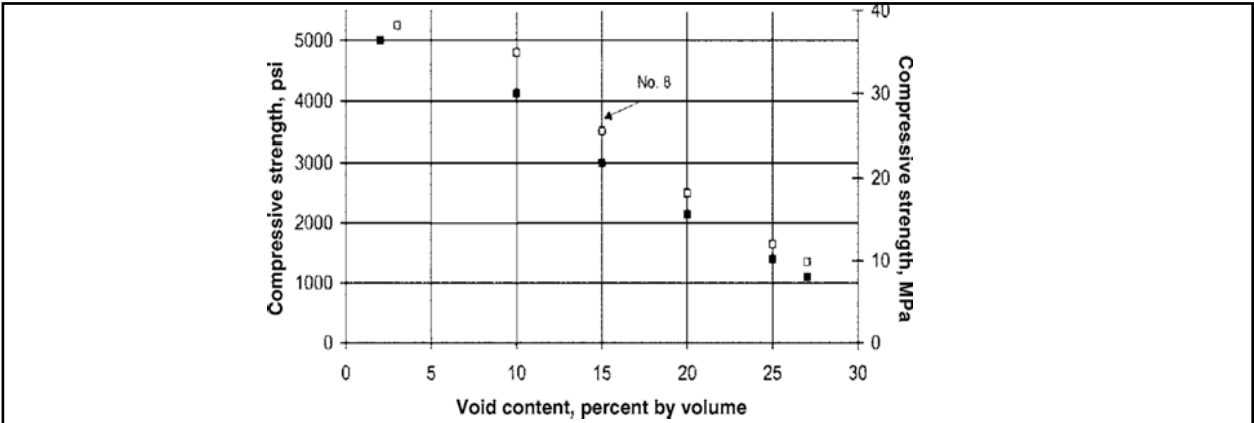


Figura 1 Relación entre el contenido de vacío y la resistencia a la compresión de 28 días para los tamaños de agregado No. 67 y No. 8.
Fuente: (ACI 522R-10, 2010)

La **Resistencia a la flexión** se ve afectada por algunos componentes como la analogía agua cemento y el porcentaje de vacíos, la característica de esta propiedad es que trabaja mejor a diferencia de los concretos convencionales, usualmente teniendo como resistencia un 30% de la firmeza a la compresión, comparándola con el concreto convencional es un poco mucho mayor (Pèrez, 2009).

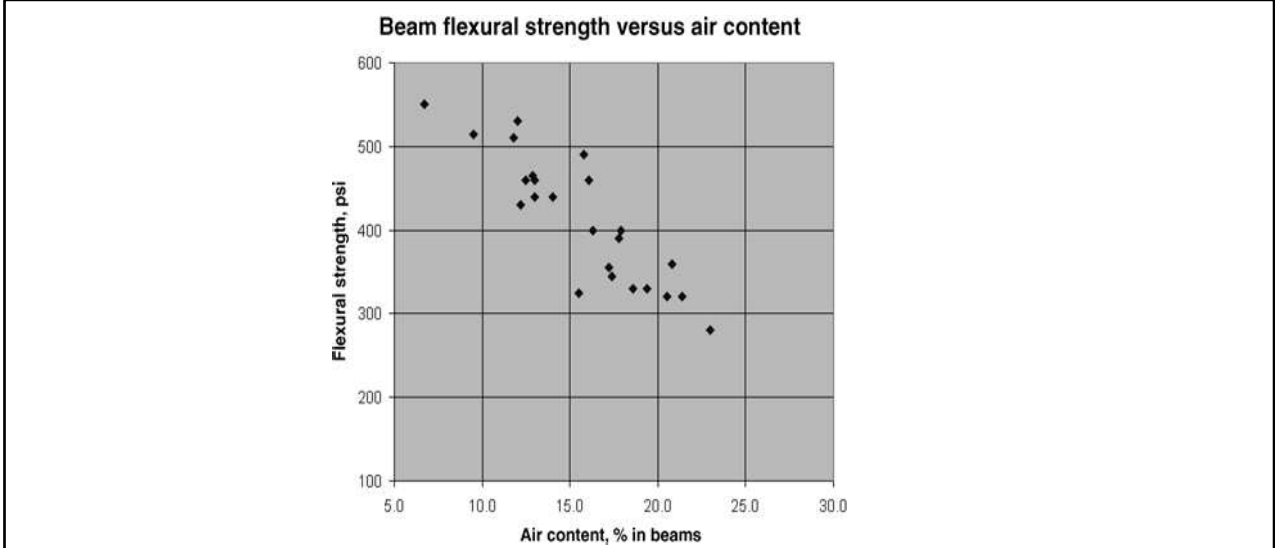


Figura 2 Relación entre el contenido de aire y la resistencia a la flexión para hormigón permeable (Meininger 1988).
Fuente: (Meininger, 1998)

La **Permeabilidad** es la propiedad más significativa del concreto permeable tiene la función de que el agua pase a través de sus vacíos del concreto formulado, y su dimensión es medida por la tasa de filtración. La tasa de filtración del concreto permeable está directamente relacionada con la porosidad y el tamaño de poros (Meininger, 1998). Esta propiedad se puede calcular utilizando un permeámetro de carga variable.

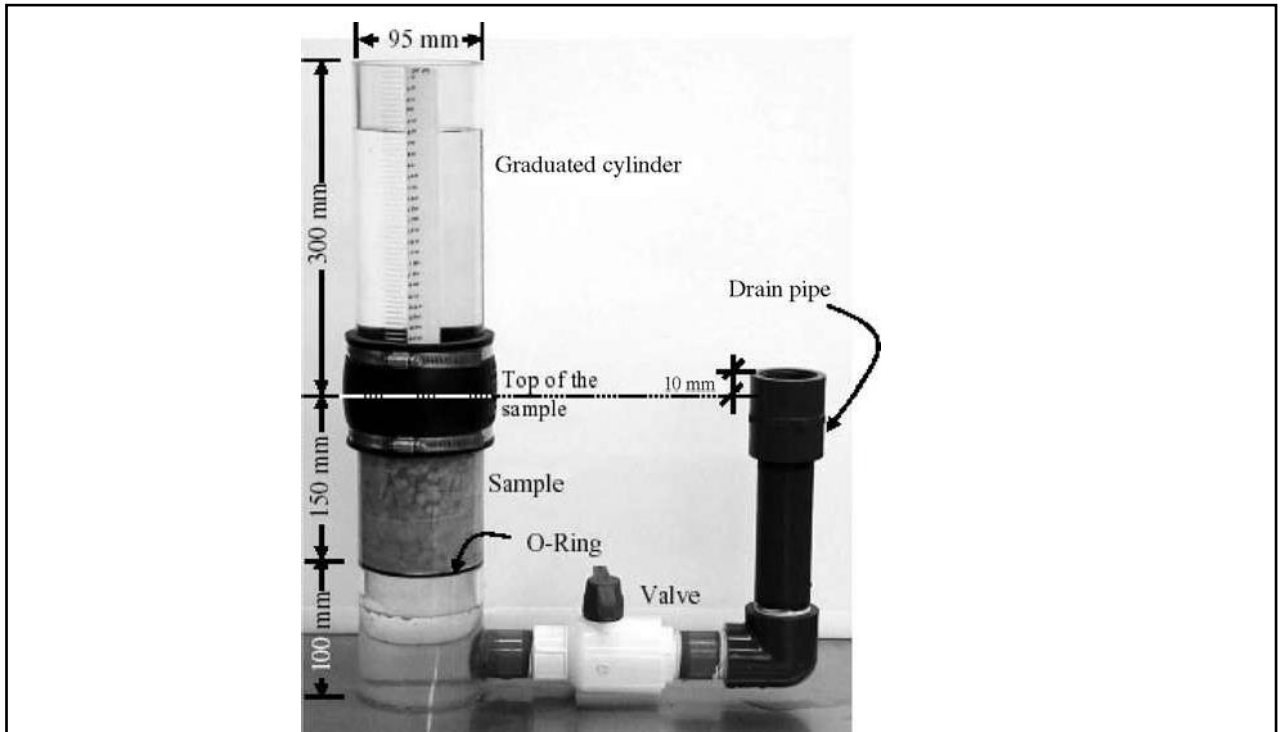


Figura 3. Aparato para medir la permeabilidad del hormigón permeable mediante un simple perímetro de cabeza descendente (Neithalath et al. 2003)

Fuente: (Meininger, 1998)

La **Durabilidad** es aquella característica que posee el concreto a mantenerse en estado útil durante un determinado tiempo en cuanto a condiciones ambientales dadas como muestra a temperaturas exageradas y los productos artificiales, tales como sales y ácidos (ACI 522R-10, 2010).

1.4. Formulación del Problema.

¿Cómo puedo evaluar las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque?

1.5. Justificación e importancia del estudio.

Justificación científica, porque el concreto permeable es un producto innovador por las diferentes ventajas que ofrece a nuestro ecosistema y a la economía, y por qué tiene un provecho metodológico ya puede seguir haciéndose más estudios acerca de este material de manera que facilitaran estudios vinculados, balances entre fases transitorias, concretas y apreciaciones de las mediaciones que se estarán transportando a cabo para la evaluación de concreto permeable en pavimentos especiales (Aire, 2011). La investigación es posible porque se cuenta con las demandas necesarios para poder desarrollarlos. (USS Investigación, 2016)

Justificación social, porque proporcionará información importante a los ingenieros ejecutores, valuadores y proyectistas con el propósito de brindar conocimiento sobre las propiedades de este concreto y su uso en pavimentos especiales, por lo que tiene un forma constructiva diferente a los pavimentos de concreto convencional permitiendo conocer ciertas características que el concreto convencional no muestra como la seguridad y confort hacia los pavimentos, además de visitar un número significativo de municipios del departamento de Lambayeque con el fin de recoger información de originaria sobre la situación de esta materia social, conocimiento de la problemática de los pavimentos. (Gobierno Regional de Lambayeque)

Justificación económica, porque la investigación manifiesta la mejor alternativa financiera en reducción de costos mediante el uso de este material ya que este minimiza la necesidad de espacios para la construcción de la infraestructura de drenajes (Economía y Finanzas - MEF).

Justificación Ambiental, porque la información mitiga medidas de protección a efectos ambientales que nos brinda grandes posibilidades como ingenieros con el objetivo de impartir conciencia con el medioambiente, en Estados Unidos su uso es respaldado por la Agencia de Protección Medioambiental (Agencia de Protección Ambiental - EPA).

1.6. Hipótesis.

Si se pueden evaluar las propiedades del concreto permeable para pavimentos especiales.

1.7. Objetivos.

1.7.1. Objetivo General

Evaluar las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018

1.7.2. Objetivos Específicos

- 1.** Obtener las propiedades físicas de los agregados del departamento de Lambayeque para la elaboración del concreto permeable.
- 2.** Formular una mezcla para concreto permeable que cumpla con la resistencia requerida de la norma CE.010 pavimentos urbanos para pavimentos especiales, con agregados del departamento de Lambayeque.
- 3.** Determinar las propiedades mecánicas e hidráulicas del concreto formulado.
- 4.** Comprobar el comportamiento “in situ” del Concreto Permeable a través del uso de una losa de concreto permeable según la norma ASTM 1701.
- 5.** Establecer el coste de producción por m³ en comparación con el hormigón estructural

II. MATERIAL Y MÉTODO

2.1. Tipo y Diseño de Investigación.

Esta investigación es del tipo **EXPERIMENTAL** pues tiene la intención de trabajar con la materia prima que se localizan en el departamento local para su diseño y evaluar de las características del concreto formulado, el indagador maneja e inspecciona una o más inconstantes emancipadas y observa las variables dependientes para calcular las diferenciaciones concernientes. (Hernández R. , 2007).

El diseño de investigación es **CUANTITATIVO**, dado que se va hacer uso de cálculos numéricos, estudios detallados y métodos de datos normalizados, y así fijar modelos de comportamiento y experimentar teorías. Ya que este proyecto utiliza técnicas como la recolección y el análisis de datos para objetar interrogaciones de indagación y apreciar hipótesis explícitas preliminarmente, y confía en la comprobación numérica, el conteo y asiduamente el manejo de la estadística para instituir con precisión estándares de comportamientos en una población (Hernández R. F., 2014).

2.2. Variables, Operacionalización.

Variables Dependientes: Pavimentos especiales

Variable Independiente: Concreto permeable

Operacionalización.

Variable Dependiente.

Tabla
Operacionalización de Variable Dependiente

| VARIABLE | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS | ESCALA DE MEDICIÓN |
|------------------------------|---|--|----------------|-------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|------------------------|
| PAVIMENTOS ESPECIALES | Se considera como pavimentos especiales a los siguientes aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclovías. (PAVIMENTOS URBANOS, 2010) | Se obtiene a través de varias capas comprendidas entre el terreno de fundación y la capa de rodamiento. (MTC, 2014, pág. 21) | Físico externo | Apariencia | Observación | Ficha Técnica | Visualización de datos | Nominal |
| | | | | Aspecto físico | Observación | Ficha Técnica | Visualización de datos | Nominal |
| | | | | Situación del pavimento | Análisis | Ficha Técnica | Visualización de datos | Ordinal |
| | | | Confort | Comodidad peatonal | Análisis | Ficha Observación | Visualización de datos | Ordinal |
| | | | | Dezplazamiento | Análisis | Ficha Técnica | Visualización de datos | Nominal |
| | | | | Medio ambiente | Observación | Ficha Observación | Visualización de datos | Nominal |
| | | | | Ambiente | Disminución de la isla de calor | Observación | Ficha Técnica | Visualización de datos |

Fuente: elaboración propia

Variables Independientes. Análisis

Tabla.3
Operacionalización de Variables Independientes

| DIMENSIONES | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIONES | INDICADORES | SUBINDICADORES | TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN | MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS | ESCALA DE MEDICIÓN |
|---|---|---|---|---|----------------------------|---------------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------|
| Propiedades del Concreto Permeable | El concreto permeable o poroso es un concreto con un asentamiento cercano o igual a cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de agregados finos y agua, posee un alto contenido de vacíos (10% a 35%) que permiten al agua, al aire entre otros a pasar a través de él. (ACI 522R-10, 2010) | Las diversas propiedades del concreto permeable dependen especialmente del porcentaje de vacíos, del contenido de cemento, relación agua cemento, el nivel de compactación, y la gradación del agregado y su calidad. (Pérez, 2009) | Propiedades del concreto en estado fresco | Peso Unitario | Concreto estado fresco | Análisis | Formatos de laboratorio fichas técnicas | Ensayos y análisis de laboratorio | De Intervalo |
| | | | | Preparar y Curar Probetas de Concreto | Concreto estado fresco | Análisis | Formatos de laboratorio fichas técnicas | Ensayos y análisis de laboratorio | De Intervalo |
| | | | | Asentamiento de Concreto fresco con el Cono de Abrams | Concreto estado fresco | Análisis | Formatos de laboratorio fichas técnicas | Ensayos y análisis de laboratorio | De Intervalo |
| | | | Propiedades del concreto en estado endurecido | Contenido de Vacíos del Concreto Permeable | Concreto estado fresco | Análisis | Formatos de laboratorio fichas técnicas | Ensayos y análisis de laboratorio | De Intervalo |
| | | | | Ensayo de Resistencia a la Compresión | Concreto estado endurecido | Análisis | Formatos de laboratorio fichas técnicas | Ensayos y análisis de laboratorio | De Intervalo |
| | | | | Ensayo de Resistencia a la Flexión | Concreto estado endurecido | Análisis | Formatos de laboratorio | Ensayos y análisis de laboratorio | De Intervalo |
| | | | | Ensayo de la Tasa de Infiltración | Concreto estado endurecido | Análisis | Formatos de laboratorio fichas técnicas | Ensayos y análisis de laboratorio | De Intervalo |

Fuente: elaboración propia.

2.3. Población y muestra.

La población “es un grupo de elementos de fundamentos con peculiaridades frecuentes, esta persevera determinada por la dificultad y los objetivos de tesis” (Arias, 2012). Para la actual indagación se tomará como población las Propiedades del Concreto Permeable y sistematizar los resultados.

La muestra es el subconjunto distintivo y determinado que se extrae de la población, como muestra se utilizarán diferentes materiales para este proyecto, se utilizará agregados gruesos $\frac{1}{2}$ ” de la canteras Tres Tomas – Ferreñafe – Lambayeque y la arena gruesa será de la calera Pátapo – La Victoria con el propósito de determinar las características físicas ya que estas canteras cumplen con los menesteres de la norma **peruana** y son las canteras que más se utilizan en los proyectos de nuestra localidad. El cemento Portland Pacasmayo tipo I será el monopolizado para dicha preparación del concreto permeable por lo que este cuenta con las necesidades de la normatividad **ASTM C 150** y es de uso general en la construcción, además de ser el más comercial dentro de nuestra región. El agua será utilizada de las instalaciones de la universidad Señor de Sipán ya que cumple con la norma del **ACI 301**, donde nos menciona que no debe ser sucia, tiene que estar libre de combustibles, ácidos, alcaloides, y cualquier material que pueda perjudicar según su material. (Arias, 2012).

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Tabla.4*Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*

| TÉCNICAS | INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS |
|--|---|
| El procedimiento o forma particular de obtener datos de información (observaciones, análisis documental, análisis de laboratorio, sitematización bibliográfica) | Formatos estandarizados de acuerdo a la norma ASTM C39, ASTM C29, ASTM C293 y ASTM C1754, lo cual permitió recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos: Diseño de mezcla (comité de diseño 211 ACI), Ensayo de resistencia a la compresión (Norma ASTM C39), nsayo de porcentaje de vacíos interconectados (Norma ASTM C29), Ensayo de resistencia a la flexión (Norma ASTM C293) y el Ensayo de tasa de infiltración (Norma ASTM C1754). Equipos de laboratorio, tablas, fichas técnicas. |

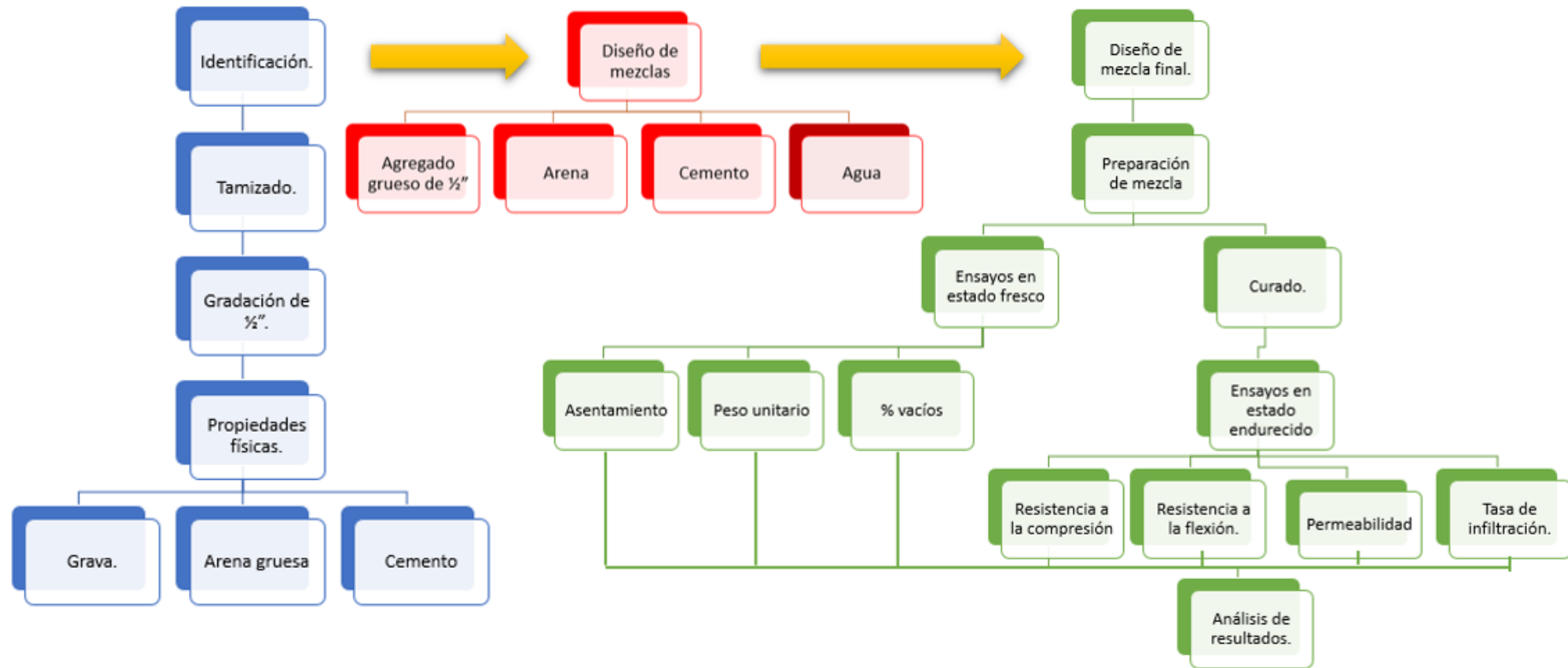
2.4.2. Validez y confiabilidad.**Tabla.5***Validez y Confiabilidad*

| VALIDEZ | CONFIABILIDAD |
|---|--|
| La validez, en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento mide realmente la variable que pretende medir. Se midió el contenido (objetivos, variables, instrumentos definidos, matriz de consistencia) del proyecto | La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales. Se utilizó formatos estandarizados, según las normas ASTM y NTP |

Fuente: elaboración propia.

2.5. Procedimiento de análisis de datos.**2.5.1. Diagrama de procesos de flujo.**

Tabla.6.
Diagrama de proceso de flujo



Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Descripción de los procesos

Ubicación de las canteras para la obtención de nuestros agregados.

Se utilizaron dos canteras:

La cantera de **Tres Tomas** para el agregado grueso que se localiza en el distrito de Manuel Antonio Mesones Muro, provincia de Ferreñafe, departamento de Lambayeque, con una latitud de -6.65 y longitud de -79.75. El acceso a la cantera tomando como punto de partida la ciudad de Chiclayo luego nos dirigimos hacia la ciudad de Ferreñafe a unos 20 Km, al Distrito de Mesones Muro, luego unos 9 Km todo ello en una vía pavimentada recorreremos una vía en regular estado de 3-4 Km, para poder alcanzar a la calera.



Figura 4. Plano de acceso a la cantera Tres Tomas – Lambayeque.

Fuente: Google Earth 2018.

La **cantera la victoria** La cantera La Victoria se encuentra ubicado en el sector la pampa de los burros, Distrito de Pátapo. Para acceder a la cantera partimos de la ciudad de Chiclayo, con destino a la ciudad de Pátapo, para finalmente acceder por un desvío hacia la cantera.



Figura 5. Plano de acceso a la Cantera la Victoria – Lambayeque.

Fuente: Google Earth 2018.

2.5.3. Análisis granulométrico.

Normatividad: NTP 400.012

Objetivo: Decretar la curva granulométrica de las muestras extraídas de las Canteras “La Victoria” “Tres Tomas”

Equipos, Materiales e Instrumentos: Arena, piedra, balanza, taras, utensilios, horno y tamices 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°40, N°50, N°100.

Procedimiento:

- a. Se tomó una porción de muestra natural por cada muestra en estudio.
- b. Se ejecutó la desecación en el horno de las ejemplares durante 24 horas a una calentura de 110 +/- 5°C.
- c. Después se realizó cuarteos sucesivos con el fin de obtener una cantidad representativa.
- d. Se pesó la muestra inicial.
- e. Se pesó la muestra seca que se utilizará para el tamizado.
- f. Después se vertió el material por los 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°40, N°50, N°100 y se agitó de forma vertical y horizontal.
- g. Se puso a pesar el espécimen sobrio en cada malla y en el fondo.
- h. Finalmente se realizaron los cálculos correspondientes y se graficó la curva granulométrica.

Fórmulas:

Ecuación 1. Determinación del porcentaje retenido

$$\%retenido = (Peso\ retenido)/(Peso\ inicial) * 100$$

Ecuación 2. Determinación del porcentaje retenido acumulado

$$\%retenido\ acumulado = \Sigma \%retenido$$

Ecuación 3. Porcentaje que pasa acumulado

$$\%que\ pasa\ acumulado = 100 - \%retenido\ acumulado$$

Costo: este ensayo de Análisis Granulométrico tiene un costo de S/.50.00.

2.5.4. Agregados

2.5.5. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado – NTP 339.185

Para la prueba de humedad natural se usaron las medidas correspondientes de la norma NTP 339.185 y se ejecutó en el Laboratorio de Suelos de la Universidad Señor de Sipán (USS). La materia prima utilizados son: una balanza con aproximación de 0.1 gr; cucharas y fuentes; y una estufa.

2.5.6. Peso unitario del agregado grueso NTP 400.017

Para la prueba para peso unitario se usaron las medidas correspondientes de la norma NTP 400.017 y se realizó en el Laboratorio de Suelos de la USS. Se emplearon los siguientes materiales: una balanza con acercamiento de 0.5 gr; vasija cilíndrica; varilla de acero liso de 5/8” de diámetro y formulario.

2.5.7. Peso específico y absorción del agregado grueso NTP 400.021

Para el ensayo para peso específico y absorción se utilizaron los lineamientos de la norma NTP 400.021 y se realizó en el Laboratorio de Suelos de la USS. Se emplearon los siguientes materiales: una balanza con aproximación de 0.1 gr; malla ASTM: #4; toalla

para el secado de partículas, canastilla de alambre, balde de 25 lts de capacidad; cucharones y bandejas; y un horno.

2.5.8. Cemento Portland TIPO I NTP 334.009

Para la presente investigación cómo se mencionó anteriormente se ha utilizado el cemento Pacasmayo tipo I, debido a que cumple con los requerimientos de la normativa NTP 334.009. Este producto viene de fábrica en bolsas de 42.5 kg. Para defenderlo de los deterioros derivados por la exposición a la exterior, se instaló el cemento en una mesa de 30 cm de alto y se conservó protegido con plásticos.

2.5.9. Agua.

Se hace uso del agua que brinda el laboratorio de suelos de la USS.

2.5.10. Criterios de diseño de mezclas del concreto permeable norma ACI 522R-10

2.5.11. Relación a/c

Según el ACI, la relación a/c óptima para formar una pasta estable y trabajable varía entre 0,26 y 0,42, la trabajabilidad de este tipo de material formulado se supone que es grata si el agua utilizada imparte a la mezcla un aspecto metálico y brillante. Se debe tener en cuenta que un gran conjunto de agua en la mezcla ocasionará el drenaje de la pasta cementante tapando los poros de la misma y, en consecuencia, porosidad reducida. Por otro lado, la carencia de agua formará un concreto muy seco que no podrá formar enlaces resistentes entre sus partículas (ACI 522R-10, 2010)

2.5.12. Porcentajes de vacíos.

La firmeza del concreto y su absorción están ligadas directamente al porcentaje de vacíos que la mezcla tenga, y este valor se verá presumido dependiendo del porcentaje de la arena, el porcentaje de pasta cementante que se utilice y la fuerza con la que se compacte al concreto. Los valores de porcentaje de vacíos recomendados para este concreto formulado varían entre 0 - 30%.

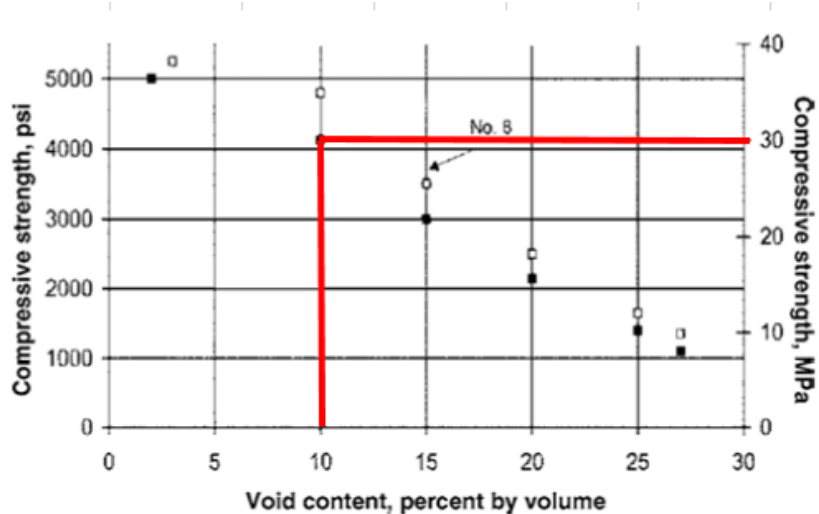


Figura 6. Relación entre contenido de vacíos y fuerza a la compresión a los 28 días para tamaños de agregados N° 67 y N° 8. (ACI 522R-10, 2010)

Fuente: (ACI 522R-10, 2010)

2.5.13. Volumen de pasta cementante

Es la pasta que se forma de la unión entre el agua y el cemento, su porcentaje dentro de la mezcla va a depender de la proporción de vacíos y la firmeza del concreto que se desea obtener.

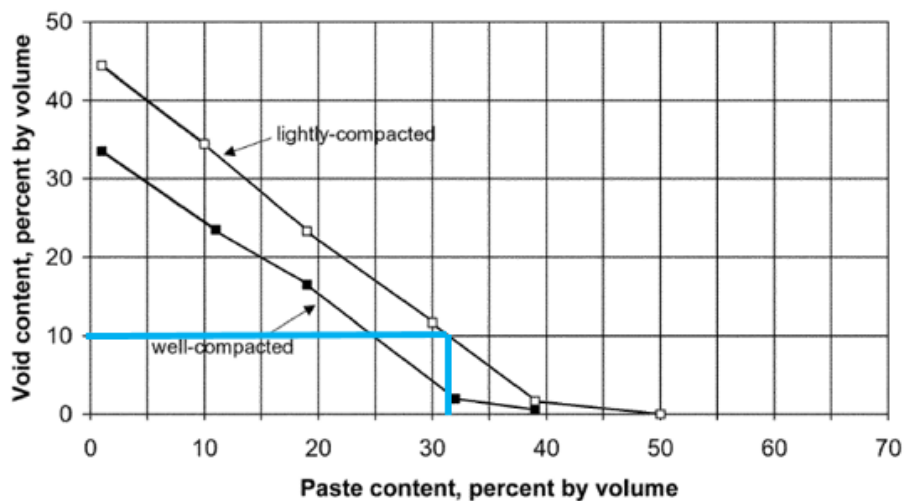


Figura 7. Relación entre el porcentaje de vacíos y el contenido de pasta para tamaños de agregado N° 8 (ACI 522R-10, 2010)

Fuente: (ACI 522R-10, 2010)

Cantidad de agregado grueso

Los ensayos han demostrado que la densidad varillada de agregados gruesos en seco, determinada por ASTM C29 / C29M, puede utilizarse eficazmente para dosificar el concreto permeable (Meininger, 1998). Estos ensayos han demostrado que la proporción

del volumen seco varillado de árido grueso por volumen sólido de agregado grueso (b/b_0) puede usarse como relación de diseño, donde:

- b/b_0 = volumen varillado seco de agregado grueso en un volumen unitario de concreto.
- b = volumen sólido de agregado grueso en un volumen unitario de concreto.
- b_0 = volumen sólido de agregado grueso en un volumen unitario de agregado grueso.

$$b/b_0 = \frac{\text{Peso del Agregado Grueso}}{\text{P.U.S.C. Agregado Grueso}}$$

Ecuación 1: Volumen seco del agregado grueso.

La Tabla aplica los valores de b/b_0 para los tamaños de agregados gruesos No. 8 y No. 67 con contenidos de agregados finos de 0, 10 y 20% de la masa total agregada.

Tabla.7.

Valores efectivos de b/b_0

| Percent fine aggregates | b/b_0 | |
|-------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | ASTM C33/C33M Size No. 8 | ASTM C33/C33M Size No. 67 |
| 0 | 0.99 | 0.99 |
| 10 | 0.93 | 0.93 |
| 20 | 0.85 | 0.86 |

Fuente: (ACI 522R-10, 2010)

2.5.14. Diseño de mezclas final

1.- Características Físicas de Cemento – Agregado

| MATERIALES | CANTERA (Procedencia) | Peso Específico | Peso Específico Masa sss | % Absorción | Peso Unitario Suelto | Peso Unitario Compactado | % Humedad |
|----------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------------|----------------|---------------------------|-----------------------------|-----------|
| Cemento Portland Tipo I | Cementos Pacasmayo | 3.15 | | | | | |
| Agua | Laboratorio | 1.00 g/cm ³ | | | | | |
| Agregado Fino | Tres Tomas | 2.50 g/cm ³ | 2.58 g/cm ³ | 2.11 % | 1456.00 kg/m ³ | - | 1.50 % |
| Agregado Grueso | Tres Tomas | 2.51 g/cm ³ | 2.53 g/cm ³ | 0.80 % | 1434.00 kg/m ³ | 1613.00 kg/m ³ | 0.30 % |

2.- Características del Diseño de Mezclas

| | |
|----------------------|---------|
| Porcentajes de Finos | 20.00 % |
| Contenido de Vacíos | 10.00 % |
| Relación a/c | 0.35 |
| Vol. De la Pasta | 32.00 % |
| b/b ₀ | 0.85 |

3. Determinar el peso del Ag. Grueso.

$$b/b_0 = \frac{\text{Peso del Agregado Grueso}}{P.U.S.C. \text{ Agregado Grueso}}$$

$$\text{Pag} = b/b_0 \times \text{PUSC Agregado Grueso} \times 1 \text{ m}^3$$

$$\text{PUSC} = 1608.18 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Pag} = 1366.95 \text{ kg.}$$

3.1 Se realiza el ajuste por Absorción (S.S.S):

$$\text{Pag (sss)} = \text{Pag} \times (1 + \text{Porcentaje de Absorción})$$

$$\text{Pag (sss)} = 1377.88 \text{ kg}$$

3.2 Restando el % que ocupara el Agregado Fino, Obtenemos:

$$\text{Pag (sss)} = \text{Pag(sss)} \times (1 - 20\% \text{ de Paf (sss)})$$

$$\text{Pag (sss)} = 1102.31 \text{ kg.}$$

4.- Determinar el Peso del Agregado Fino

4.1 Se calcula el Peso del agregado fino en estado S.S.S

$$\text{Paf (sss)} = 275.58 \text{ kg.}$$

4.2 Determinamos el Peso del Agregado Fino Seco (Paf):

$$\text{Paf} = \text{Paf (sss)} / (1 + \text{porcentaje de absorción})$$

$$\text{Paf} = 269.88 \text{ kg.}$$

5.- Determinar el Contenido de Cemento y Agua

$$V_p = \frac{c}{P.E_c} + \frac{a}{P.E_a}$$

De la ecuación:

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{a}{1000}$$

Con la relación a/c = 0.35, obtenemos:

$$V_p = \frac{c}{3.15 * 1000} + \frac{0.35 * c}{1000}$$

Reemplazando el $V_p = 32 \%$, obtenemos:

$$C = 479.43 \text{ kg/cm}^3.$$

Calculamos la cantidad de agua de diseño:

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

$$a = 167.80 \text{ lts.}$$

6.- Calcular Volúmenes Absolutos

| Materiales | pesos SSS (kg.) | Pe (sss) (kg/m3) | Volumen (m3) |
|----------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| Cemento | 479.43 | 3150.00 | 0.15 |
| Agua de Diseño | 167.80 | 1000.00 | 0.17 |
| A. Grueso | 1377.88 | 2534.00 | 0.54 |
| A. Fino | 275.58 | 2576.00 | 0.11 |
| | Volumen Sólido | | 0.97 |

7.- Determinar el nuevo porcentaje de vacíos.

| | m3 |
|----------------|------|
| Volumen Total | 1.00 |
| Volumen Sólido | 0.97 |

$$\% \text{ Vacíos} = (V_{\text{total}} - V_{\text{sólido}}) / V_{\text{total}} * 100$$

$$\% \text{ vacíos} = 2.93\%.$$

8.- Corregir por Humedad y Absorción.

| Material | Pesos Secos (kg.) | Humedad (%) | Absorción (%) |
|----------------|----------------------|----------------|------------------|
| Cemento | 479.43 | - | - |
| Agua de Diseño | 167.80 | - | - |
| A. Grueso | 1366.95 | 0.30 | 0.80 |
| A. Fino | 275.58 | 1.50 | 2.11 |

Cálculo del agua efectiva.

Balance de agua en el A.G:

Adición de agua = (%Absorción - %Humedad) X A.G.

Adición de agua = 6.83 kg.

Balance de agua en el A.F.

Adición de agua = (%Absorción - %Humedad) x A.F

Adición de agua = 1.68 kg

Agua efectiva = 176.32 kg.

Se corrige el agregado por humedad.

| Materiales | Pesos Secos (kg.) | Humedad (%) | Pesos Corregidos |
|-------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------|
| A. Grueso | 1366.95 | 0.30 | 1371.05 |
| A. Fino | 275.58 | 1.50 | 276.59 |

9.- Valores del Diseño de Mezcla.

| Material | Pesos por m3 (kg) | Proporción en Volumen |
|----------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Cemento | 479.43 | 1 |
| Agua Efectiva | 176.32 | 15.63 |
| A. Fino | 276.59 | 0.58 |
| A. Grueso | 1371.05 | 2.86 |
| Total | 2303.39 | |

2.6. Criterios éticos.

(Dirección de Investigación, 2017), el “Código de Ética de la Universidad Señor de Sipán” tiene con fin proteger los beneficios personales de los entes que participan en la investigación científica, por ser alumno de esta casa de estudio, tengo el compromiso de cumplir con este código de ética establecido en los siguientes artículos Art. 3°, ART. 5°, ART.6° y ART. 7°, ART.28, con el fin de obtener un trabajo integro.

(Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016), tiene como finalidad servir de guía de comportamiento de los servidores civiles del MTC, que oriente el desempeño de sus funciones y en sus relaciones interpersonales, instituir los módulos para el impulso, propagación e consumación de la ley del código ética de la función pública y su reglamento, así como para delinear, instaurar, emplear y propagar alicientes y estímulos.

(Colegio de Ingenieros del Perú, 2018), concreta juicios y percepciones que deben regir la conducta profesional del Ingeniero en conciencia de los eminentes fines de la carrera que práctica sus principios fundamentales como lo dice el artículo 15 así como los deberes generales mencionadas en los artículos 18 y 19(Alcaraz Moreno, Noreña, Rebolledo Malpica, & Rojas, 2012) Para la presente investigación se ha considerado los siguientes criterios de rigor científicos basándose en lo siguiente.

Validez. - Los instrumentos de medición de resultados, permitiendo comprobar la consistencia de la investigación y dar respuestas concretas a nuestra formulación del problema y objetivos.

Generalizabilidad. - las muestras seleccionadas de las dos canteras de investigación las cuales pertenecen al departamento de Lambayeque y la manera aleatoria de la extracción del suelo granular.

Fiabilidad. - Los ensayos y los resultados obtenidos son exactos ya que se realizaron en las instalaciones de la USS el cual cumple con los requisitos y estándares para hallar los resultados correctos de los ensayos a realizar.

Replicabilidad. - Es una de las características básicas de consolidar los avances, resultados obtenidos en el laboratorio sin que estos se contradigan, si estos es posible comparar o relacionar con otros temas o ensayos similares.

III.RESULTADOS

3.1. Resultados en tablas y figuras

AGREGADOS: Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global - NTP 400.012.

Análisis granulométrico del agregado Grueso de la cantera.

Tomamos una muestra de 20 kg. De la cantera tres tomas, el cual vamos haciendo el paso del cuarteto hasta adquirir un peso de 5000 gramos, se pasó por unos tamices de diferentes tamaños como 2". 1 1/2", 3/4", 1/2", 3/8", 1/4" y la N° 4, en el cual se va obteniendo los pesos retenidos, el porcentaje retenido, y el % acumulado retenido el cual nos sirve para trazar una curva el cual se grafica con parámetros máximos y mínimos para el huso 67 establecido en la NTP 400.012 como se muestra a continuación.

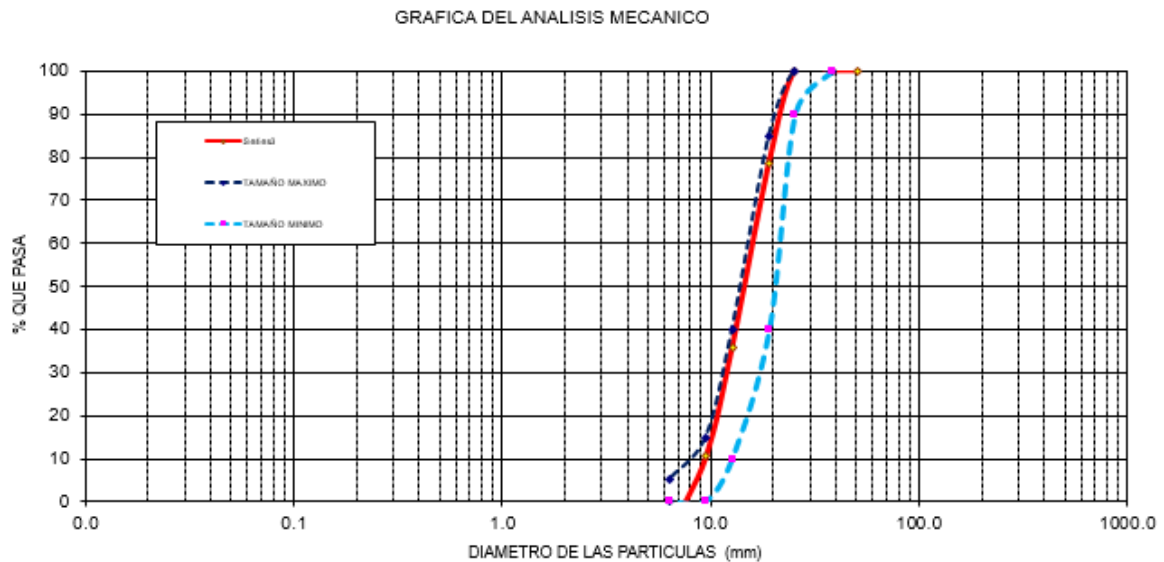


Figura 8. Grafica de la curva granulométrica del agregado grueso.

Fuente: elaboración propia

Un agregado grueso bien graduado es aquel de tamaño máximo de 1" y Tamaño Máximo Nominal de 3/4"

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. Referencia: Norma ASTM C-29 o N.T.P 400.017

Análisis del agregado fino de cantera La victoria – Pátapo.

Tabla.8.

Resultados de Peso Unitario por unidad de volumen de la arena gruesa.

| Descripción | Peso unitario suelto | Peso unitario compactado |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Húmedo (Promedio) | 1479 (kg/m ³) | 1733 (kg/m ³) |
| Seco (Promedio) | 1456 (kg/m ³) | 1707 (kg/m ³) |

Fuente: elaboración propia

Bajo estos datos se han determinado el peso unitario suelto y compactado del agregado fino.

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. Referencia: Norma ASTM C-128 o N.T.P 400.022

Tabla.9.

Resultados del ensayo de peso específico y absorción del agregado Fino

| Descripción | Datos |
|--|--------------------------|
| Peso específico de masa | 2.504 gr/cm ³ |
| Peso específico de masa saturado superficialmente seco | 2.576 gr/cm ³ |
| Peso específico aparente | 1.119 gr/cm ³ |
| Porcentaje de absorción | 2.199 % |

Fuente: elaboración propia

Este ensayo se realizó con material de arena gruesa – la victoria – Pátapo en el cual se necesitó dos muestras de arena gruesa de 500 gramos.

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total del agregado fino. Referencia: Norma ASTM C-535 o N.T.P 339.185

Tabla.10.

Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado fino

| Descripción | Datos |
|-------------------------------|------------|
| Peso de muestra húmeda | 300.00 gr. |
| Peso de muestra seca | 297.00 gr |
| Contenido de humedad promedio | 1.520 % |

Fuente: elaboración propia

Este ensayo se realizó con arena gruesa – la victoria – Pátapo en el cual se necesitó dos muestras de arena gruesa de 300 gramos y 345 gramos.

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso unitario”) y los vacíos en los agregados. Referencia: Norma ASTM C-29 o N.T.P 400.017

Análisis del agregado grueso de cantera Tres Tomas – Ferreñafe.

Tabla.11.

Resultados del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

| Descripción | Peso unitario suelto | Peso unitario compactado |
|-------------------|---------------------------|---------------------------|
| Húmedo (Promedio) | 1438 (kg/m ³) | 1617(kg/m ³) |
| Seco (Promedio) | 1434 (kg/m ³) | 1613 (kg/m ³) |

Fuente: elaboración propia

El peso unitario suelto es del orden de 1434 kg/m³ con una medida en estado húmedo de 1438 kg/m³ y el compactado de 1613 kg/m³ con una medida en estado húmedo de 1617 kg/m³ por lo podemos decir que tiene un valor de humedad bajo.

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado Grueso. Referencia: Norma ASTM C-128 o N.T.P 400.022

Tabla.12.

Resultados del peso específico y absorción del agregado grueso.

| Descripción | Datos |
|--|--------------------------|
| Peso específico de masa | 2.513 gr/cm ³ |
| Peso específico de masa saturado superficialmente seco | 2.634 gr/cm ³ |
| Peso específico aparente | 2.567 gr/cm ³ |
| Porcentaje de absorción | 0.840 % |

Fuente: elaboración propia

Se realizó dos muestras del agregado grueso para este ensayo, el cual los valores en esta tabla es el promedio, el porcentaje de absorción del agregado grueso es de 0.84%.

AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total del agregado grueso. Referencia: Norma ASTM C-535 o N.T.P 339.185

Tabla.13.

Resultados del ensayo de contenido de humedad del agregado grueso

| Descripción | Datos |
|------------------------|------------|
| Peso de muestra húmeda | 439.00 gr. |
| Peso de muestra seca | 438.00 gr |
| Contenido de humedad | 0.28% |

Fuente: elaboración propia

Este ensayo se realizó con piedra chancada de ½” de la cantera – Tres Tomas – Ferreñafe, en el cual se necesitó dos muestras de arena gruesa de 439 gramos y 489 gramos.

Ensayo de la resistencia a la Compresión del Concreto Patrón

Tabla.14.

Resistencia a la compresión del concreto patrón

| Edad (días) | Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) |
|-------------|---|
| 7 | 94 |
| 14 | 132.5 |
| 28 | 189 |

Fuente: elaboración propia

Para determinar la resistencia a la compresión del diseño patrón, primero se realizaron cinco diseños con diferentes porcentajes de relación a/c y diferentes porcentajes de agregado fino de los cuales dos nos cumplieron con la resistencia requerida, y de los dos escogí uno el cual me resulta más económico, se utilizaron probetas de 10 centímetros de diámetro por 20 centímetros de altura.

En la figura 9 se observa los resultados con diferentes días de curados a los 7 días, 14 días y 28 días con resistencias a la compresión de 94 kg/cm², 132.5 kg/cm² y 189 kg/cm² respectivamente en promedio.

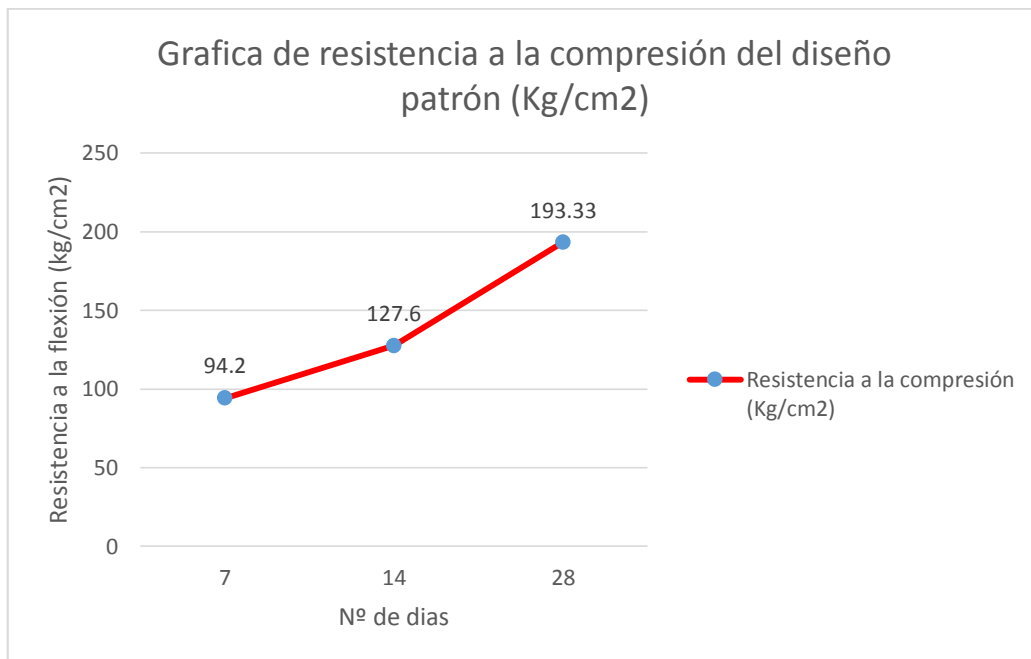


Figura 9. Grafica a la resistencia a la compresión del diseño patrón

**Ensayo de la resistencia a la Compresión del Concreto endurecido según norma:
ASTM C-39 – NTP 339.034**

Tabla.15

Resistencia a la compresión promedio

| Edad (días) | Resistencia a la compresión (Kg/cm ²) |
|-------------|---|
| 7 | 94.2 |
| 14 | 127.6 |
| 28 | 193.33 |

Fuente: elaboración propia

De los datos del diseño patrón, se realizaron cinco probetas 5 centímetros de radio por 20 centímetros de altura de para determinar su resistencia a la compresión a los 7 días, 5 probetas de 5 centímetros de radio por 20 cm de altura más para determinar la resistencia a la compresión a los 14 días y por último 5 probetas de 5 centímetros de radio por 20 cm de altura más determinar la resistencia a la compresión a los 28 días.

En la figura 10 se ve los resultados con diferentes días de curados a los 7 días, 14 días y 28 días con los siguientes valores de 94.2 kg/cm², 127.6 kg/cm² y 193.33 kg/cm² respectivamente en promedio.

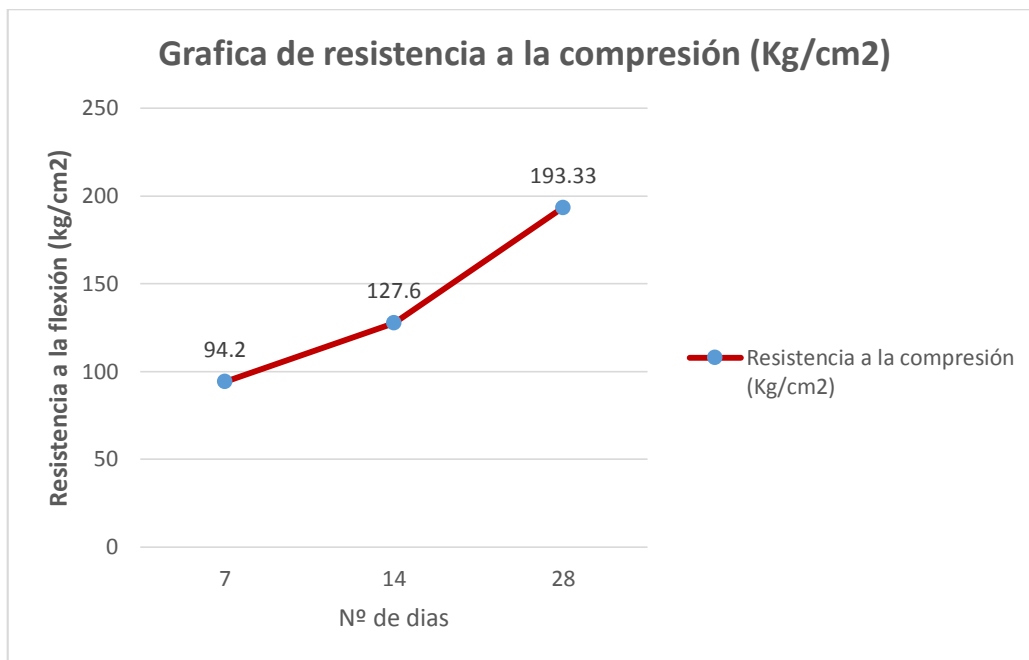


Figura 10. Grafica de la resistencia a la compresión. **Fuente:** elaboración propia.

Ensayo de la resistencia a la flexión según Norma: ASTM C-78 – NTP 339.078 –

Tabla.16.

Resistencia a la flexión a los 28 días

| Edad (días) | Resistencia a la flexión (Kg/cm ²) |
|-----------------|--|
| 28 | 67.8 |
| 28 | 67.75 |
| 28 | 67.71 |
| Promedio | 67.76 |

Fuente: elaboración propia

En la tabla N° 16 se ve la firmeza a la flexión de tres vigas cuyas medidas son 45.75 cm de longitud libre entre apoyos, con 15 centímetros de ancho y 15 cm de alto logradas a los 28 días después de ser curadas con resistencia a la flexión promedio de 67.76 kg/cm².

En la figura 11 se observa los valores obtenidos mediante el ensayo de flexión de tres vigas después de 28 días cuyos valores nos dan 67.8 kg/cm², 67.75 kg/cm², y 67.71 kg/cm².

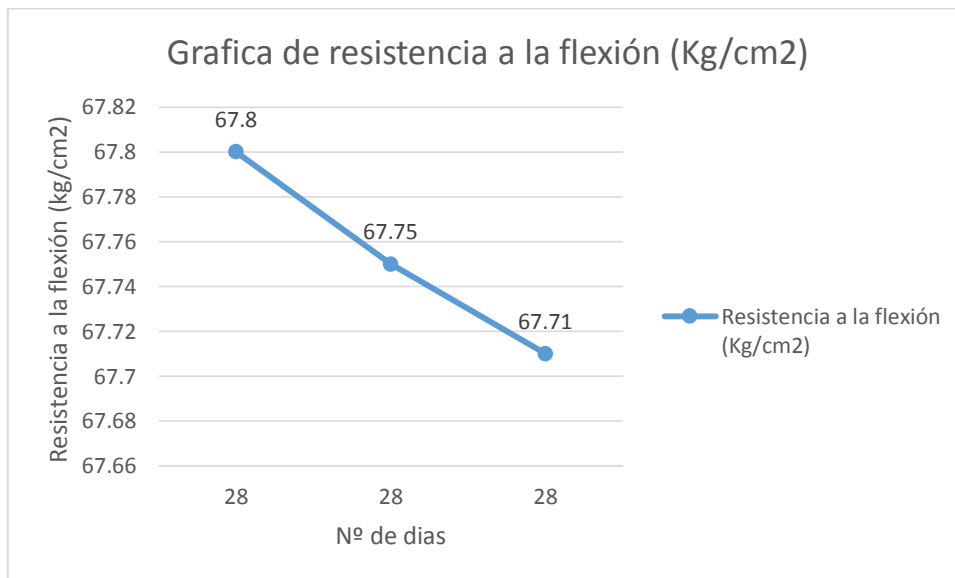


Figura 11. Grafica de la resistencia a la flexión a los 28 días

Ensayo de la resistencia a la tracción indirecta según norma ASTM 496

Para determinar este ensayo se aplica un peso sobre el diámetro de la probeta de concreto con una edad de curado de 28 días, al cual se colocan una tablilla de apoyo de 4 ± 1 mm de espesor que sea de la misma longitud de la probeta o mayor en la parte menor y superficial de la probeta, para finalmente ser ejercida con una carga en el cual los valores se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla.17.

Resistencia a la tracción indirecta a los 28 días

| Edad (días) | Resistencia a la Tracción Indirecta (Kg/cm ²) |
|-----------------|---|
| 28 | 26 |
| 28 | 30 |
| 28 | 32 |
| 28 | 34 |
| 28 | 31 |
| Promedio | 30.6 |

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 observamos la firmeza a la tracción indirecta de cinco especímenes de probetas los cuales nos dan como resultados a los 28 días con unas firmezas de 26 kg/cm², 30 kg/cm², 32 kg/cm², 34 31 kg/cm² en el cual tenemos un promedio de 30.6 kg/cm² a tracción indirecta a los 28 días

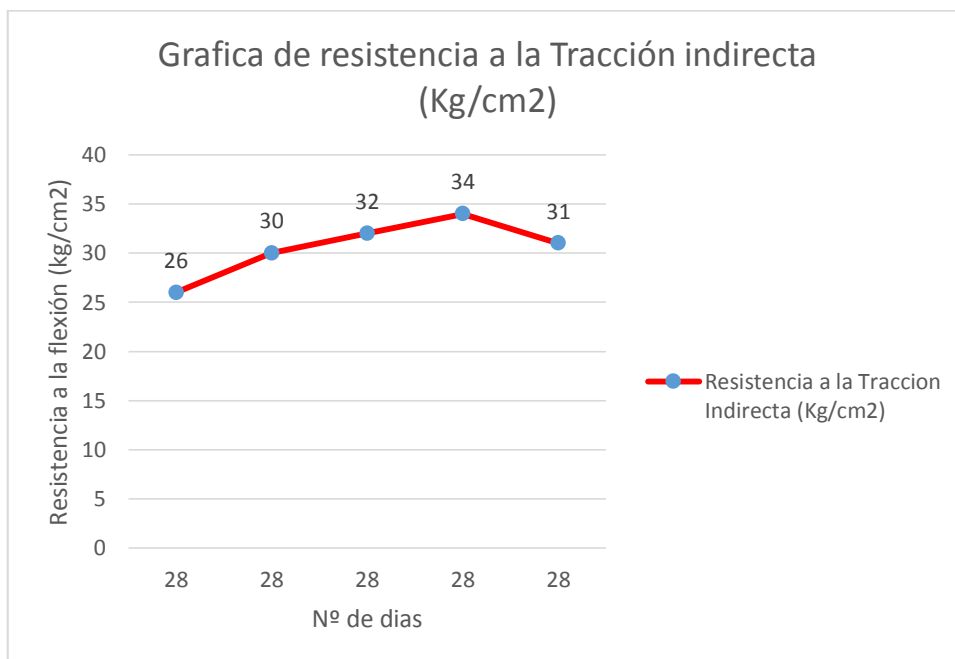


Figura 12. Gráfica de resistencia a la tracción indirecta

Ensayo de permeabilidad según norma ACI 522R – 10

Para determinar este ensayo se tomó en cuenta la presente norma, en el cual nos dice que la permeabilidad de un concreto permeable se encuentra entre la condición de 1.44 mm/s y 12.2 mm/s. se construyó un equipo llamado permeámetro de carga variable este está hecho con un tubo de PVC, con un diámetro de 4", abrazaderas, codos, niples y uniones- las probetas para este ensayo fueron de 10 cm de alto por un diámetro de 10 cm.

En la tabla 18 tenemos los resultados del presente ensayo el cual se llevó a cabo después de 28 días de curado de las probetas para este ensayo se utilizaron 5 probetas las cuales fueron puestas al permeámetro donde tomaron tiempos para ver el paso del agua a través de las muestras obteniendo tiempos de cómo se observa en la gráfica, después mediante el uso de la fórmula para hallar la permeabilidad dada por la norma del ACI-510R-10 obtenemos resultados del coeficiente de permeabilidad en mm/s de 10.47, 10.613, 11.135, 11.789, 10.391, resultando como promedio de 10.88 mm/s, el cual está dentro de los parámetros establecidos por la norma mencionada anteriormente que nos dice da parámetros entre 1.44 mm/s t 12.2mm/s

Tabla.18.*Ensayo de permeabilidad (28 días) gradación de 1/2"*

| ENSAYO DE PERMEABILIDAD NORMA: ACI 522R-10 | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|----------------------|-----------------------|---|---|---|---|--|------------------------------------|------------------------------------|
| Muestra | Edad (días) | Tiempo (seg) -t | Long. Muestra (cm-L) | Diametro muestra (cm) | Diametro int. de la tubería de carga (cm) | Area de la tubería de carga (cm ²)- a | Area de la muestra (cm ²) - A | Altura de agua desde la parte superior de la muestra (cm) -h1 | Altura de salida de tubería a la parte superior de la muestra (cm) -h2 | Coficiente de permeabilidad (cm/s) | Coficiente de permeabilidad (mm/s) |
| P-1 | 28 | 50.2 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.047 | 10.470 |
| P-2 | 28 | 49.52 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.061 | 10.613 |
| P-3 | 28 | 47.2 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.114 | 11.135 |
| P-4 | 28 | 44.58 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.179 | 11.789 |
| P-5 | 28 | 50.58 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.039 | 10.391 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 1.088 | 10.880 |

*Fuente: elaboración propia***Formula:**

$$permeabilidad \left(\frac{mm}{s} \right) = \frac{L}{t} * \frac{a}{A} * \left(\frac{h_1}{h_2} \right) * 10$$



Ensayo de tasa de infiltración según norma ASTM C1701

Para determinar la prueba de infiltración se construyó una losa de concreto permeable de 1 m de largo por un metro de ancho con un anillo de acero de 20 mm de diámetro con 5 mm de altura en la cual se obtuvieron los resultados obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla.19.

Ensayo de percolación o infiltración del concreto permeable (28 días) gradación de 1/2"

| Tasa de percolación NORMA "ASTM C1701" | | | | | |
|--|------------------|--------|--------|-------|---------------|
| Nº de pruebas | K in (constante) | M (lb) | D (in) | T (s) | I = in/hr |
| 1 | 126870 | 39.68 | 7.87 | 84.30 | 964.17 |
| 2 | 126870 | 39.68 | 7.87 | 87.00 | 934.25 |
| 3 | 126870 | 39.68 | 7.87 | 86.20 | 942.92 |
| Promedio | | | | | 947.11 |

Fuente: elaboración propia

$$I = \frac{KM}{D^2 * t}$$

Donde:

K = constante

M = peso del agua

D = diámetro del anillo

T = tiempo a infiltrarse

Análisis de costos unitarios.

Tabla.20.

Análisis de costos unitarios concreto convencional

| Presupuesto | | Elaboración de concreto convencional para Lambayeque | | | | |
|--------------------------------------|--------|--|-----------|-------------------------------|-----------|---------------|
| Partida | | LOSA DE CONCRETO CONVENCIONAL F'C 175 KG/CM2 | | | | |
| rendimiento | m2/día | MO.45 | EQ. 45 | Costo unitario directo por m2 | | 403.18 |
| Descripción recurso | | unidad | cuadrilla | Cantidad | Precio S/ | Parcial S/ |
| Mano de obra | | | | | | |
| Operario | | hh | 2.00 | 0.36 | 21.01 | 7.47 |
| Oficial | | hh | 2.00 | 0.36 | 17.03 | 6.06 |
| Peón | | hh | 6.00 | 1.07 | 15.33 | 16.35 |
| | | | | | | 29.88 |
| Materiales | | | | | | |
| Piedra chancada de 1/2" | | m3 | | 0.63 | 68.00 | 42.84 |
| Arena gruesa | | m3 | | 0.52 | 48.00 | 24.96 |
| Cemento Portland tipo 1 (42.5KG) | | bol | | 11.34 | 24.80 | 281.23 |
| Agua | | m3 | | 0.20 | 3.00 | 0.59 |
| | | | | | | 349.62 |
| Herramientas manuales | | | | | | |
| Herramientas manuales | | %Mo | | 3.00 | 29.88 | 0.90 |
| Mezcladora de concreto de 11 p3-18HP | | hm | 5.63 | 1.00 | 15.00 | 15.00 |
| Vibrador de concreto 4 HP 1.35" | | hm | 5.63 | 1.00 | 7.79 | 7.79 |
| | | | | | | 23.69 |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla se observa el análisis de costos unitarios de un concreto convencional para pavimentos especiales, sacado de un expediente técnico de una obra de la ciudad de Chiclayo, el cual nos da un costo de 403.18 nuevos soles el m².

Tabla.21.*Análisis de costos unitarios concreto permeable*

| Presupuesto | | Elaboración de concreto convencional para Lambayeque | | | | |
|--------------------------------------|--|--|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|
| partida | LOSA DE CONCRETO CONVENCIONAL F'C 175 KG/CM2 | | | | | |
| rendimiento | m2/día | MO.45 | EQ. 45 | Costo unitario directo por m2 | | 347.58 |
| Descripción recurso | | unidad | cuadrilla | Cantidad | Precio S/ | Parcial S/ |
| Mano de obra | | | | | | |
| Operario | | hh | 2.00 | 0.36 | 21.01 | 7.47 |
| Oficia | | hh | 2.00 | 0.36 | 17.03 | 6.06 |
| Peón | | hh | 6.00 | 1.07 | 15.33 | 16.35 |
| | | | | | | 29.88 |
| Materiales | | | | | | |
| Piedra chancada de 1/2" | | m3 | | 2.86 | 68.00 | 194.48 |
| Arena gruesa | | m3 | | 0.58 | 48.00 | 27.84 |
| Cemento Portland tipo 1 (42.5KG) | | bol | | 1.00 | 24.80 | 24.80 |
| Agua | | m3 | | 15.63 | 3.00 | 46.89 |
| | | | | | | 294.01 |
| Herramientas manuales | | | | | | |
| | | %Mo | | 3.00 | 29.88 | 0.90 |
| Mezcladora de concreto de 11 p3-18HP | | hm | 5.63 | 1.00 | 15.00 | 15.00 |
| Vibrador de concreto 4 HP 1.35" | | hm | 5.63 | 1.00 | 7.79 | 7.79 |
| | | | | | | 23.69 |

Fuente: *Elaboración propia*

En la siguiente tabla observamos el precio unitario de un concreto permeable el cual nos da un costo de 347.58 nuevos soles el m².

3.2. Discusión de resultados

Según el objetivo obtener las características físicas de los aridos del departamento de Lambayeque para elaboración del concreto permeable, los resultados manifestados en la figura 9, muestra que los materiales cumplen con los menesteres de la norma NTP 400.012 y así poder trabajar con las características físicas de los agregados en el cual las muestras se obtuvieron resultados, datos que al ser comparados guardan relación con lo que sostienen Cerdán (2015) en su tesis mencionada anteriormente quien concluyo que es más conveniente trabajar con la cantera la victoria para establecer la firmeza a comprensión del concreto permeable, con los resultados analizados se afirma que si es posible trabajar con los áridos de las caleras de Lambayeque, por otro lado, la norma ACI 522R-10 nos que si es posible trabajar con agregados que cumplan la norma ASTM C-136 y por que como sabemos la norma NTP se adapta a dicha norma mencionada.

Según el objetivo formular una mezcla para este tipo de concreto que se desempeñe con la firmeza requerida de la norma CE.010 pavimentos urbanos para pavimentos especiales, con agregados del departamento de Lambayeque, los resultados mostrados en el diseño de mezclas finales, muestra que si es posible elaborar un planteamiento u diseño de mezclas para este tipo de concreto de las siguientes características, dado que los resultados obtenidos tienen correlación con lo que sostiene olivas (2017) en su tesis mencionada anteriormente, quien concluye que si es viable realizar este tipo de concreto, pero pavimentos donde el transito es liviano, con el diseño formulado se afirma que si es posible formular una composición de concreto permeable con agregados del departamento de Lambayeque

Según el objetivo determinar las características mecánicas e hidráulicas del concreto formulado, los valores mostrados en la tabla 16 se evidencia que la consistencia de este concreto tiene un slump 0 cm, en la tabla 17 un peso unitario promedio en estado fresco de 2085.16 kg/cm^3 , en la tabla 19 un contenido de vacíos promedio de 12.19% en estado fresco, en la tabla 21 las muestras obtuvieron una firmeza a compresión promedio a los 28 días de 193.33 kg/cm^2 con una desviación estándar de 5.51 kg/m^2 , en la tabla 27 las muestras se obtuvieron una firmeza a la flexión promedio a los 28 días de 67.76 kg/cm^2 con un margen de error de 0.0476 kg/cm^2 , en cuanto al coeficiente de permeabilidad nos da un resultado promedio a los 28 días de 10.88 mm/s con un margen de error de 0.585 mm/s , datos que al ser comparados con los autores Guizado & Curi, (2017) en su tesis mencionada anteriormente que si se pueden diseñar este material para asfaltos donde el transito es ligero. Por otro lado, la norma ACI 522R-10 pervious concrete menciona que el revenimiento debe

estar entre un rango de 0-20 mm el cual cumple con nuestro diseño, con un peso unitario entre un rango de 1600 – 2000 Kg/m³ el cual nuestro diseño no cumple porque tiene un peso unitario de 2085.16 kg/m³, con un porcentaje de vacíos entre un rango de 10-25 % el cual nuestro diseño cumple con esta característica y con una firmeza a compresión, MPa entre 3.5-28 el cual también cumple y con una resistencia a la flexión, MPa 1-3.8 MPa, el cual nuestro diseño nos da un 6.7 MPa por lo tanto superando dicho rango establecido.

Con el objetivo de determinar el comportamiento “in situ” del Concreto Permeable a través de la utilización de una losa de concreto permeable según la norma ASTM 1701 los resultados mostrados en la figura 11 nos da como resultados el ensayo de tasa de infiltración un promedio de 0.61 cm/seg. Por otro lado, la norma ACI 522R-10 pervious concrete menciona que para este tipo de concreto la tasa de infiltración se encuentra en un rango de 0.14 a 1.22 cm/s cumpliendo con nuestro diseño.

Con el objetivo establecer el coste de producción por m³ en comparación con el hormigón estructural, los valores mostrados en la tabla 29 y tabla 30 comparando los análisis de costos del concreto tradicional y del material formulado podemos observar que la elaboración de concreto permeable para pavimentos espaciales es más económico que la elaboración de concreto convencional para pavimentos espaciales.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Los diseños formulados en esta investigación, congregan las particularidades indispensables y principales para este tipo de concreto formulado, en el cual se alcanzó con las características que se buscaban, como la resistencia a la compresión de $f'c = 193.33 \text{ kg/cm}^2$ promedio a los 28 días, la resistencia a la flexión $f'c = 67.76 \text{ kg/cm}^2$, una absorción de 10.88 mm/s , y una tasa de infiltración promedio de 0.61 cm/s .
- Se observó que para realizar este tipo de material la relación A/C debería estar comprendida entre 0.35 a 0.38 para obtener mejores resultados, dado que si la relación agua cemento es más baja se tiene problemas de que el material salga muy débil y si se le adiciona más cantidad de esta relación agua cemento tiende a escurrir el material cementante produciendo una película de impermeabilidad en la parte del fondo.
- Para lograr resistencias más altas es necesario agregar una cantidad de agregados finos ya que esta se adhiere mejor dando mayor trabajabilidad y resistencia a este material formulado
- Este concreto formulado fue trabajado con un porcentaje de vacíos del 10 % alcanzando un $f'c = 193.33 \text{ kg/cm}^2$.
- El coeficiente de permeabilidad de este material formulado oscila entre un rango de 1.4 mm/s y 12.2 mm/s . Los valores obtenidos de este ensayo estuvieron dentro del rango permitido por la norma relacionada a este tipo de material. El resultado promedio fue de 10.88 mm/s para la presente investigación.
- Los contenidos de vacíos en este material formulado se basan a 3 factores: Esfuerzo de compactación, igualdad de los agregados y el colocar o no arenas.
- De la comparación de los precios del concreto tradicional y el concreto formulado en esta investigación se obtiene lo siguiente:
 - El Concreto tradicional tiene un costo de **S/ 403.18**.
 - El Concreto formulado tiene un valor de **S/ 347.58**.
 - Por lo tanto, podemos observar y decir que este concreto formulado es viable en cuanto a la economía.

Recomendaciones.

- Se pide que cuando se haga un concreto de este tipo se utilice como máximo un porcentaje de arena de un 20%, para no obtener problemas con la permeabilidad.
- El uso de algún tipo de aditivo es opcional ya que puede dar mejores resultados dependiendo del tipo de aditivo a utilizar.
- Para realizar el curado para este tipo de material es inmediatamente después de terminar de hacerse a mezcla, debido a que este concreto es de consistencia seca y tiende a secar muy rápido.
- Se recomienda que el vibrado del concreto sea en una mesa vibratoria por lo que su slump es de 0 a 2 cm.
- Realizar futuras investigaciones para la elaboración de un catálogo de espesores de losa, en función al suelo sobre el que se colocara el Pavimento Permeable.
- Se recomienda incentivar a los futuros tesisistas evaluar este tipo de concreto formulado ya que es un concreto ecológico, sostenible y sustentable.
- Hacer más estudios con este concreto utilizando diferentes materiales o diferente tamaño de áridos como piedra 3/8", confitillo (huso 89).
- Se recomienda el uso de geosintéticos y/o geotextiles para la evacuación del agua de percolación.

REFERENCIAS

- Abanto, F. (S/A). *Tecnología del concreto*. Lima: San Marcos. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/161103318/Flavio-Abanto-Castillo-Tecnologia-del-Concreto-Teoria-y-Problemas>
- ACI 522R-10. (2010). *Report on pervious concrete*. Obtenido de <https://www.fhwa.dot.gov/pavement/concrete/pubs/hif13006/hif13006.pdf>
- Agencia de Protección Ambiental - EPA. (s.f.). Obtenido de <https://espanol.epa.gov/>
- Aire, C. (2011). *Concreto Permeable: Alternativas Sustentables. Construcción y Tecnología en Concreto*. Obtenido de <http://www.imcyc.com/revistacyt/jun11/arttecnologia.htm>
- Alcaraz Moreno, N., Noreña, A. L., Rebolledo Malpica, D., & Rojas, J. G. (2012). *Aplicabilidad de los criterios de rigor y éticos en la investigación cualitativa. AQUICHAN - ISSN 1657-5997*.
- Arango Samuel. (s.f.). *360° en concreto*. (Argos) Recuperado el 07 de 05 de 2017, de <http://blog.360gradosenconcreto.com/concreto-permeable-desarrollo-urbano-de-bajo-impacto-2/>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas: Editorial Episteme. Obtenido de <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf>
- Asociación de productores de cemento (ASOCEM). (16 de Marzo de 2016). *ASOCEM*. Obtenido de Los cementos adicionados en el Perú: <http://www.asocem.org.pe/productos-a-los-cementos-adicionados-en-el-peru>
- Barahona, R., Martínez, M., & Zelaya, S. (2013). *“COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADO GRUESO DE LAS CANTERAS, EL CARMEN, ARAMUACA Y LA PEDRERA, DE LA ZONA ORIENTAL DE EL SALVADOR”*. SAN MIGUEL, EL SALVADOR, CENTRO AMERICA.
- Briones, G., Ezeta, S., & Ismodes, K. (10 de junio de 2013). *Problema de falta de áreas verdes en Lima*. Obtenido de Cuestiones Sociales: <https://cuestionessociales.wordpress.com/2013/06/10/problema-de-falta-de-areas-verdes-en-lima/>
- Brite/Euram Report . (1994). *“Surface Properties of Concrete Roads in Accordance with Traffic Safety and Reduction of Noise,”*. Gouda, Países Bajos: CUR.
- Cerdán, L. A. (2015). *“COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO PERMEABLE,”*. Cajamarca.
- Claudia, G. (28 de noviembre de 2018). *No todo es carreteras: ciclovías, las arterias que aún faltan en la capital*. Obtenido de Gestión: <https://gestion.pe/tendencias/estilos/carreteras-ciclovias-arterias-faltan-capital-251161>
- Colegio de Ingenieros del Perú. (2018). *Código ética del Colegio de Ingenieros del Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de <http://cdlima.org.pe/wp->

content/uploads/2018/04/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICA-REVISI%C3%93N-2018.pdf

- Dirección de Investigación. (2017). *Código de Ética de investigación de la USS*. Chiclayo, Perú: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de http://www.uss.edu.pe/uss/Descargas/1025/Archivos/MV1_1_Codigo_Etica_V3.pdf
- Economía y Finanzas - MEF. (s.f.). Lima. Obtenido de www.mef.gob.pe
- El Informador. (7 de mayo de 2019). *Dañada, la mitad de ciclovías; alistan inversión*. Obtenido de INFORMADOR.MX: <https://www.informador.mx/Danada-la-mitad-de-ciclovias-alistan-inversion-1201905070001.html>
- Gamez, J., Guzman, C., & Renderos, F. (2016). *“EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO EN EL* Ciudad Universitaria. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/9567/1/Evaluación%20del%20comportamiento%20en%20el%20módulo%20de%20ruptura%20en%20concretos%20permeables%20para%20carpetas%20de%20rodadura%20de%20pavimentos%20rígidos%20utilizando%20geosintéticos%20en%20su%20estructura.pdf>
- Gobierno Regional de Lambayeque. (s.f.). Chiclayo. Obtenido de <https://www.regionlambayeque.gob.pe/web/?pass=Mg==>
- González, J. (2015). *Diseño de mezclas de concreto poroso para pavimentos de tránsito liviano*. Pimentel - Chiclayo - Lambayeque: Universidad Señor de Sipán. Obtenido de <http://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/uss/1053/4/Gonzales%20-%20%20T%C3%BAllume.pdf>
- Guizado, A. X., & Curi, E. (2017). *Evaluación del concreto permeable como una alternativa para el control*. Lima.
- Hernández, B., & Martínez, O. (2014). *DISEÑO DE UN CAMPO DE PRUEBA PILOTO DE PAVIMENTOS PERMEABLES EN LA CIUDAD DE CARTAGENA*. CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.
- Hernández, R. (2007). *Metodología de la investigación*. Mexico D.F.
- Hernández, R. F. (2014). *Metodología de la investigación*. México. Mexico D.F.
- La República. (2017). *Talara: utilizan agua de lluvia por falta de agua potable*. Talara: Grupo La República.
- La República. (6 de Marzo de 2017). *Talara: utilizan agua de lluvia por falta de agua potable*. Obtenido de La República: <https://larepublica.pe/reportero-ciudadano/854172-talara-utilizan-agua-de-lluvia-por-falta-de-agua-potable>
- León, J. (07 de julio de 2017). *Ciclovías en Lima: una red desordenada que beneficia a pocos*. Obtenido de El Comercio: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/ciclovias-lima-red-desordenada-beneficia-440398>
- Meininger. (1998). No-Fines Pervious Concrete for Paving. *10*(8).
- Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC). (2014). *Manual de carreteras-suelos geología, geotecnia y pavimentos - seccion suelos y pavimentos*. Lima: Servicios Gráficos Squadrito EIRL. Obtenido de http://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf

- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Código de ética del Ministerios de Transportes y Comunicaciones*. Lima: Ministerio de Transporte y Comunicaciones. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3674.pdf
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Bogota.
- Norma CE.010 Pavimentos Urbanos. (2010). *PAvimentos Urbanos*. Lima: Industrial Gráfica Apolo S.A.C.
- Norma Técnica del Perú (NTP). (2015). *Requisitos de la calidad del agua para el concreto*. Lima.
- Olivas, J. (2017). “*Aplicación De Concreto Permeable Como Una Nueva Alternativa De Pavimentación En La Ciudad De Chimbote – Provincia De Santa – Ancash*”. Nuevo Chimbote.
- Pérez, D. (2009). *Estudio Experimental de Concretos Permeables con Agregados*. Tesis de Grado, Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Ingeniería, Mexico, D.F. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/3443/perezramos.pdf?sequence=1>
- Torres, J. (12 de Junio de 2016). El “hidroplaneo”: esta información podría salvar su vida. *crhoy.com*. Obtenido de <http://www.crhoy.com/archivo/el-hidroplaneo-esta-informacion-podria-salvar-su-vida/nacionales/>
- Urpeque, H. (06 de febrero de 2017). *Chiclayo: temen brote del cólera por colapso de desagües y aguas estancadas*. Obtenido de RPP Noticias: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/chiclayo-temen-brote-del-colera-por-colapso-de-desague-y-aguas-estancadas-noticia-1028993>
- USS Investigación. (2016). *Presentación del VRI*. Universidad Señor de Sipán, Lambayeque, Pimentel. Obtenido de <http://www.uss.edu.pe/uss/wInv.aspx?nDetSubTipo=2&nEleTipPagCodigo=36&nDefTipo=2021536&nUniOrgCodigo=1025>
- Vega, E. (19 de febrero de 2018). Chiclayo: ¿Cuál es la situación de su sector inmobiliario? *EL COMERCIO*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/chiclayo-situacion-sector-inmobiliario-noticia-498444>
- Villanueva, J., Ranfla, A., & Quintanilla, A. (2013). *Isla de Calor Urbana: Modelación Dinámica y Evaluación de medidas de Mitigación en Ciudades de Clima árido Extremo*. Obtenido de Scielo: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000100003

ANEXOS.

Anexo 1. Guías de observación

Anexo 2. Fichas técnicas

Anexo 3. Fichas del producto

Anexo 4. Parámetros normativos

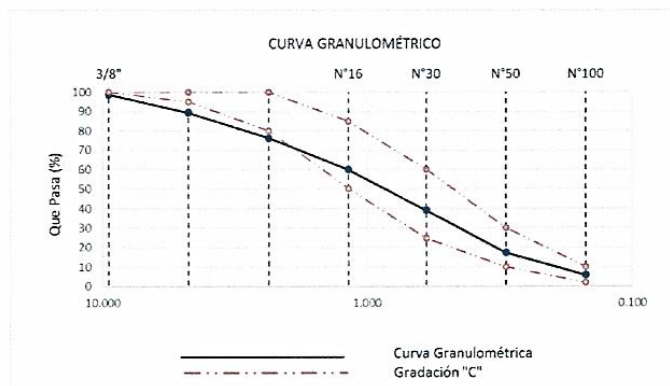
Anexo 5. Panel fotográfico

ANEXO 1. GUÍAS DE OBSERVACIÓN


**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
 FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"
TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN
ENSAYO : AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino. grueso y global.
 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (n° 200) por lavado en agregados.
REFERENCIA : NTP 400.012 Y N.T.P. 400.018
MUESTRA : ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO.

| Malla | | % Retenido | % Retenido Acumulado | % Que Pasa Acumulado | GRADACIÓN "C" |
|-------------------------|-------|------------|----------------------|----------------------|---------------|
| Pulg. | (mm.) | | | | |
| 3/8" | 9.520 | 1.2 | 1.2 | 98.8 | 100 |
| Nº 4 | 4.750 | 9.4 | 10.6 | 89.4 | 95 - 100 |
| Nº 8 | 2.360 | 13.2 | 23.8 | 76.2 | 80 - 100 |
| Nº 16 | 1.180 | 16.2 | 40.0 | 60.0 | 50 - 85 |
| Nº 30 | 0.600 | 20.8 | 60.8 | 39.2 | 25 - 60 |
| Nº 50 | 0.300 | 21.8 | 82.6 | 17.4 | 10 - 30 |
| Nº 100 | 0.150 | 11.6 | 94.2 | 5.8 | 2 - 10 |
| MÓDULO DE FINEZA | | | | | 3.13 |





Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el tesista


 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

ING. WILSON A. OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA L.E.M. - USS.


 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
 JEFE L.E.M. - USS.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS.

REFERENCIA : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.
NTP 400.017:2011
NTP 339.185:2013

MUESTRA : ARENA GRUESA - LA VICTORIA - PÁTAPO.

| RESULTADOS | |
|------------------------------|------|
| P.U.S.H (kg/m ³) | 1479 |
| P.U.S.S (kg/m ³) | 1456 |
| P.U.C.H (kg/m ³) | 1733 |
| P.U.C.S (kg/m ³) | 1707 |
| % humedad | 1.52 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

TCC. WILSON A. OLAYA AGUILAR
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
JEFE L.E.M. - USS.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES. LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.

REFERENCIA : NTP 400.022:2013

MUESTRA : ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO.


| RESULTADOS | | |
|--|-----------------------|-------|
| 1.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (gr/cm ³) | 2.477 |
| 2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE S. | (gr/cm ³) | 2.620 |
| 3.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (gr/cm ³) | 1.120 |
| 4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | % | 2.199 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

"TCO WILSON A. OLAYA AGUILAR"
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pared
JEFE L.E.M. - USS.

**USS | UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : AGREGADOS. análisis granulométrico del agregado fino. grueso y global.
AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 um (n° 200) por lavado en agregados.

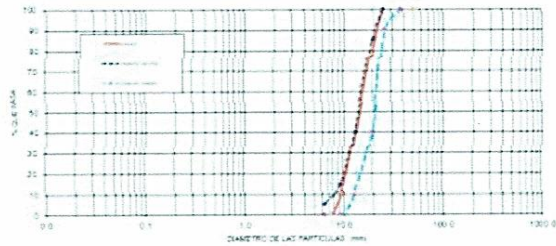
REFERENCIA : NTP 400.012 Y N.T.P. 400.018

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFAE
Peso inicial 5.00 kg

| Malla | | % | % Acumulad | % Acumulado |
|--------|--------|----------|------------|-------------|
| Pulg. | (mm.) | Retenido | Retenido | Que pasa |
| 2" | 50.000 | 0.00 | 0.0 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 1" | 25.000 | 0.0 | 0.0 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 17.2 | 17.2 | 82.8 |
| 1/2" | 12.700 | 34.0 | 51.2 | 48.8 |
| 3/8" | 9.520 | 20.4 | 71.6 | 28.4 |
| 1/4" | 6.350 | 14.4 | 86.0 | 14.0 |
| Nº 4 | 4.750 | 14.0 | 85.6 | 14.4 |
| FONDO | | 0.0 | 85.6 | 14.4 |

Tamaño Máximo = 3/4"
Tamaño Máximo Nominal = 1/2"

GRAFICA DEL ANALISIS MECANICO



Observaciones:

- Muestreo e identificación realizado por el testista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
Wilson A. Olaya Aguilar
T.C.O. WILSON A. OLAYA AGUILAR
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
Sócrates Pedro Muñoz Pérez
M.Sc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
JEFE L.E.M. - USS.

**USS | UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA MASA POR UNIDAD DE VOLUMEN O DENSIDAD ("PESO UNITARIO") Y LOS VACÍOS EN LOS AGREGADOS.
AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL EVAPORABLE DE AGREGADOS POR SECADO.

REFERENCIA : NTP 400.017:2011
NTP 339.185:2013

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFA

| RESULTADOS | |
|-------------------|-------------|
| P.U.S.H (kg/m3) | 1438 |
| P.U.S.S (kg/m3) | 1434 |
| P.U.C.H (kg/m3) | 1617 |
| P.U.C.S (kg/m3) | 1613 |
| % humedad | 0.30 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Paraz
JEFE L.E.M. - USS.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : AGREGADOS. MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DENSIDAD, LA DENSIDAD RELATIVA (PESO ESPECÍFICO) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.

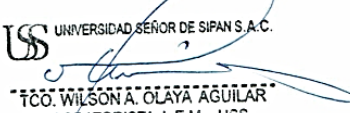
REFERENCIA : NTP 400.022:2013

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFE

| RESULTADOS | | |
|--|-----------------------|-------|
| 1.- PESO ESPECIFICO DE MASA | (gr/cm ³) | 2.513 |
| 2.- PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO | (gr/cm ³) | 2.534 |
| 3.- PESO ESPECIFICO APARENTE | (gr/cm ³) | 2.567 |
| 4.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN | % | 0.840 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

"TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR"
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
JEFE L.E.M. - USS.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND.

REFERENCIA : N.T.P. 339.035

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFA

| Revenimiento del concreto permeable | |
|-------------------------------------|------|
| Gradación | 1/2" |
| Slump (cm) | 0 |
| Consistencia | seca |

| CONSISTENCIA EN CONO | |
|----------------------|-------------------|
| Consistencia | Asentamiento (cm) |
| Seca | 0 - 2 |
| Plástica | 3 - 5 |
| Blanda | 6 - 9 |
| Fluida | 10 - 15 |
| Líquida | ≥15 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
JEFE L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA DENSIDAD (PESO UNITARIO), RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE (MÉTODO GRAVIMÉTRICO) DEL CONCRETO.

REFERENCIA : N.T.P 339.046

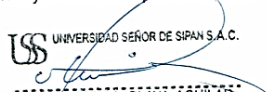
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA 1/2" – TRES TOMAS – FERREÑAFAE

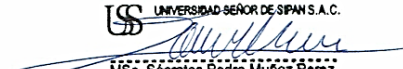
| PESO UNITARIO EN ESTADO FRESCO | | | | | |
|--------------------------------|---------|------------------------------------|-------------------------------|--|-------------------------------|
| Gradación | Probeta | Peso Unitario (kg/m ³) | Promedio (kg/m ³) | Desviación estándar (kg/m ³) | Coefficiente de Variación (%) |
| 1/2" | P-1 | 2082.17 | 2085.16 | 4.13 | 0.20 |
| | P-2 | 2089.87 | | | |
| | P-3 | 2083.44 | | | |

| CONTENIDO DE VACIOS EN ESTADO FRESCO DEL CONCRETO PERMEABLE | | | | | |
|---|---------|----------|--------------|--|-------------------------------|
| Gradación | Probeta | Vacios % | Promedio (%) | Desviación estándar (kg/m ³) | Coefficiente de Variación (%) |
| 1/2" | P-1 | 12.32 | 12.19 | 0.174 | 0.01 |
| | P-2 | 11.99 | | | |
| | P-3 | 12.26 | | | |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

 TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

 MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
 JEFE L.E.M. - USS.

**USS | UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE, 2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

REFERENCIA : N.T.P 339.034

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFE
ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA: NTP 339.034 | | |
|---|--------|------------------------|
| Muestra | Edad | F'c kg/cm ² |
| P-1 | 7 días | 94 |
| P-2 | 7 días | 92 |
| P-3 | 7 días | 98 |
| P-4 | 7 días | 95 |
| P-5 | 7 días | 92 |
| PROMEDIO | | 94.2 |

| RESISTENCIA A LA COMPRESION (7 días) gradación 1/2" | | | | |
|--|----------|-------------------------------|--|-----------------------------|
| Gradación | Probetas | Promedio (kg/m ³) | Desviación estandar (kg/m ³) | Coficiente de Variación (%) |
| 1/2" | P-1 | 94.2 | 2.49 | 2.64 |
| | P-2 | | | |
| | P-3 | | | |
| | P-4 | | | |
| | P-5 | | | |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
JEFE L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS

REFERENCIA : N.T.P 339.034

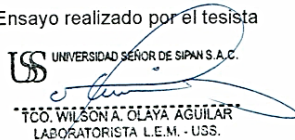
MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFE
ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO

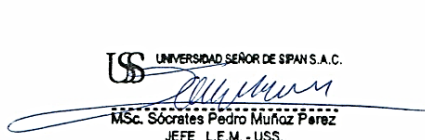
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA: NTP 339.034 | | |
|---|---------|------------|
| Muestra | Edad | F'c kg/cm2 |
| P-6 | 14 días | 127 |
| P-7 | 14 días | 131 |
| P-8 | 14 días | 121 |
| P-9 | 14 días | 132 |
| P-10 | 14 días | 127 |
| PROMEDIO | | 127.6 |

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NORMA: ASTM: C - 39 - NTP 339.035 | | | | |
|---|----------|------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Gradación | Probetas | Promedio (kg/m3) | Desviación estandar (kg/m3) | Coefficiente de Variación (%) |
| 1/2" | P-6 | 127.6 | 4.34 | 3.40 |
| | P-7 | | | |
| | P-8 | | | |
| | P-9 | | | |
| | P-10 | | | |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

 TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

 MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
 JEFE L.E.M. - USS.


**UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

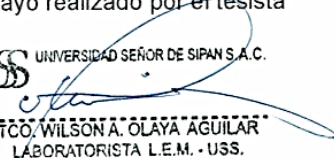
TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"
 TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN
 ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILÍNDRICAS
 REFERENCIA : N.T.P 339.034
 MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFE
 ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO


| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | |
|-----------------------------------|---------|------------------------|
| NORMA: ASTM: C - 39 - NTP 339.035 | | |
| Muestra | Edad | F'c kg/cm ² |
| P-11 | 28 días | 188 |
| P-12 | 28 días | 199 |
| P-13 | 28 días | 193 |
| PROMEDIO | | 193.33 |

| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | | | | |
|-----------------------------|----------|-------------------------------|--|-----------------------------|
| Gradación | Probetas | Promedio (kg/m ³) | Desviación estándar (kg/m ³) | Coficiente de Variación (%) |
| 1/2" | P-14 | 193.33 | 5.51 | 2.85 |
| | P-15 | | | |
| | P-16 | | | |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista


 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
 WILSON A. OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA L.E.M. - USS.


 UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
 MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
 JEFE L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS A LOS TERCIOS DEL TRAMO.

REFERENCIA : N.T.P. 339.078

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFAE
ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO

| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA: N.T.P. 339.078 | | | | | | |
|--|-------------|-------------------------------|------------------|-----------------|-------------|--|
| Muestra | Edad (días) | Long. Libre entre apoyos (cm) | Ancho prom. (cm) | Alto prom. (cm) | Carga (kgf) | Módulo de rotura (kg/cm ²) |
| V-1 | 28 | 45.75 | 15 | 15 | 5002 | 67.80 |
| V-2 | 28 | 45.75 | 15 | 15 | 4998 | 67.75 |
| V-3 | 28 | 45.75 | 15 | 15 | 4995 | 67.71 |
| PROMEDIO (kg/cm ²) | | | | | | 67.76 |

| RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NORMA: N.T.P. 339.078 | | | |
|--|--------------------------------|--|-------------------------------|
| Gradación | Promedio (kg/cm ²) | Desviación estándar (kg/m ³) | Coefficiente de Variación (%) |
| 1/2" | 67.76 | 0.048 | 0.07 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
JEFE L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBA YEQUE. 2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A TRACCIÓN SIMPLE DEL CONCRETO, POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DE UNA PROBETA CILÍNDRICA

REFERENCIA : N.T.P. 339.084

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFE
ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPU

| ENSAYO: RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA "NORMA: N.T.P. 339.084" | | | | | |
|---|-------------|------------|-----------|-------------------------|---|
| Muestra | Edad (días) | Diam. (cm) | Alt. (cm) | Área (cm ²) | Resistencia a la tracción indirecta (kg/cm ²) |
| T-1 | 28 | 15 | 30 | 176.71 | 26 |
| T-2 | 28 | 15 | 30 | 176.71 | 30 |
| T-3 | 28 | 15 | 30 | 176.71 | 32 |
| T-4 | 28 | 15 | 30 | 176.71 | 34 |
| T-5 | 28 | 15 | 30 | 176.71 | 31 |
| PROMEDIO | | | | | 30.6 |
| Desviación estándar (kg/m ³) | | | | | 2.97 |
| Coeficiente de Variación (%) | | | | | 9.69 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

TCO WILSON A. OLAYA AGUILAR
 LABORATORISTA L.E.M. - USS.

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.

MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez
 JEFE L.E.M. - USS.

**USS | UNIVERSIDAD
SEÑOR DE SIPÁN**
FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : PERMEABILIDAD (28 DÍAS) DEL CONCRETO PERMEABLE

REFERENCIA : ACI 522R-10

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFE
ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO

| ENSAYO DE PERMEABILIDAD NORMA: ACI 522R-10 | | | | | | | | | | | |
|--|-------------|-----------------|----------------------|-----------------------|---|--|---|---|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Muestra | Edad (días) | Tiempo (seg) -t | Long. Muestra (cm)-l | Diametro muestra (cm) | Diametro Int. de la tubería de carga (cm) | Area de la tubería de carga (cm ²)-a | Area de la muestra (cm ²) - A | Altura de agua desde la parte superior de la muestra (cm) -h1 | Altura de salida de tubería a la parte superior de la muestra (cm) -h2 | Coefficiente de permeabilidad (cm/s) | Coefficiente de permeabilidad (mm/s) |
| P-1 | 28 | 50.2 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.047 | 10.470 |
| P-2 | 28 | 49.52 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.061 | 10.613 |
| P-3 | 28 | 47.2 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.114 | 11.135 |
| P-4 | 28 | 44.58 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.179 | 11.789 |
| P-5 | 28 | 50.58 | 15 | 10 | 10.15 | 80.91 | 78.54 | 30 | 1 | 1.039 | 10.391 |
| PROMEDIO | | | | | | | | | | 1.088 | 10.880 |
| Desviación estándar | | | | | | | | | | 0.059 | |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
Wilson A. Olaya Aguilár
"TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR"
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
Sócrates Pedro Muñoz Pérez
"MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez"
JEFE L.E.M. - USS.

USS | UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

TESIS : "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PERMEABLE EN PAVIMENTOS ESPECIALES, LAMBAYEQUE.2018"

TESISTA : TARIFEÑO FONSECA BRANCO YELTSIN

ENSAYO : TASA DE INFILTRACION (14 DÍAS) DEL CONCRETO PERMEABLE

REFERENCIA : ASTM C1701

MUESTRA : PIEDRA CHANCADA ½" – TRES TOMAS – FERREÑAFAE
ARENA GRUESA – LA VICTORIA – PÁTAPO

| Tasa de percolación NORMA "ASTM C1701" | | | | | | | | | |
|--|------------------|--------|--------|-------|-----------|---------|-------|------------|---------|
| Nº de pruebas | K in (constante) | M (lb) | D (in) | T (s) | l = in/hr | cm/h | m/h | cm/seg | m3/h/m2 |
| 1 | 126870 | 39.68 | 7.87 | 92.00 | 883.47 | 2244.02 | 22.44 | 0.62333933 | 22.44 |
| 2 | 126870 | 39.68 | 7.87 | 95.00 | 855.57 | 2173.16 | 21.73 | 0.60365493 | 21.73 |
| 3 | 126870 | 39.68 | 7.87 | 94.20 | 862.84 | 2191.61 | 21.92 | 0.60878151 | 21.92 |
| Promedio | | | | | 867.30 | 2202.93 | 22.03 | 0.61 | 22.03 |
| Desviación estandar (kg/m3) | | | | | 14.47 | 36.76 | 0.37 | 0.01 | 0.37 |
| Coeficiente de Variación (%) | | | | | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 | 0.02 |

Observaciones:

- Ensayo realizado por el tesista

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
"TCO. WILSON A. OLAYA AGUILAR"
LABORATORISTA L.E.M. - USS.

USS UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN S.A.C.
"MSc. Sócrates Pedro Muñoz Pérez"
JEFE L.E.M. - USS.

ANEXO 2. FICHAS TÉCNICAS



Máquina de compresión ADR Touch 1500 con lectura digital. 36-0720 / 01

Categoría: Máquinas de compresión
Subcategoría: Máquinas de compresión operadas manualmente
Grupo de productos: Máquinas de compresión de propósito general

- 1560 kN / 350 000 lbf de capacidad
- Exactitud de calibración según BS EN ISO 7500-1; ASTM E4;
- Paquetes de energía hidráulica eficientes
- Máquinas económicas ideales para uso en el sitio

La gama de máquinas de compresión Compact 1500 se ha diseñado para satisfacer la necesidad de un medio simple, económico y confiable para probar concreto.

Capacidad de la muestra

Las dimensiones del marco permiten la prueba de cilindros de hasta 320 mm de largo x 160 mm de diámetro y cubos de 150 o 100 mm cuadrados. Los bordillos y losas también se pueden probar en la máquina ADR, así como vigas de sección cuadrada de 150 mm y 100 mm según ASTM C78, utilizando los bastidores de flexión de 100 kN opcionales que están conectados a la fuente de alimentación.

Indicación de carga

La lectura digital ADR es un instrumento controlado por microprocesador, que se instala de serie en todas las máquinas digitales de la gama. La carga se puede mostrar en kN, lbf o kgf según lo seleccionado por el operador.

Figura 13. Ficha técnica de Máquina de compresión ADR Touch 1500..

Fuente: *Ele international.*

ANEXO 3. FICHAS DEL PRODUCTO



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.
 Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Montembo Santiago de Surco - Lima
 Carretera Panamericana Norte Km. 090 Pacasmayo - La Libertad
 Teléfono 317 - 8000



SGC-REG-06-00002
 Versión 01

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.008 / ASTM C150

Pacasmayo, 20 de Julio del 2018

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | | CP SAA | Requisito NTP 334.008 / ASTM C150 |
|----------------------|---|--------|--------------------------------------|
| MgO | % | 2.2 | Máximo 5.0 |
| SO ₃ | % | 2.8 | Máximo 3.0 |
| Pérdida por ignición | % | 3.0 | Máximo 3.5 |
| Residuo Insoluble | % | 0.73 | Máximo 1.5 |

| PROPIEDADES FÍSICAS | | CP SAA | Requisito NTP 334.008 / ASTM C150 |
|------------------------|--------------------|--------|--------------------------------------|
| Contenido de Aire | % | 8 | Máximo 12 |
| Expansión en Autoclave | % | 0.10 | Máximo 0.80 |
| Superficie Específica | cm ² /g | 3770 | Mínimo 2800 |
| Densidad | g/ml | 3.12 | NO ESPECÍFICA |

Resistencia Compresión :

| | | | |
|-------------------------------------|------------------------------|---------------|-----------------------------|
| Resistencia Compresión a 3días | MPa (Kg/cm ²) | 31.7 (323) | Mínimo 12.0 (Mínimo 122) |
| Resistencia Compresión a 7días | MPa (Kg/cm ²) | 38.5 (392) | Mínimo 19.0 (Mínimo 194) |
| Resistencia Compresión a 28días (*) | MPa (Kg/cm ²) | 46.5 (474) | Mínimo 28.0 (Mínimo 286) |

Tiempo de Fragado Vicat :

| | | | |
|-----------------|-----|-----|------------|
| Fragado Inicial | min | 132 | Mínimo 45 |
| Fragado Final | min | 289 | Máximo 375 |

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2018 al 30-06-2018
 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Mayo 2018
 (*) Requisito opcional.

Ing. Ivanoff V. Rojas Teilo
 Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Figura 14 Ficha Técnica de Cemento Portland Tipo I(Pacasmayo)

Fuente: Pacasmayo.

ANEXO 4. PARÁMETROS NORMATIVOS

Tabla 22. Parámetros normativos

| TÍTULO | FECHA | CÓDIGO | INSTITUCIÓN | CONTENIDO |
|--|------------|----------------|-----------------------|---|
| AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino y grueso global | 01/02/2013 | NTP 400.012 | INACAL | Utilizado para determinar el tamaño máximo del agregado grueso y el módulo de finesa del agregado fino |
| AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado | 02/08/2016 | NTP 400.017 | INACAL | Para conocer el consumo de áridos por metro cúbico de concreto tanto suelto como compactado |
| AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles | 28/12/2014 | NTP 400.019 | INACAL | Establece el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 1/2 pulg) para determinar la resistencia a degradación utilizando la máquina de Los Ángeles |
| AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso | 16/01/2014 | NTP 400.021 | INACAL | Para determinar la cantidad de agua que absorbe el agregado |
| AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino | 16/01/2014 | NTP 400.022 | INACAL | Para determinar la cantidad de agua que absorbe el agregado |
| CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas | 31/12/2015 | NTP 339.034 | INACAL | Establece la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto. Está limitado al concreto que tiene una masa unitaria mayor de 800 kg/m ³ . |
| CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. | 31/12/2015 | NTP 339.035 | INACAL | Establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, tanto en el laboratorio como en el campo. |
| CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos | 14/01/2015 | NTP 339.088 | INACAL | Establece los requisitos de composición y performance para el agua utilizada como agua de mezcla en el concreto de cemento Portland. Define las fuentes de agua y estipula los requisitos y las frecuencias de ensayo para la calificación de las fuentes de agua |
| CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio | 01/02/2013 | NTP 339.183 | INACAL | Establece el procedimiento para elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio bajo un control riguroso de los materiales y las condiciones de ensayo, con concretos que pueden ser consolidados por varillado o vibrado |
| CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo | 18/12/2017 | NTP 339.078 | INACAL | establece el procedimiento para determinar la resistencia a la flexión de vigas simplemente apoyadas, moldeadas con concreto o de vigas cortadas extraídas del concreto endurecido y ensayadas con cargas a los tercios de la luz |
| CONCRETO. Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto | 01/02/2013 | NTP 339.077 | INACAL | Establece el procedimiento para determinar la cantidad relativa de agua de mezclado que puede ser exudada de una muestra de concreto fresco. |
| Método de prueba estándar para la infiltración tasa de in Place concreto permeable | 15/03/2017 | ASTM C1701 | ASTM INTERNATIONAL | Este método de ensayo cubre la determinación de la tasa de infiltración de agua campo de en el lugar concreto permeable |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Panel fotográfico



Figura 15 Equipo para el ensayo de consistencia



Figura 16 Prensa de Concreto para realizar los ensayos del concreto endurecido



Figura 17. Tamices normalizados para el ensayo de granulometría



Figura 18. Peso unitario del agregado grueso



Figura 19. Horno para el secado de los materiales



Figura 20. Realizando el ensayo peso específico y absorción de los materiales



Figura 21. Mezcladora con los materiales



Figura 22. Comprobando el slump



Figura 23. *Especímenes del concreto permeable*



Figura 24. *Ensayo de compresión*



Figura 25. *Ensayo de flexión de vigas*



Figura 26. *Rotura de las vigas a 1/3*



Figura 27. *Construyendo el permeámetro de carga variable*



Figura 28. *Ensayo de permeabilidad*



Figura 29. *Elaboración de una losa de concreto de 10 cm de altura*



Figura 30. *Curado de la losa de concreto*



Figura 31. *Ensayo de infiltración del concreto*