



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando
agregados de las canteras de la Ciudad de Sullana

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Coba Rugel, Brenda Mayte (orcid.org/0000-0001-9101-4114)
Santos Gutierrez, Junior William (orcid.org/0000-0001-6793-2169)

ASESOR:

Mg. Medina Carbajal, Lucio Sigifredo (orcid.org/0000-0001-5207-4421)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

PIURA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dios por darme la salud y la fortaleza para seguir en este camino, a mis padres por ser un ejemplo, apoyo y guía en mi vida, siendo ellos mi más grande motivación para seguir adelante. Finalmente, a mis hermanos que estuvieron siempre ahí apoyando y felicitando cada uno de mis pasos.

Brenda Mayte Coba Rugel

Dedico esta tesis a Dios por darme la vida y la fuerza para culminar este proyecto, a mis padres por inculcarme valores para continuar en esta carrera, a mi hermana por ser mi apoyo y mi motivación.

Junior William Santos Gutiérrez

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por bendecirnos y darnos la vida, la fuerza y la voluntad para terminar este proyecto, a nuestra familia por todo el apoyo brindado, por su tiempo y sus palabras de ánimo en momentos de angustia.

A nuestro asesor de tesis por su orientación constante, por brindarnos su tiempo y dedicación en este proyecto que con esfuerzo y dedicación hemos logrado.

Los Autores

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	33
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	33
3.2 Variable y Operacionalización.....	34
3.3 Población muestra y muestreo	35
3.4 Técnicas e Instrumentos para la recolección de Datos	36
3.5 Procedimientos	37
3.6 Método de Análisis de datos	38
3.7 Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS	39
V. DISCUSIÓN	71
VI. CONCLUSIONES	73
VII. RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS	81

Índice de tablas

Tabla 1. Ecuación para determinar el porcentaje de resistencia requerida (%). ...	15
Tabla 2. Porcentaje de resistencia requerida (%).	15
Tabla 3. Masa mínima recomendada de espécimen.	19
Tabla 4. Gradación del agregado fino.	20
Tabla 5. Gradación del agregado grueso.	21
Tabla 6. Ecuación para determinar el porcentaje retenido (%).	22
Tabla 7. Ecuación para determinar el porcentaje retenido acumulado (%).	22
Tabla 8. Ecuación para determinar el porcentaje que pasa acumulado (%).	22
Tabla 9. Ecuación para determinar el módulo de finura.	23
Tabla 10. Ecuación para determinar el peso unitario suelto o compactado.	24
Tabla 11. Ecuación para determinar el peso específico de masa (Pem).	25
Tabla 12. Ecuación para determinar el peso específico de masa saturada con superficie seca (Pesss).	25
Tabla 13. Ecuación para determinar el peso específico aparente (Pea).	25
Tabla 14. Ecuación para determinar la absorción (%).	25
Tabla 15. Ecuación para determinar el peso específico.	26
Tabla 16. Ecuación para determinar el peso específico saturado superficialmente seco (PSSS).	26
Tabla 17. Ecuación para determinar el peso específico aparente.	26
Tabla 18. Ecuación para determinar la absorción.	26
Tabla 19. Porcentaje de humedad del agregado fino.	39
Tabla 20. Granulometría del Agregado fino.	41
Tabla 21. Peso unitario suelto del agregado fino.	43
Tabla 22. Peso unitario compactado del agregado fino.	45

Tabla 23. Peso Específico y Absorción del agregado fino.	46
Tabla 24. Porcentaje de humedad del agregado grueso.	49
Tabla 25. Granulometría del agregado grueso.	51
Tabla 26. Peso unitario suelto del agregado grueso.	53
Tabla 27. Peso unitario compactado del agregado grueso.	55
Tabla 28. Peso específico del agregado grueso.	57
Tabla 29. Módulos de finezas.	60
Tabla 30. Dosificación de materiales de diseño de mezcla I.	61
Tabla 31. Cantidad de materiales para el diseño I.	61
Tabla 32. Módulos de finezas.	63
Tabla 33. Dosificación de materiales de diseño de mezcla II.	64
Tabla 34. Cantidad de materiales para el diseño II.	64
Tabla 35. Resistencia a la compresión concreto permeable II.	66
Tabla 36. % Porcentaje Obtenida VS Porcentaje de resistencia requerida.	68
Tabla 37. Dimensiones de las probetas ensayadas.	69
Tabla 38. Datos del diseño II.	69
Tabla 39. Datos del diseño II.	70

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Funcionamiento del concreto poroso.	9
Figura 2. Permeabilidad de un espécimen.	10
Figura 3. Ensayo de permeabilidad con el permeámetro.	12
Figura 4. Relación entre el contenido de aire y la tasa de percolación.	13
Figura 5. Resistencia a la compresión a través de la prensa hidráulica.	14
Figura 6. Textura del diseño de mezcla de concreto permeable.	16
Figura 7. Mallas o tamices.	21
Figura 8. Formas de Mezclado.	28
Figura 9. Mezcladora.	28
Figura 10. Cantera “Agregados Saint Thomas SAC” - Sojo.	29
Figura 11. Pesos iniciales del agregado fino.	40
Figura 12. Curva de Granulometría de Agregado Fino.	42
Figura 13. Proceso de tamizado para la granulometría.	43
Figura 14. Proceso de peso unitario suelto del agregado fino.	44
Figura 15. Proceso de peso unitario compactado del agregado fino.	45
Figura 16. Saturación de agregado fino.	47
Figura 17. Arena saturada con superficie seca.	47
Figura 18. Proceso para determinar el peso específico.	48
Figura 19. Peso inicial y proceso secado en horno.	50
Figura 20. Curva de Granulometría de Agregado Grueso.	52
Figura 21. Curva de Granulometría de Agregado Grueso.	53
Figura 22. Proceso de peso unitario suelto de agregado grueso.	54
Figura 23. Peso en balanza del agregado grueso.	54

Figura 24. Colocación del agregado grueso en el molde.	56
Figura 25. Proceso de peso unitario compactado delo agregado grueso.	56
Figura 26. Proceso para determinar el peso específico del agregado grueso.....	58
Figura 27. Agregado grueso saturado superficialmente seco.	58
Figura 28. Peso del material sumergido.	59
Figura 29. Peso del material sumergido.	59
Figura 30. Peso de los agregados para mezcla I.	62
Figura 31. Ensayo de SLUMP – Cono de Abrahams.	63
Figura 32. Diseño de mezcla de concreto permeable II.	65
Figura 33. Resistencia a la compresión a los 7 días concreto permeable II.....	67
Figura 34. Resistencia a la compresión a los 14 días concreto permeable II.....	67
Figura 35. Resistencia a la compresión a los 28 días concreto permeable II.....	67
Figura 36. Ensayo de permeabilidad en probeta de concreto permeable.	69

Resumen

La investigación titulada “Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana” tiene como objetivo principal elaborar la propuesta de un diseño de mezcla de un concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana, y así dar una alternativa de solución a los problemas ocasionados por las lluvias, entre ellos empozamientos y saturación de las vías e inundaciones de las mismas, siendo éstas las responsables del desgaste de las vías y plataformas que directamente afecta la contaminación ambiental y malestar de la población, de lo cual la finalidad es lograr el paso del agua a través de la losa. En este proyecto se escogió las mejores canteras de la ciudad de Sullana para extraer los agregados que reunían las características adecuadas y poder elaborar esta mezcla de concreto permeable, además se determinó la dosificación exacta de los agregados para obtener dicha mezcla con un $f'c$ 280 kg/cm² diseñado; posteriormente se elaboraron 2 diseños de mezclas donde se utilizó cemento, poco o casi nada de agregado fino, agregado grueso y agua; el primer diseño se realizó con la presencia del 20% de arena y el 80% de piedra chancada, para lo cual se determinó mediante el ensayo de slump que la pasta tenía un aspecto relativamente muy seco con poca trabajabilidad, y se optó por trabajar con un segundo diseño con el 30% de arena y 70% de piedra chancada, donde se obtuvo una pasta con regular trabajabilidad, para luego llenar la mezcla en 9 probetas y después obtener las propiedades del concreto; resistencia a la compresión donde alcanzó una resistencia de 306.9 kg/cm² a los 28 días, lo cual superó al diseño planteado. Y en el caso del ensayo de permeabilidad obtuvimos un factor de 0.00125 cm/s. lo cual es muy baja debido al escaso contenido de vacíos.

Palabras claves: Concreto, permeable, lluvias, canteras.

Abstract

The main objective of the research entitled "Proposal of a mix design for a permeable concrete using aggregates from the quarries of the city of Sullana" is to elaborate the proposal for a mix design of a permeable concrete using aggregates from the quarries of the city of Sullana. Sullana, and thus provide an alternative solution to the problems caused by the rains, including ponding and saturation of the roads and their flooding, these being responsible for the wear and tear on the roads and platforms that directly affects environmental pollution and discomfort. of the population, of which the purpose is to achieve the passage of water through the slab. In this project, the best quarries in the city of Sullana were chosen to extract the aggregates that had the appropriate characteristics and to be able to elaborate this permeable concrete mixture, in addition, the exact dosage of the aggregates was determined to obtain said mixture with an f'c 280 kg/cm² designed; subsequently, 2 mix designs were developed where cement, little or almost no fine aggregate, coarse aggregate and water were used; The first design was made with the presence of 20% sand and 80% crushed stone, for which it was determined by means of the slump test that the paste had a relatively very dry appearance with little workability, and it was decided to work with a second design with 30% sand and 70% crushed stone, where a paste with regular workability was obtained, to then fill the mixture in 9 test tubes and then obtain the properties of the concrete; compressive strength where it reached a resistance of 306.9 kg/cm² at 28 days, which exceeded the proposed design. And in the case of the permeability test we obtained a factor of 0.00125 cm/s. which is very low due to the low void content.

Keywords: Concrete, permeable, rains, quarries.

I. INTRODUCCIÓN

Como consecuencia del cambio climático global, en general las infraestructuras en las ciudades a nivel mundial, y por tanto a nivel nacional y local, vienen siendo afectadas, generando el deterioro prematuro así como la destrucción de las mismas; paralizando el desarrollo y progreso de las localidades, y por ende evitando optimizar el bienestar de los ciudadanos, más aún si se tiene en consideración que las entidades responsables del mantenimiento de la infraestructura poco o casi nada priorizan los trabajos de mantenimiento preventivos y periódicos que las obras requieren; siendo una de las principales causales de los daños que ellas sufren debido a las fuertes precipitaciones pluviales que ocurren en las ciudades, y que ante la falta de sistemas de evacuación adecuadas de las aguas de lluvias, y el crecimiento expansivo de las ciudades, originan empozamientos y grandes inundaciones en su superficie y consecuentemente los daños asociados al empleo de concretos tradicionales que entre sus características destaca su impermeabilidad.

En el campo constructivo a nivel de la ingeniería civil, es conocido que haya una constante evolución en temas de innovación de metodologías y técnicas de mejoramiento para el bienestar de la sociedad, por lo cual el Perú no puede ser la excepción de ello; por lo que se hace necesario difundir una mayor utilización del concreto permeable para dar una posible solución al problema de estancamientos de aguas de lluvias, y por sus diversos usos en obras de ingeniería, como sistemas de drenaje principalmente.

La innovación de este hormigón permeable brinda una alternativa para la construcción de caminos, vías, plataformas, losas, parques, dado que el actual uso de concreto rígido para cualquier tipo de estructura, que, por su impermeabilidad al no permitir la libre corriente líquida, proveniente de los terrenos saturados y el fluido de lluvia acumulada sobre la superficie del pavimento, puede llegar a ser muy destructiva.

En la ciudad de Sullana, los caminos pavimentados actualmente están presentando daños en su superficie debido a las concurrentes lluvias que se han venido produciendo, ocasionando la saturación de éstas, debido a los escurrimientos superficiales, y esta manera la formación de daños como grietas, baches y

desprendimientos superficiales del concreto; causando malestar general y comprometiendo la seguridad de los peatones y usuarios que hacen uso de estas estructuras, más aun teniéndose en cuenta el crecimiento excesivo de l

as unidades móviles (autos moto taxis, motos bicicletas y otros), en Sullana y bellavista. Por otro lado, estos empozamientos constantes generan focos de transmisión indirecta de enfermedades como dengue, zika, entre otros. Adicionalmente a ello se ocasionan varios contaminantes desde que el agua de lluvia escurre y arrastra consigo varios contaminantes y materiales sólidos depositados en la superficie de la estructura.

Conforme a lo mencionado, la presente investigación propone un diseño de mezcla de concreto permeable con los agregados de la cantera de Sullana, permitiendo una filtración rápida de la escorrentía superficial.

El problema general se planteó de la siguiente manera, ¿Cuál es la propuesta de diseño de mezcla para un concreto permeable, empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana? Los problemas específicos, se plantearon de la siguiente forma, ¿Cuáles son características físicas deben reunir los agregados de la localidad para la elaboración del concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana?; ¿Cuáles son las cantidades de los materiales utilizados para un diseño de mezcla de concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana? ¿Cuáles son las propiedades que debe reunir el concreto permeable diseñado empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana?

La justificación de este proyecto nace debido a que en la región de Piura, y especialmente en la ciudad de Sullana es frecuente en los primeros meses de todos los años la ocurrencia de fuertes lluvias, que ocasionan la saturación de las vías e inundaciones debido a los escurrimientos superficiales, generando un caos transitorio, y como consecuente daños terribles, principalmente a nivel de pavimento, tales como pérdida del agregado fino en la carpeta de rodadura, la formación de baches y grietas en el centro y esquinas de las losas y otro tipo de patologías al concreto rígido, originado desperfectos a las unidades móviles y malestar a la población, comprometiendo la seguridad del conductor y los usuarios

que hacen uso de las vías. Por lo que con un pavimento permeable estos problemas se mitigarían, dado que permitiría una filtración rápida de la escorrentía superficial.

Dentro de este estudio se consideró como objetivo general, elaborar la propuesta de un diseño de mezcla de un concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana. Del mismo, que se desprenden los objetivos específicos, que se formularon a continuación, Obtener las características físicas que deben reunir los agregados para la elaboración del concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana. Determinar las cantidades de los materiales utilizados para un diseño de mezcla de concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana. Determinar las propiedades del concreto permeable diseñado empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.

Por tratarse de una tesis pre-experimental, se ha planteado como hipótesis general: Los agregados de las canteras de la ciudad de Sullana, cumplen con las especificaciones técnicas que se exige para un diseño de mezcla de concreto permeable. Como hipótesis específicas se han planteado las siguientes. a) Las canteras de Sullana, cuentan con la calidad de agregados que se requieren para un diseño de mezcla de un concreto permeable.; b) La mezcla del concreto permeable tendrá cantidades óptimas en los materiales para obtener el % de porosidad exigida, que le permita tener la tasa de infiltración mínima necesaria; c) El concreto permeable a diseñar cumplirá con las propiedades que se exige para ser utilizado.

II. MARCO TEÓRICO

Se dispone la presente mención a los autores de los antecedentes internacionales para el argumento de la tesis.

MENDOZA VERA, Eddy Johanna y OSPINA GARCÍA, Jenny Katherine (2018), en su tesis titulada "Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio" - Universidad Distrital Francisco José de Caldas, tuvo como objetivo principal acoger un diseño de mezcla de hormigón permeable teniendo en enumeración las averiguaciones realizadas a ras nacional y utilizándose en su despacho como un acontecimiento específico, considerándola como una opción de diseño de pavimento, el tipo de investigación fue mixta y de tipo cuantitativo, asimismo tiende a la búsqueda de un tipo de pavimentación en zonas urbanas residenciales con actividad económica limitada, que desempeñará con las características a las que se ajustaba el desarrollo de la indagación, como vías sin pavimento ni un procedimiento con respecto al drenaje urbano, con la circulación de autos, buses y camiones mayores. Se dispuso un diseño de mezcla de hormigón permeable, ya que está obligado a cumplir con la permeabilidad indispensable y la resistencia $F'c$ 4000 psi, la cual se corroboró evaluando su porosidad y el flujo del líquido en ella.

GALLO GUARIN, Cris Alexandra y POSADA CASTIBLANCO, Edison Mauricio (2017) en su tesis titulada "Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la edificación de un modelo a escala" - Universidad de la Salle Bogotá. Tuvo como objetivo principal elaborar un pavimento de hormigón poroso con adherencia en adheridos de hormigón reciclado para la creación de un prototipo a graduación. Su metodología es experimental del tipo explicativo. Se permitió calcular la resistencia a la compactación, flexo-tracción y a la permeabilidad de tres compuestos porosos con múltiples cambios de peso de relleno reciclado a la abrasión por muestras cilíndricas y elemento de viga. Los materiales que componen este pavimento han sido probados en el Laboratorio Universitario de Pavimentos (La Salle y La Gran Colombia) para el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales de los componentes que componen este tipo de pavimento.

BARAHONA AGUILUZ, Rene Alexis; MARTINEZ GUERRERO, Marlon Vladimir y ZELAYA ZELAYA, Steven Eduardo (2013), en su tesis titulada "Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, el Carmen, Aramuaca y la pedrera, de la zona oriental de el salvador" - Universidad de El Salvador, establecieron como objetivo principal, llevar a cabo un estudio de la conducta del hormigón permeable aplicado a la clase de agregado grueso trabajado, el tipo de investigación fue experimental. Para evaluar la conducta del hormigón permeable se utiliza diversas calidades de material grueso extraído en las pedreras (Aramuaca y el Carmen); así mismo se observa la manera cómo variaban las particularidades del hormigón con respecto al agregado, logrando así clasificar el hormigón permeable más eficaz.

Se presentan los antecedentes nacionales para la argumentación del proyecto con los siguientes autores.

RIVEROS TAMARIZ, Franz André (2019), en su tesis titulada "Evaluación del comportamiento del concreto permeable para su aplicación en pavimentos urbanos, fabricado con agregados de piedra chancada de la cantera de Taclán, provincia de Huaraz" - Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo; cuyo objetivo principal fue valorar el acatamiento de condiciones del hormigón permeable producido con material de roca triturada sacada de la cantera Taclán, ubicada en Huaraz, para su aprovechamiento en pavimentaciones municipales, fue una inspección de género exploratoria y correlacional; y según su objetivo es una investigación experimental. Mediante el ensayo a compresión a la que fue sometida el diseño, se consiguió que empleando roca triturada de grosor no mayor a 1/2", como material en la elaboración de hormigón permeable, los importes cambiaron de (7.81 hasta 16.56 Mpa), como también al utilizar roca triturada de un grosor no mayor a 3/8", estos importes cambiaron de (19.87 a 21.75 Mpa). En consideración, por medio del estudio de resistencia tanto a flexión y empleando roca triturada de grosor no mayor a 1/2" los importes alcanzados cambiaron de (3.06 a 3.76 Mpa), mientras tanto que, usando roca triturada de grosor no mayor a 3/8", los importes conseguidos presentaron un cambio de (4.50 a 5.08 Mpa).

JULCANI IBARRA, Sedequias (2018), en su tesis titulada “Comportamiento del Concreto Permeable Utilizando Agregados Andesíticos en la Urbanización El Trébol, Huancayo” - Universidad Peruana Los Andes, fijó como propósito principal precisar la conducta del hormigón permeable empleando materiales andesíticos en la Urbanización El Trébol, Huancayo. Por lo que la metodología utilizada en este estudio fue aplicada y descriptiva y su diseño de investigación fue Experimental – Transversal. Se trabajaron las particularidades del material, diseño de mezcla y sus evidencias de permeabilidad y tenacidad a la compactación. Como resultado que el proceder del hormigón permeable usando complementos andesíticos. Ya que su empleo como aditivo mejora la tenacidad y la permeabilidad ubicándose en el interior del indicador según el reglamento ACI-522R.

TARIFEÑO FONSECA, Branco Yeltsin (2018) “Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018” - Universidad Señor de Sipán. La siguiente tesis tuvo como propósito primordial valorar las cualidades del hormigón permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018. El tipo de estudio fue experimental y su diseño es cuantitativo. Tal investigación surgió a consecuencia, de la dificultad que se manifiesta dentro del territorio de Lambayeque que tiene como importante inquietud el fenómeno del niño, tiempo en el que ocurren largas lluvias, las cuales causan grandes e inevitables empozamientos de agua, originando acumulaciones en la cabida de los pavimentos, por lo que trae interesantes consecuencias y riesgos a la presentación de peligros en el transitar diario de los usuarios tanto a nivel peatonal como el vehicular; adicionalmente al daño del pavimento existente.

Se presentan los antecedentes locales para el argumento de la tesis de los siguientes autores.

CASTILLO CORONADO, Karen y SAAVEDRA CÓRDOVA, Camila Coral (2021), en su tesis denominada “Diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido, Piura 2021” - Universidad Cesar Vallejo, su objetivo primordial fue diseñar una mezcla de hormigón permeable para el empleo en los pavimentos rígidos, con referencia a la metodología empleada fue de tipo aplicada, el diseño es no experimental – transversal, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo, para llegar a obtener su finalidad primordial, se ejecutó 3 diseños de mezcla de hormigón permeable. Lo que dio como resultado aprobatorio en resistencia y permeabilidad solo un diseño; por lo que los demás diseños no aprobaron los parámetros deseados, para ello se realizaron pruebas granulométricas, aguante a la resistencia a la compresión y permeabilidad, consecuentemente se realizó una comparación sobre precios unitarios entre un hormigón convencional y el hormigón permeable óptimo, de esta forma dio como resultado, que el hormigón permeable óptimo diseñado en la presente tesis es de 93% de incidencia en piedra y 7% de arena, con una resistencia de mayor a 210 kg/cm² y un coeficiente de permeabilidad de 20.23%, el cual puede ser empleado en vías con poco tránsito debido a estos factores, y el agua acumulada sea reusada con buenos propósitos.

GUERRERO BAYONA, Juan Deyvis y RAMIREZ MELENDREZ, Luis Ignacio (2020), efectuaron la tesis “Diseño de mezcla de un Concreto Permeable utilizando Residuos de Construcción y Demolición en el sector la sullanera de la carretera Canchaque - Huancabamba” - Universidad Cesar Vallejo. El objetivo principal es hallar un moderno método de diseño de mezcla de hormigón permeable empleando restos constructivos y voladuras, los cuales obedezcan las características físicas y químicas de un hormigón tradicional permeable, con la finalidad que logre aprovecharse en cubiertas de rodadura, u otro aprovechamiento a donde se presente contenido de líquido. Se efectuó un diseño empírico con un modelo representativo y razonable. En esta persecución de cada uno de los resultados se realizarán 36 ejemplares más 3 complementarias que nos facilitará contemplar el esfuerzo máximo de un hormigón permeable, además se realizó múltiples dosificaciones en pesos de agregado natural y agregado reciclado, los parámetros o criterios fueron tomados por el reglamento ACI 522R - 10.

LAMA LOPEZ, Doris Dusley y MEDINA CASTILLO, Kevin (2020), elaboró la tesis denominada “Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en la ciudad de Piura. Piura. 2020” - Universidad Cesar Vallejo. Su propósito principal fue fabricar adoquines de hormigón permeable, para emplearse en pavimentos poco transitables en vías de la localidad Piurana. La metodología que se utilizó cumple una clase de investigación aplicada, cuyo diseño es experimental puro, la población estudiada fueron las probetas de hormigón, se trabajaron con 12 especímenes de concreto y el método empleado fueron los estudios de resistencia a la compactación y permeabilidad, el cual en forma de evidencias de laboratorio fue el dispositivo para la recolecta de información. Donde los productos alcanzados del diseño de mezcla, cuya relación a/c 0.30, las estimaciones en volumen por saco de cemento fueron: 0.6 pie³ de agregado fino, 0.9 pie³ de agregado grueso, 13.2 lt. de líquido y 70.80 ml de aditivo plastificante. Esta dosificación nos generó como producto la resistencia a la compresión de 385 kg/cm² concretando con lo dispuesto por la ordenanza en suelos municipales aplicado sobre tierras locales. La permeabilidad presentó una estimación de $K = 0.000337$ cm/s, por lo que no cumplió con lo dispuesto por ACI - 522R.

Por consiguiente, se menciona toda la información vinculada al tema de investigación, definiendo las variables y dimensiones, la cual son: Diseño de mezcla, concreto permeable; materiales, cantidades y propiedades del hormigón permeable.

El hormigón permeable se caracteriza por brindar la filtración del agua cuando se presentan las precipitaciones pluviales, sirviendo como una alternativa para controlar los escurrimientos en la superficie de rodadura, de esta manera se evitará el colapso y deterioro de la vía.¹

¹ (Concreto poroso o permeable, versión 2017 pág. 2)

Su función radica a partir del momento en el que el agua ingresa a la estructura (concreto permeable) y luego baja a la base granular para después entrar al suelo natural.

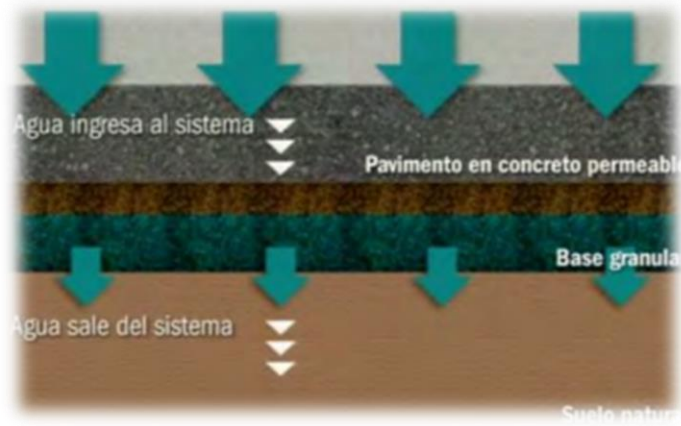


Figura 1. Funcionamiento del concreto poroso.

Fuente: (Toxoment, 2017, pág. 2)

Este concreto principalmente se usa en pavimento de pavimentos de bajo volumen de tránsito, estacionamientos, canchas deportivas, ciclovías, parques, caminos para peatones, patios y jardines.²

“Permeable” procede del latín permeabilis, penetrable, y significa algo que puede ser atravesado o traspasado por un líquido o fluido. Y que, por tanto, es cualidad de permeable.³

² (Norma ACI 522R-10, 2011 pág. 3)

³ (Diccionario de la lengua española, 2001)

Permeabilidad tiene la característica de poseer un material para que un fluido pase a través de su estructura sin modificarlo o dañarlo. Se afirma que un material es permeable si transcurre una considerable parte del líquido en un tiempo determinado. La rapidez con la que pasa el líquido, dependerá del porcentaje de porosidad que tenga este material, y también de la densidad del fluido teniendo en cuenta la temperatura y la presión a la que se encuentra sujeto.

Así pues, permeable es aquel que puede ser atravesado por el agua u otro líquido, además a nivel científico permeabilidad es la capacidad que posee un material para que un líquido fluya a través de este, cabe recalcar que también existen modelos alternativos de tipo “es más permeable, aquel que más absorbe” o también “permeabilidad es la capacidad de absorber (o de retener) el agua”.



Figura 2. Permeabilidad de un espécimen.

Fuente: (Especialistas Petroleros Mexicanos A.C 2019.)

Por otra parte, el concreto permeable posee propiedades la cual se clasifican en: condición fresca y condición endurecida.

Dentro de la condición fresca del concreto permeable se tienen las siguientes propiedades: la consistencia y peso volumétrico; y la relación contenida de huecos de aire-peso volumétrico.

Para hallar la **consistencia**, se debe aplicar la prueba de revenimiento definida como la diferente altura que hay entre el lado superior del molde, con el lado superior de la mezcla fresca del concreto de ahí se asienta posteriormente de

apartar el molde, la cual esa medida se manifiesta en cm y cambia según la fluidez de la mezcla de concreto, todo ello cuando se emplea el método del cono de Abrams. Pero cuando hablamos de concreto poroso esa diferencia de medida es casi siempre cero; no obstante, se han empleado valores con un rango entre 20 a 50 mm.

Esta prueba del revenimiento se lleva a cabo acorde con lo establecido en este caso la norma ASTM C143, cabe resaltar que el revenimiento no viene a hacer una prueba que se considere como propósito para el control de la calidad, como es en el uso del concreto convencional, en este tipo de concreto permeable sólo se tiene en cuenta para referenciar un valor, por la razón principal que, la mezcla es bastante rígida y además que medida del revenimiento por lo general en los casos no es aplicable. ⁴

En el **peso volumétrico** en un concreto permeable será alrededor de 70 % del orden del de un concreto convencional, por ende, el peso volumétrico del hormigón está sujeto al porcentaje de vacíos que varía entre los 1600 a 2000 kg/cm³. ⁵

Y para hallar la **relación contenida de huecos de aire-peso volumétrico** se determina por el porcentaje del aire que directamente se relaciona con el peso volumétrico de la mezcla de concreto permeable. El vacío de aire se sujeta a varias causas como puede ser la granulometría del agregado, relación de agua cemento, contenido del material y la fuerza de compactación por lo que tiene que ver con el contenido de vacíos del aire y con el peso volumétrico.

Y para el tiempo de fraguado en este concreto poroso se reduce, por lo que se recomienda que en ciertos casos se deben utilizar algunos aditivos químicos para lograr aplicar una cómoda colocación.

Dentro de la condición endurecida, se tienen las siguientes propiedades: la permeabilidad y la resistencia a la compresión.

⁴ (Norma ASTM C143 pág. 7)

⁵ (Norma ASTM C 29)

La **permeabilidad** que es una dimensión de los espacios vacíos entre los materiales. Existe una condición para que el concreto logre ser permeable; el cual es que el contenido de vacíos supere al 15% vacíos de esa manera estaría cumpliendo su principal función; absorber al agua mediante esos vacíos, sin embargo, resta resistencia a la compresión, por lo que se debe de tener en cuenta que exista proporcionalidad en la mezcla tanto con la filtración como también con la resistencia de compresión aceptable.

En la permeabilidad del hormigón poroso se conocerá el coeficiente de permeabilidad que se determina mediante permeámetros de carga variable, para ello se inicia midiendo el tiempo que demora en pasar el agua entre dos marcas, el líquido fluirá a través de muestras (probetas) de 10 cm de diámetro y 15 cm de alto, cabe resaltar que la permeabilidad de las mezclas se considera deficiente cuando el tiempo que se midió esta por arriba de los 200 segundos y eficiente cuando es menor que 100 segundos.

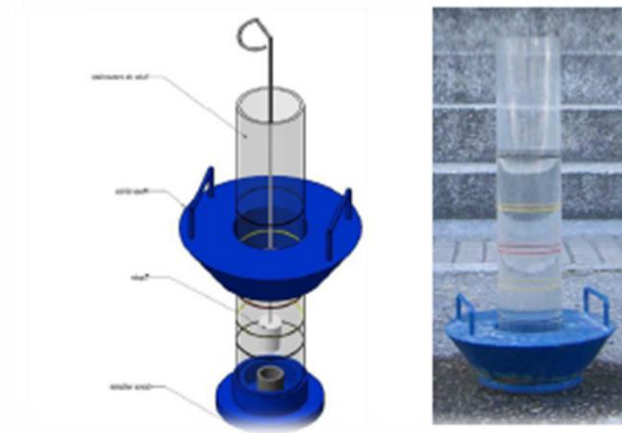


Figura 3. Ensayo de permeabilidad con el permeámetro.

Fuente: (Control de calidad y colocación de concretos permeables, 2010).

Finalmente se determina el coeficiente a través de la ley de Darcy:

$$\text{Coeficiente de permeabilidad}(k) = 2.3 * \frac{a*L}{A*t} * \text{Log}\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

Donde:

K= coeficiente de permeabilidad (cm/s).

t= tiempo (s).

L= longitud de muestra (cm).

A= área de la muestra (cm²).

a= área de la tubería de carga (cm²).

h1= altura de agua medida desde la parte superior de la muestra (cm).

h2= altura medida desde la salida de la tubería de agua hasta superficie de la muestra (cm).

El coeficiente o capacidad de permeabilidad del concreto permeable se encuentra entre 0.2 y 0.54 cm/s. ⁶

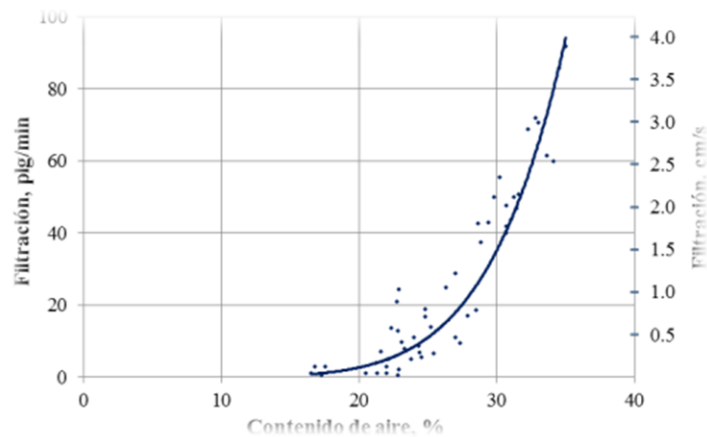


Figura 4. Relación entre el contenido de aire y la tasa de percolación.

Fuente: (Meininger 1988)

⁶ (Norma ACI 522R-10, 2010)

En el caso de la permeabilidad, que del mismo modo que la porosidad dependerá de las características que poseen los materiales a usar, la cantidad y/o dosificación de la mezcla y los diferentes métodos en cuanto a colocación y compactación. Es importante tener cuidado con la excesiva compactación porque reducirá el porcentaje de permeabilidad al tapar los poros existentes para llevar a cabo la filtración del agua.

La **resistencia a la compresión** del concreto es una propiedad física y fundamental, es la máxima resistencia que puede llegar una muestra de concreto, el cual es expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm^2) a una edad de 7, 14 y 28 días, posee una nomenclatura de ($f'c$). Es determinada mediante probetas que son colocadas en la prensa hidráulica bajo una carga de esfuerzo a través del aplastamiento que se le es sometida hasta que la probeta falle. Esta resistencia se ve influenciada por los componentes que poseen los materiales, ya sea por el contenido de vacíos y/o por el esfuerzo de compactación. ⁷



Figura 5. Resistencia a la compresión a través de la prensa hidráulica.

Fuente: (Elaboración propia).

⁷ (Norma ASTM C39)

Para que la resistencia a la compresión que se conseguirá sea la correcta debe de cumplir una condición de porcentaje de resistencia requerida según las edades 7, 14 y 28 días, lo cual se determina mediante la siguiente fórmula resistencia requerida:

Tabla 1. Ecuación para determinar el porcentaje de resistencia requerida (%).

ECUACIÓN PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE DE RESISTENCIA REQUERIDA (%)
$\text{Porcentaje de resistencia requerida (\%)} = \frac{1.35(U) + 10}{U + 20} * 100$
Donde: U=EDAD

Fuente: (Elaboración propia)

La condición de porcentaje requerido para que el concreto sea el correcto:

A los 7 días debe de estar por igual o más que el 75% de resistencia requerida, para los 14 días mayor o igual al 85% y a los 28 días mayor o igual al 100%.

Tabla 2. Porcentaje de resistencia requerida (%).

EDAD	% DE RESISTENCIA REQUERIDA
7 DIAS	75%
14 DIAS	85%
28 DIAS	100%

Fuente: (Elaboración propia).

Sabemos que el diseño de mezcla, es aquel que consta de tomar medidas proporcionales de los materiales de constructivos como son cemento, agregado grueso, agua, aditivos y agregado fino, los cuales intervienen en la unidad cubica de concreto, por lo que se tiene que trabajar con mejores condiciones donde presenten consistencia en estado fresco, resistencia y durabilidad en su estado duro.⁸

Asimismo, el diseño de mezcla de concreto permeable está constituido por agua, cemento, agregado grueso y poco o casi nada de agregado fino, con la finalidad de obtener un concreto con vacíos ello debido a la falta de agregado fino, logrando que el agua transcurra a través de esos vacíos o también llamados “poros” conectados entre sí, con aberturas de 2 y 8 mm, funcionando como un filtro natural. La capacidad de vacíos que logra que el agua sea traspasada, comprende entre el de 15 a 35% caracterizada por una resistencia en concreto entre los 28 y 280 kg/cm². Dicha permeabilidad se halla aproximadamente entre los 81 y 730 l/min/m² solicitando la dimensión de los agregados y la densidad de la mezcla.⁹



Figura 6. Textura del diseño de mezcla de concreto permeable.

Fuente: (Report on Pervious Concrete ACI 522R-10).

⁸ (Norma ACI 211)

⁹ (Amorós, Bendezú, 2019 pág.10)

A continuación, se definirá los materiales a usarse en un concreto permeable:

El cemento portland es aquel cemento hidráulico conformado ante todo con silicatos hidráulicos de calcio. Este cemento va a fraguar y endurecerse a causa de la reacción química que tiene con el agua. Cuando se ejecuta esa reacción, conocida por la “hidratación”, este material se mezcla con el agua para crear una masa parecida a una piedra, llamada pasta. ¹⁰

El agregado grueso se conforma por piedra chancada, grava, concreto reciclado o también la combinación de ellos. Este agregado debe estar libre de polvo o arcilla, u otros agentes químicos que puedan afectar de una forma negativa la cohesión o unión de la pasta, eliminando la hidratación del cemento. ¹¹

Para que sea el correcto agregado grueso, tienen que ser retenidos en la malla N°4 determinado mediante el ensayo de análisis granulométrico, el cual solo se aplica a una cantidad del agregado, y las condiciones y requerimientos que se le exige deberán ser efectuados según lo estipulado en las especificaciones técnicas de la norma.

El agregado fino para ser el correcto tiene y debe pasar por el tamiz 9.5 mm de (3/8 pulg), la cual proviene de arenas limpias o el chancado de rocas, rocas. ¹²

En el concreto permeable el uso del agregado fino es en poca cantidad o a veces casi nada porque involucra la interconexión del sistema de poros o vacíos, pero en pocas cantidades del agregado fino aumenta la resistencia a la compresión.

Para el agua los requisitos básicos son los mismos al de un concreto convencional. Los con hormigones porosos deben contar con una relación agua y cemento, mayormente oscila de 0.26 a 0.40, puesto que mucha cantidad de agua ocasionaría el drenado de la mezcla y consecuentemente el tapado de los poros (vacíos).¹³

¹⁰ (Portland Cement Association, 2004 pág. 25)

¹¹ (Jacinto Aquino Jorge, 2021 pág. 24)

¹² (Norma ACI 522R-10)

¹³ (Norma AASHTO M-157)

De la misma manera se considera realmente importante la calidad de los materiales en el diseño de mezcla, dado que reduciría el riesgo de futuras fallas en la estructura y sobre todo que cumpla con la resistencia y porosidad que es clave fundamental para este concreto permeable. Es por ello que si se quiere obtener resultados buenos se debe de invertir en agregados de alta calidad y que sean extraídos de canteras reconocidas por sus niveles altos en cuanto a la calidad de los materiales que brindan.

A su vez las características más considerables de los agregados a tomar en cuenta son, porcentaje de humedad, análisis granulométrico, peso unitario suelto y compactado, peso específico y absorción.¹⁴

El porcentaje de humedad o también llamado contenido de humedad del agregado se determina mediante las medidas que son estipuladas en la norma NPT 339.185.

15

Esto únicamente porque el agregado posee poros y al tener contacto con la intemperie están siempre llenos con agua y por ende toma un porcentaje de humedad, esto también es llamado “humedad higroscópica” que básicamente es la humedad natural que posee el ambiente. Así pues, lo que viene a ser de gran importancia pues con el conseguiríamos saber cuánto de agua nos aporta a la mezcla. El agregado aparentemente se va a mostrar seco, pero no es así por lo mencionado anteriormente es por eso que se lleva a cabo la determinación del porcentaje de humedad.¹⁶

Esta prueba consiste en llevar una muestra de agregado a un proceso de secado mediante un horno a 110 °C y comparar su peso antes del secado y después del secado, para determinar su contenido de humedad total mediante la siguiente formula:

¹⁴ (Palacios, 2018 pág. 33)

¹⁵ (Norma NPT 339.185)

¹⁶ (Norma técnica colombiana #1776)

$$P = \left(\frac{W - D}{D} \right) * 100$$

Donde:

P: porcentaje de humedad (%)

W: peso inicial de la muestra (g)

D: peso de la muestra seca

Los equipos a utilizar es la balanza, cucharones, fuentes y el horno.

La cantidad pequeña de la muestra del material húmedo elegido como representante de la muestra total, en caso no se tome la muestra total, será según a lo siguiente. ¹⁷

Tabla 3. Masa mínima recomendada de espécimen.

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0,1%	a ± 1%
2 mm o menos	2,00 mm (Nº 10)	20 g	20 g *
4,75 mm	4,760 mm (Nº 4)	100 g	20 g *
9,5 mm	9,525 mm (3/8")	500 g	50 g
19,0 mm	19,050 mm (3/4")	2,5 kg	250 g
37,5 mm	38,1 mm (1 1/2")	10 kg	1 kg
75,0 mm	76,200 mm (3")	50 kg	5 kg

Fuente: (Manual de ensayo de materiales, 2016).

El análisis granulométrico es un método para determinar la distribución de la dimensión de cada partícula de agregado y obtener los porcentajes retenidos en cada tamiz, y consiste en separar una muestra de agregado seco, previamente con

¹⁷ Manual de ensayo de materiales, 2016 pág. 50)

un peso conocido mediante una serie de tamices que van gradualmente de mayor a menor. ¹⁸

En lo que respecta a los agregados destinados para el diseño de un hormigón poroso, el tamaño del agregado grueso mayormente es de un solo tamaño o debe oscilar entre $\frac{3}{4}$ y $\frac{3}{8}$ pulgadas (9,5 mm a 19 mm), además la forma que debe de poseer son tipos redondos y chancados. En el caso del agregado fino lo que se recomienda es que su uso sea solo uno o en porcentajes mínimos, de esa forma no afecta al sistema poroso por el que se caracteriza. ¹⁹

La gradación del agregado fino deberá cumplir unos ciertos parámetros según el ASTM C33, gradación C tal y como se estipula en siguiente tabla:

Tabla 4. Gradación del agregado fino.

MALLA	GRADACIÓN
3/8"	100
#4	95 – 100
#8	80 – 100
#16	50 – 85
#30	25 – 60
#50	10 – 30
#100	2 – 10

Fuente: (Castillo y Saavedra, 2021 pág. 26).

La gradación del agregado grueso deberá cumplir con unos límites según el ASTM C33, Serie 57 descritos en la siguiente tabla:

¹⁸ (Norma NTP 400.012, 2001 pág.3)

¹⁹ (Report on Pervious Concrete ACI 522R-10, 2010)

Tabla 5. Gradación del agregado grueso.

MALLA	GRADACIÓN
1"	95 – 100
3/4"	65 – 85
1/2"	25 – 60
3/8"	18 – 44
#4	0 – 10
#8	0 – 5

Fuente: (Castillo y Saavedra, 2021 pág. 26).

Los equipos a utilizar son, balanza con una exactitud de 0.1 %, horno, y los tamices según la **tabla 2 y 3**.

Las mallas o tamices se utilizan para dividir los granos de los agregados en varias fracciones de tamaño. De esta manera, se brindará seguridad al momento de ejecutar el diseño de hormigón permeable, y todo ello se hace de acuerdo a la norma ASTM C33 donde establece distintos parámetros que se debe de respetar.²⁰



Figura 7. Mallas o tamices.

Fuente: (Lama y Medina, 2020).

²⁰ Norma ASTM C33

Asimismo, el análisis granulométrico se determina según las siguientes formulas:

Tabla 6. Ecuación para determinar el porcentaje retenido (%).

ECUACIÓN PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE RETENIDO (%)	LEYENDA
$\% \text{ Retenido} = \left(\frac{PR}{PI} \right) * 100$	PR= Peso retenido
	PI= Peso inicial

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Ecuación para determinar el porcentaje retenido acumulado (%).

ECUACIÓN PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO (%)
$\% \text{ RetenidoAcumulado} = \sum \% \text{ retenido}$

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Ecuación para determinar el porcentaje que pasa acumulado (%).

ECUACIÓN PARA DETERMINAR EL PORCENTAJE QUE PASA ACUMULADO (%)
$\% \text{ que pasa Acumulado} = 100 - \% \text{ retenido acumulado}$

Fuente: Elaboración propia.

Y para finalizar con el análisis granulométrico, se debe determinar el módulo de fineza o finura, que consiste en calcular la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en los tamices menores y dividiendo la suma total entre 100.

El módulo de fineza se determina de la siguiente manera:

Tabla 9. Ecuación para determinar el módulo de finura.

ECUACIÓN PARA DETERMINAR EL MÓDULO DE FINURA
$Mf = \frac{\sum 50 + N^{\circ}100\% \text{ retenido acumulado } (6+3 + 1\frac{1}{2} + 3/4'' + 3/8'' + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}100}{100}$

Fuente: Elaboración propia.

El peso unitario suelto es una metodología de prueba que determina la densidad de la masa (peso unitario) del agregado con una condición básicamente suelta, calculando vacíos entre las partículas del agregado. ²¹

Este peso es aquel que alcanza un volumen unitario determinado, para efectuar las proporciones del diseño de mezcla de concreto poroso, pero por volumen.

Los materiales a utilizarse son, recipiente (molde de metal), balanza, agregados (muestras secas), regleta para enrazar, cucharon y brocha para limpiar el molde.

El peso unitario compactado es cuando cada una de las partículas han sido sometidas a los esfuerzos de compactación, de esa manera se incrementa el grado de acomodamiento de cada partícula del agregado y por ende el valor del peso unitario.

Los materiales a utilizarse son, recipiente (molde de metal), balanza con precisión 0.1 g, agregados (muestras secas), regleta para enrazar, cucharon, varilla para compactar y brocha para limpiar el molde.

²¹ (Norma ASTM C29/29M)

Asimismo, el peso unitario suelto o compactado se determina mediante las siguientes fórmulas:

Tabla 10. Ecuación para determinar el peso unitario suelto o compactado.

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO SUELTO O COMPACTADO (g/cm ³)	PROPIEDADES
$\text{Peso unitario} \left(\frac{g}{cm^3} \right) = \frac{PMSM - PM}{V}$	PM: Peso del molde (g)
	PMSM: Peso de muestra seca + peso de molde (g)
	PMS: Peso de muestra seca (g)
	V: Volumen de molde (cm ³)
	P: Peso unitario (g/cm ³)

Fuente: Elaboración propia.

El peso específico, esta prueba de ensayo nos va a permitir conocer el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de los agregados tanto del grueso como el fino, lo cual es esencial e importante determinarlos para obtener los pesos que ocupara el agregado en el concreto para después elaborar nuestro diseño de mezcla. ²²

De la misma manera, la absorción va ayudar a encontrar el peso del agregado y la precisa medida de líquido que se utilizará en la mezcla de hormigón permeable.

En la realización de este ensayo se van a utilizar estos implementos: canastilla de alambre, balanza 1 gr. Cucharon del aluminio, depósito de agua, estufa o horno, y un cucharon de aluminio.

²² (Norma NTP 400.021)

En el caso del **agregado grueso**, los pesos específicos se determinan con las siguientes fórmulas:

Tabla 11. Ecuación para determinar el peso específico de masa (P_{em}).

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO DE MASA (P_{em})	PROPIEDADES
$P_{em} = \frac{A}{B - C} * 100$	A= Peso seco del suelo (en horno a 110 °C +- 5°C) superficialmente seca del
	B= Peso saturado superficialmete seco del suelo (SSS*)
	C=Peso sumergido del suelo SSS*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Ecuación para determinar el peso específico de masa saturada con superficie seca (P_{esss}).

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (P_{esss})	PROPIEDADES
$P_{esss} = \frac{B}{(B - C)} * 100$	A= Peso seco del suelo (en horno a 110 °C +- 5°C) superficialmente seca del
	B= Peso saturado superficialmete seco del suelo (SSS*)
	C=Peso sumergido del suelo SSS*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Ecuación para determinar el peso específico aparente (P_{ea}).

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO APARENTE (P_{ea})	PROPIEDADES
$P_{ea} = \frac{A}{(A - C)} * 100$	A= Peso seco del suelo (en horno a 110 °C +- 5°C) superficialmente seca del
	B= Peso saturado superficialmete seco del suelo (SSS*)
	C=Peso sumergido del suelo SSS*

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Ecuación para determinar la absorción (%).

ECUACION PARA DETERMINAR LA ABSORCIÓN (%)	PROPIEDADES
$Ab(\%) = \frac{(B - A)}{A} * 100$	A= Peso seco del suelo (en horno a 110 °C +- 5°C) superficialmente seca del
	B= Peso saturado superficialmete seco del suelo (SSS*)
	C=Peso sumergido del suelo SSS*

Fuente: Elaboración propia

Para el **agregado fino** se emplearon las siguientes fórmulas:

Tabla 15. Ecuación para determinar el peso específico.

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO (P_{em})	PROPIEDADES
$P_{em} = \frac{A}{B + D - C}$	A= Peso de la muestra (gr)
	B= Peso de la fiola + agua (gr)
	C= Peso de la fiola + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)
	D= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Ecuación para determinar el peso específico saturado superficialmente seco (PSSS).

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO (PSSS)	PROPIEDADES
$PSSS = \frac{D}{B + S - C}$	A= Peso de la muestra (gr)
	B= Peso de la fiola + agua (gr)
	C= Peso de la fiola + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)
	D= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Ecuación para determinar el peso específico aparente.

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO ESPECIFICO APARENTE (P_{ea})	PROPIEDADES
$P_{ea} = \frac{A}{B + A - C}$	A= Peso de la muestra (gr)
	B= Peso de la fiola + agua (gr)
	C= Peso de la fiola + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)
	D= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Ecuación para determinar la absorción.

ECUACION PARA DETERMINAR LA ABSORCIÓN	PROPIEDADES
$Abs(\%) = \frac{(S - A)}{A} * 100$	A= Peso de la muestra (gr)
	B= Peso de la fiola + agua (gr)
	C= Peso de la fiola + muestra saturada superficialmente seca + agua (gr)
	D= Peso de la muestra saturada superficialmente seca (gr)

Fuente: Elaboración propia.

Lo antes mencionado es un modo o una manera de lograr conocer y evaluar el material para que posteriormente sea trabajado por un especialista en concreto y que este cumpla a lo estipulado en las especificaciones técnicas de la norma.

Como siguiente, se expone los pasos del mezclado de concreto según lo establecido en la norma NTP 339.183:

- 1) Mojar o humedecer el mezclador para prevenir que reste líquido o agua a la mezcla.
- 2) Previamente encendido el trompo; incorporar los agregados tanto grueso como fino y a la vez un poco de agua. Empezar a rotar el trompo por un periodo de tiempo de un minuto con la única finalidad de lograr una mezcla homogénea y permitir que el agregado alcance un aspecto seco.
- 3) Incorporar el cemento y agua, luego que todos los ingredientes se encuentren en el trompo (mezcladora) y mezclar por un tiempo de tres minutos aproximadamente.
- 4) Si bien es cierto, la norma menciona que el concreto se debe dejar reposar por un tiempo de 3 minutos para prevenir un falso fraguado, en este tipo de concreto permeable por lo mismo de ser una mezcla seca este fenómeno se presenta mucho antes, por esa razón el periodo de reposo dura solo 2 minutos.
- 5) Terminado el minuto de descanso, se lleva a cabo un mezclado final que consta de 2 minutos con el fin de evitar el falso fraguado.²³

Existen dos opciones de ejecutar un mezclado: una es de forma manual o empleando equipo mecánico. Sin embargo, se recomienda trabajar con el equipo mecánico (mezcladora o trompo), con la finalidad de lograr una mezcla óptima.

²³ (Norma NTP 339.183)



Figura 8. Formas de Mezclado.

Fuente: (Aceros Arequipa).

Pese a ello se recomienda que la que mezcladora esté funcionando correctamente para evitar que falle durante el mezclado, debe instalarse sobre un terreno plano y horizontal y cerca del lugar de donde se va a vaciar, debe estar abastecida de combustible, y por último se debe de respetar la capacidad máxima que recomienda el fabricante.



Figura 9. Mezcladora.

Fuente: (Aceros Arequipa).

Dentro de otra teoría en nuestra investigación tenemos el término Cantera que se llama al lugar donde se encuentran los materiales explotados que posteriormente será utilizados en el ámbito de la construcción, y entre ellos se tiene piedra, arena, hormigón, etc.

Las canteras son una materia fundamental de materiales pétreos que serán utilizados como insumos principales en el sector de la construcción de obras, estructuras entre otros.

Por ser fuente primaria en la ejecución obras de construcción, su valor económico va a representar un factor muy significativo en el precio total de todo el proyecto.

En Sullana hay muchos lugares de donde se extrae o saca el material para la construcción, entre las más resaltadas están la cantera de Santa Cruz, Cantera de Sojo, Cantera de Jibito y la cantera de Cerro Mocho.

La cantera de Santa Cruz se encuentra ubicada en el distrito de Miguel Checa perteneciente a Sullana con una distancia de 2.3 km hacia al norte donde se encuentra el rio Chira. Su material de extracción es el agregado fino y grueso.

La cantera de Sojo se encuentra ubicado en el distrito de Miguel Checa, perteneciente a la provincia de Sullana. Su material de extracción es agregado fino y grueso.



Figura 10. Cantera “Agregados Saint Thomas SAC” - Sojo.

Fuente: Elaboración propia.

La cantera de Jibito desde el año 2000 mil viene operando hasta la actualidad y dispone una extensión aproximada de 20 hectáreas. Su tipo de explotación es como cantera a cielo abierto y su material de extracción son agregados como arena fina y gruesa; piedra. Además, saca material redondeado y también piedra chancada, garbancillo, arena fina y arena gruesa, over, además de afirmado que se encuentra en la primera capa del suelo. Lo cual se retira solo con maquinaria pesada (cargadores frontales, volquetes), teniendo una producción entre los 100 m³ por día.

La cantera de Cerro Mocho se encuentra ubicada a 25 km. de la ciudad de Sullana, distrito de Ignacio Escudero. Su material de extracción es el agregado fino. La Granulometría se determina por ensayos y pruebas llevadas al laboratorio y tiene como principal finalidad de establecer una granulometría de los áridos de aun 90 mm por medio de la separación o partición con fila de cadena de tamices donde se obtendrá partes, pero de tamaño decreciente. Para esto norma detalla de manera cuantitativa y para la distribución las dimensiones de las partículas superiores a 75 µm, conservadas en el tamiz No. 200, lográndose por tamizado, sin embargo, para la distribución de las dimensiones de las partículas inferiores a 75 µm, se logra por un procesamiento de sedimentación utilizando un hidrómetro.²⁴

Las normativas que se emplearon durante la investigación de este trabajo fueron las siguientes:

Comité American Concrete Institute (ACI 522R-06), "Propiedades mecánicas del concreto poroso", esta norma nos provee la información técnica sobre el método de diseño, propiedades del concreto, su aplicación, dosificación, ensayos del laboratorio, métodos constructivos.

Comité American Concrete Institute (ACI 211.3R-02), "Guía para la selección de proporciones para el concreto poroso", esta normativa proporciona información precisa para las proporciones y/o dosificaciones para la elaboración de la mezcla de concreto permeable, presentando gráficos y tablas que contienen los parámetros que se deben de cumplir para este diseño como el volumen de la mezcla,

²⁴ (Trujillo, Valero, & Lozano, 2015).

proporción de agregado grueso y el agregado fino, cantidad y el tamaño máximo nominal que se necesita.

American Society For Testing Materials (ASTM C115), esta norma proporciona todos los requerimientos, componentes y parámetros para elaborar un concreto hidráulico.

American Society For Testing Materials (ASTM.150), “Especificaciones y normativas para cemento portland”, Esta normativa contiene información del cemento portland como material cementante y sus usos como principal material, además sus tipos y aplicaciones de cada cemento.

American Society For Testing Materials (ASTM.C33), “Especificaciones de los agregados el para el concreto”, Esta norma estipula las obligaciones y condiciones en tanto a la granulometría y calidad del agregado grueso y fino para la elaboración del concreto permeable. En cuanto a la granulometría para este concreto se utiliza para el agregado grueso un tamaño entre $\frac{3}{4}$ ” y $\frac{3}{8}$ ”.

American Society For Testing Materials (ASTM.C09.49), “Agregados para Concreto permeable”, Esta normativa se aplicó para obtener si es que el concreto permeable tiene o no segregación en su estado fresco.

American Society For Testing Materials (ASTM.C1688), “Ensayo para la densidad y el contenido de vacíos del concreto poroso en estado fresco”, Esta norma proporciona el peso unitario y contenido de vacíos en el concreto.

Norma técnica peruana (NTP 400.021), “Prueba de ensayo para hallar el peso específico y absorción del agregado”, esta norma técnica consiste en el procedimiento para calcular el peso específico seco, el peso específico aparente, el peso específico saturado con su superficie seca y la absorción de los agregados.

Norma técnica peruana (NTP 400.012), “Análisis granulométrico de los agregados”, esta norma técnica nos provee la determinación de la distribución del tamaño máximo nominal de cada agregado por el tamizado.

Norma técnica peruana (NTP 339.183), Esta norma presenta la elaboración y el curado de pruebas de concreto a través del laboratorio.

Norma técnica peruana (NTP 339.088, 2006), presenta las condiciones en cuanto a la relación de agua y cemento que se necesita para la mezcla del concreto permeable de cemento portland.

Norma técnica peruana (NTP 339.034), “Prueba de ensayo para determinar la resistencia de compresión del concreto en muestras de probetas”

Norma técnica peruana (NTP 339.035), “Método de ensayo del asentamiento del concreto mediante el cono de Abrams”, Esta norma técnica determina la medición del asentamiento del concreto poroso en estado fresco.

Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE 2006 D.S N°011-vivienda, 05-03-2006. E.060), esta norma nos proporciona información acerca del concreto armado, detallando los materiales más usados para el concreto convencional.

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

La investigación aplicada tiene como objetivo crear conocimiento aplicándolo directamente a los problemas sociales. Esto se basa principalmente en los resultados tecnológicos de la investigación básica sobre el proceso de combinación de teoría y el producto.²⁵

Todo trabajo de investigación de tipo aplicada poseerá conocimientos tecnológicos y científicos actualizados o recientes, cuya principal finalidad es encontrar la solución a la problemática presentada.²⁶

El tipo de investigación del presente trabajo corresponde a una investigación aplicada, porque consistirá en base al problema identificado y conocido por nosotros como responsables de su elaboración, desarrollar y poner en práctica los conocimientos adquiridos, y detallados en los estudios y documentación bibliográfica revisada al respecto, con la finalidad de encontrar una alternativa técnica factible de utilizar y de encontrar respuesta a posibles aspectos de mejora en situación de la vida cotidiana.

El enfoque cuantitativo se interesa en recopilar y generalizar datos numéricos entre grupos o explicar un fenómeno en particular, a través de encuestas, cuestionarios o técnicas informativas a fin de confirmar la hipótesis con criterios referente a la medida numérica y en cuanto también a la estadística.²⁷

Según los análisis a que se someterán los datos obtenidos en laboratorio, y a los resultados cuantificables en cantidades que se van obtener por insumo, este corresponde a un enfoque cuantitativo, cuyo enfoque deductivo permitirá comprobar lo descrito en la teoría.

²⁵ (Lozada 2014, pág. 1)

²⁶ (Cegarra, 2004 pág. 42)

²⁷ (Arteaga (2020, pág. 1)

La investigación pre-experimental es aquel en el que el investigador intenta semejarse al estudio experimental, pero carece de controles necesarios para garantizar la validez interna.²⁸

En lo que respecta al diseño de investigación, el tema a desarrollar corresponderá al de un Diseño Pre-experimental, porque durante los ensayos de laboratorio que vamos a efectuar se realizará la manipulación de insumos, para analizarlas y obtener datos cuantificables.

Se considera una tesis pre experimental, porque no contará con los medios oficiales autorizados que validen los resultados de la misma.

3.2 Variable y Operacionalización

La operacionalización de variables es un proceso que desagrega todos los elementos y conceptos teóricos con la finalidad de llevarlo de modo concreto, los acontecimientos producidos en la realidad y que de alguna forma van a representar a los conceptos teóricos, pero sin embargo se puede recoger y observar sus indicadores.²⁹

En resumen, se puede interpretar que la operacionalización de variables es un proceso donde el investigador lleva desde un plano de conceptos teórico a otro plano práctico, sustentado con detalles los conceptos teóricos y la medición de variables que han sido seleccionadas.

Las variables son puntos importantes dentro de los problemas de investigación lo cual presentan características y propiedades que posteriormente sin observadas para el correcto análisis.³⁰

²⁸ (Sáiz, 2018, pág. 10)

²⁹ (Silvestre, 2020 pág. 2)

³⁰ (Carrasco, 2005 pág. 219)

En esta investigación se consideran dos variables mencionadas a continuación:

Diseño de mezcla

Definición Conceptual: Consta en preparar una mezcla de hormigón en cantidades elementales y se calcula de diferentes formas.

Definición Operacional: El diseño de mezcla se ejecutará con materiales de calidad y previamente estudiadas sus características mediante ensayos de laboratorio.

Escala: Ordinal.

Concreto Permeable

Definición conceptual: El concreto permeable, conocido como concreto poroso, es de granulometría discontinua y de alta porosidad, que contiene: cemento, agregado grueso, agregado fino, aditivos y agua. Aquellos materiales permiten tener un material resistente con aberturas de 2 y 8 mm, pudiendo el agua infiltrarse fácilmente en él. Una de sus características principales se atribuye a su contenido de vacíos, el cual va de 15% a 35% y siendo su resistencia típica a la compresión de 28 a 280 kg/cm².³¹

Definición operacional: El concreto permeable a diseñar tendrá la capacidad de que el recurso hídrico o fluido filtre a través de la estructura sin modificarlo o dañarlo.

Escala: Ordinal.

3.3 Población muestra y muestreo

La población es un conjunto de características de todos los elementos que pretendemos estudiar, o sea, un grupo global por el que vamos a describir y establecer conclusiones.³²

³¹ (Gamarra, 2019, pág. 14)

³² (Enriquez y Villegas, 2021 pág. 44)

La población en el presente tema de investigación comprende las canteras de la ciudad de Sullana: Cerro Mocho (localidad de Ignacio Escudero), Sojo (localidad de Miguel Checa), lugares donde tomaremos los agregados que posteriormente se someterán a pruebas de ensayo para obtener las características que cumplan la Norma y así determinar el diseño de mezcla de concreto permeable.

La muestra es aquella que delimita la población para generalizar resultados y establecer parámetros.³³

La muestra para el presente tema de investigación es la mezcla de diseño de concreto permeable, que se obtuvo y por el cual se llevara en probetas (muestras) al laboratorio y determinar si cumple sus propiedades.

3.4 Técnicas e Instrumentos para la recolección de Datos

Técnicas

Para el presente trabajo de investigación, las técnicas que serán utilizadas destacan la búsqueda, revisión y análisis de material bibliográfico, para tener conocimiento del concreto permeable como alternativa en su uso para losas deportivas, estacionamientos, ciclovías, patios, caminos peatonales y pavimentos, la manipulación de los insumos durante los ensayos del laboratorio en la obtención de las características de los agregados que indica la norma y proceder a la dosificación de los insumos del concreto permeable, y la técnica de la observación para fines de determinar resultados, conclusiones y recomendaciones, del tema en investigación.

Como instrumentos a ser utilizados en la recopilación y análisis de datos, además de la bibliografía, comprenderá los equipos a utilizar en el laboratorio de suelos donde se llevarán a cabo los ensayos respectivos para la obtención del diseño de mezcla del concreto permeable materia de la investigación; tales como granulometría, ensayo de resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28, módulo de rotura y el ensayo de permeabilidad, a la edad de 28 días; información que será

³³ (Hernández, Fernández, Baptista, pág. 171)

procesada y registrada en los formatos de granulometría, de resistencia de concreto permeable.

- Bibliografía.
- Herramientas del laboratorio.
- Formato de granulometría.
- Probetas.
- Formato de datos de resistencia a la compresión.
- Formato de datos de permeabilidad.

3.5 Procedimientos

En la ejecución del presente tema de tesis, primero identificamos que uno de los problemas críticos y permanentes de la ciudad de Sullana, y podríamos afirmar que es generalizado a nivel del distrito, es lo concerniente a la losas deportivas, estacionamientos, ciclovías, patios, caminos peatonales y pavimentos, que además de estar ligado estrechamente a la carrera de la ingeniería civil, tendríamos como finalidad de darle una solución viable a los empozamientos y por ende a los daños que ocasionan estas lluvias y beneficiaria para la población, por lo que optamos a realizar un diseño de mezcla de concreto permeable. Para desarrollar el tema, primero se recopiló trabajos de investigación como antecedentes para resaltar los resultados y recomendaciones de los mismos. Estos trabajos a nivel internacional, nacional y local, fueron obtenidos de fuentes confiables como lo son los repositorios de las respectivas universidades. Del mismo modo, se recurrirá a los artículos técnicos provenientes de revistas científicas, y otras bibliografías existentes que detallan información del tema, con la finalidad de que nos sirva como base y guía, para efectuar el diseño de mezcla en laboratorio, acorde a las características y propiedades que el concreto permeable debe reunir según lo exige la norma. Con la información recolectada, y con los conocimientos adquiridos en la formación académica, se procederá a efectuar los ensayos de laboratorio que el diseño de mezcla exige un hormigón permeable, y de esta forma previo análisis de los resultados obtenidos, lograr concluir y recomendar una alternativa de pavimentación ecológicamente factible.

3.6 Método de Análisis de datos

El método de análisis de datos determina la fase final de los datos mediante la orientación y especificación de los datos que han sido recopilados, resumiéndolos y organizándolos con la finalidad de otorgar interpretación y explicación del tema de estudio.³⁴

El diseño de mezcla de concreto permeable se inició con los ensayos para decretar las características de cada agregado a emplear en la mezcla de dicho concreto, para después mediante cálculos obtener la dosificación y proporción de cada material, de esa manera se obtuvo el diseño del concreto permeable.

Posteriormente se realizaron probetas para saber y determinar si se llega a una resistencia optima, luego a los 30 días se determina el ensayo de permeabilidad donde sabremos si el coeficiente de permeabilidad cumple de acuerdo a la normativa.

3.7 Aspectos éticos

El proyecto de investigación que se presenta es de autoría propia, como investigadores seremos cautelosos en la manipulación de los agregados a manipular, y confiaremos en los datos que obtendremos en laboratorio, por consiguiente respetaremos los productos alcanzados empleando diversos ensayos básicos ejecutados, los cuales se detallaran con total veracidad en el trabajo de investigación que desarrollaremos durante la elaboración del concreto permeable, donde su propósito es que cumpla con las características técnicas que se exijan para este tipo de concreto. Asimismo, nos comprometemos a utilizar correctamente la información técnica analizada, así como de la base de datos, citando a los autores, constituyendo ello el sustento del trabajo.

³⁴ (Enriquez y Villegas, 2021 pág. 52)

IV. RESULTADOS

Para la realización de la mezcla de hormigón permeable se empleó agregado grueso proveniente de la cantera de Sullana “Agregados Saint Thomas SAC” ubicada en Sojo, y con respecto al agregado fino fue sacado de la cantera de Sullana, Cerro Mocho ubicado en el distrito de Ignacio Escudero.

Se mostraron los resultados obtenidos del primer objetivo específico **determinar características físicas que deben reunir los agregados de las canteras de la zona en la preparación del hormigón permeable**; se debe tener en cuenta las características de los agregados a emplear, los cuales han sido extraídas de la cantera de Sullana “Agregados Saint Thomas SAC” ubicada en Sojo, para esto se deben realizar los ensayos de porcentaje de humedad del material, granulometría, peso unitario suelto, peso unitario compactado, peso específico, y absorción, tanto del agregado fino, como del agregado grueso para posteriormente dosificar la mezcla de concreto permeable óptima.

Para iniciar se realizó el ensayo de porcentaje de humedad del material agregado fino con una muestra de 500 g, obteniéndose los datos de la siguiente tabla.

Tabla 19. *Porcentaje de humedad del agregado fino.*

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL			
MUESTRA (ARENA)	PESO INICIAL (g)	PESO SECO (g)	% DE HUMEDAD
MUESTRA 01	500	496.7	0.66

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN: En este método se desarrolló el porcentaje de humedad del agregado fino de una muestra que aparentemente se apreciaba seco, sin embargo, como ya se conoce existen poros en los agregados, y se encuentren cubiertos con agua, puesto que poseen un grado de humedad que es de gran importancia en el diseño por lo que con ello conoceríamos si nos aporta agua a la mezcla.

Siendo el % de humedad es de 0.66, lo cual cumple lo recomendado encontrándose estipulado en el Manual de ensayos de materiales (menor que 1% y mayor a 0.1%).

Se consideró que si se puede trabajar el diseño de mezcla con esta arena optima extraída de Sojo.

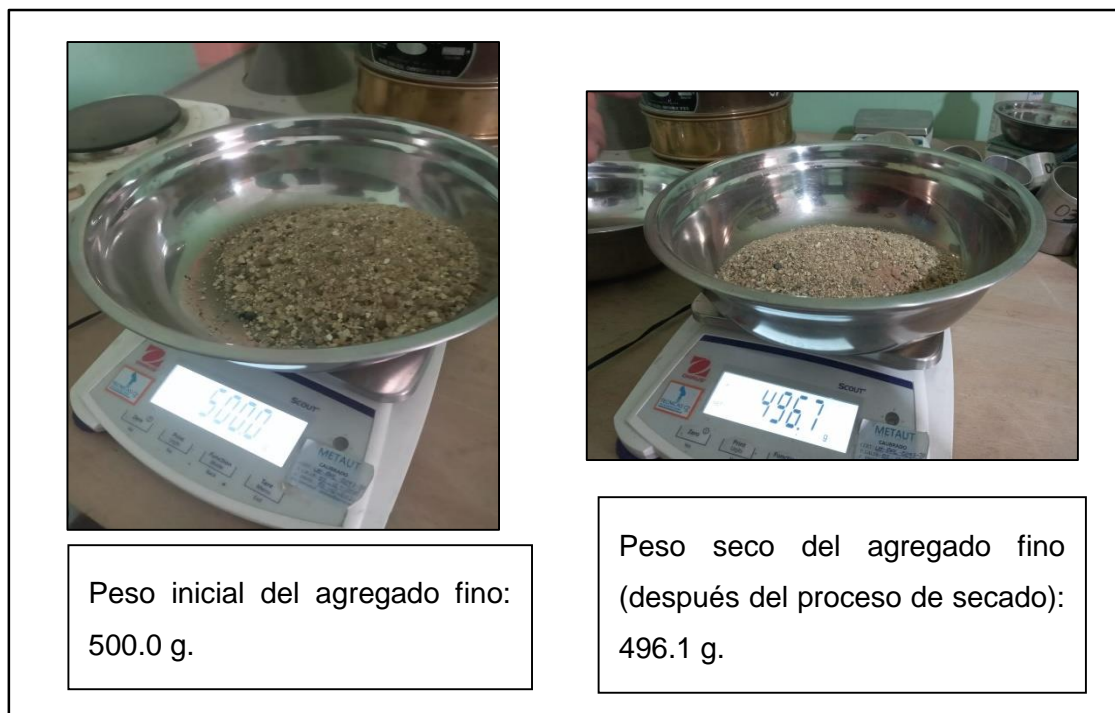


Figura 11. Pesos iniciales del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia

En esta prueba se pesó la muestra inicial de arena para después someterla a un proceso de secado en horno a 110 ± 5 °C, lo cual se volvió a pesar para comparar su peso de antes y después y logrando determinar su porcentaje de humedad; según lo estipulado en la Norma NTP 339.127, ASTM 02216-17.

Después de obtener el porcentaje de humedad y el peso del material seco, se realizó el ensayo de análisis granulométrico al agregado fino con una muestra de 496.7 g. obteniéndose los datos de la siguiente tabla.

Tabla 20. *Granulometría del Agregado fino.*

GRANULOMETRÍA					
MALLA	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE ACUMULADO	ESPECIFICACION DE GRADACIÓN
½"	0.0	0.0	00.	100.0	
3/8"	0.0	0.0	00.	100.0	100
#4	10.9	2.2	2.2	97.8	95-100
#8	87.7	17.7	19.9	80.1	80-100
#16	120.3	24.2	44.1	55.9	50-85
#30	121.8	24.5	68.6	81.4	25-60
#50	82.6	16.6	85.2	14.8	10-30
#100	46.8	9.4	94.6	5.4	2-10
#200	11.4	2.3	96.9	3.1	
FONDO	15.2	3.1	100	0.0	
TOTAL	496.7	100			

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: Este ensayo nos permitió determinar la gradación del material propuesto y además se mostró los porcentajes retenidos en cada tamiz. Para después establecer la distribución del tamaño de cada partícula con los requisitos que exige las especificaciones técnicas de la norma.

Para hallar el módulo de fineza del agregado fino, se aplicó la siguiente fórmula.

$$\Sigma\% \text{ RETENIDO ACUMULADO } \#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100 + \#200/100$$

Teniendo como resultado de módulo de fineza de **3.1**.

Con los datos proporcionados del análisis granulométrico, se realizó la curva granulométrica en cuento a la gradación.

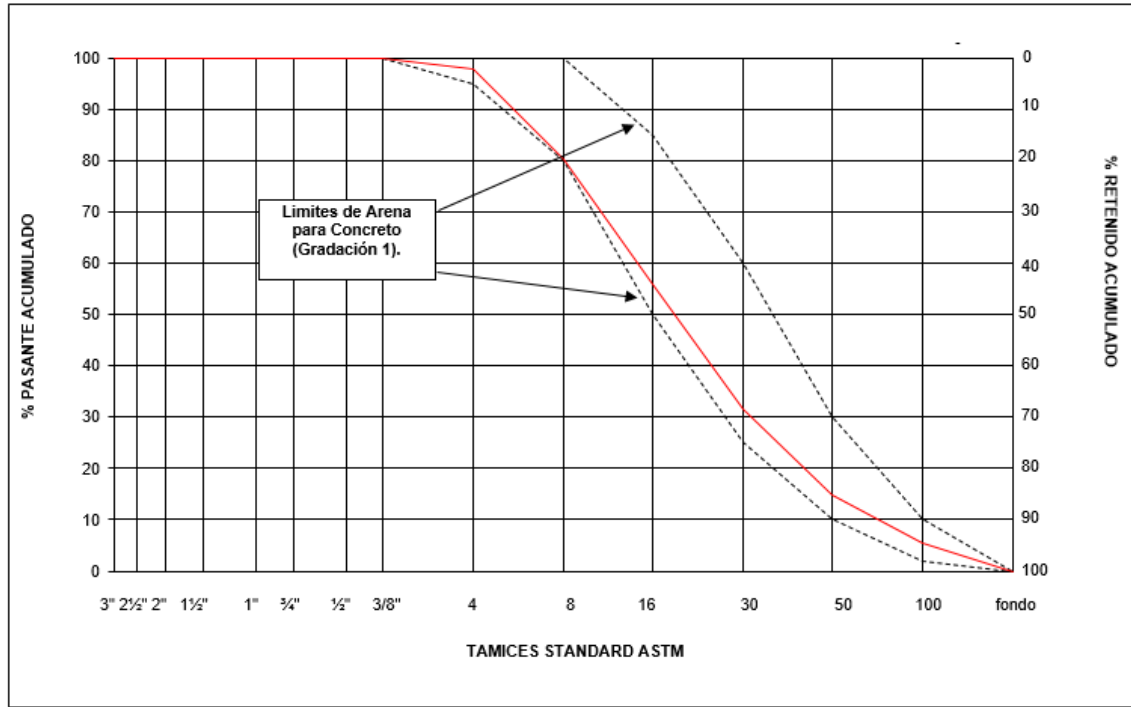


Figura 12. Curva de Granulometría de Agregado Fino.

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales "LEM LA ROCA".

Se clasificó el agregado fino a un solo Huso porque tiene una sola gradación.

Este análisis granulométrico se desarrolló bajo la Norma ASTM C136 y NTP 400.012.



Figura 13. Proceso de tamizado para la granulometría.

Fuente: Elaboración Propia.

Después del análisis granulométrico del agregado fino, se procedió a realizar los ensayos de peso unitario suelto y compactado, así como también el peso específico, el % de absorción y abrasión, para luego determinar las propiedades a tener en cuenta en el diseño de mezcla del concreto permeable.

Tabla 21. *Peso unitario suelto del agregado fino.*

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	RESULTADO
Peso de molde (g)	6125	6125	6125
Peso de muestra seca suelta con molde (g)	9255	9279	9267
Peso de muestra seca suelta (g)	3130	3154	3142
Volumen de molde (cm ³)	2050	2050	2050
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.52	1.54	1.53

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN: Se puede apreciar que se hicieron dos muestras para determinar el peso unitario para luego promediar los resultados, en conclusión, se tiene un peso unitario suelto de 1.53 g/cm^3 .

Para este ensayo se apoyó con las normas: NTP 400.017, ASTM C-29, MTC E203. El peso unitario es el peso de la muestra (arena) entre un volumen definido del molde.



Figura 14. Proceso de peso unitario suelto del agregado fino.

Fuente: Elaboración Propia

Para determinarla se coloca la muestra suelta suavemente en el molde desde una altura no mayor a 5 cm hasta que se derrame la arena, para luego nivelarla al ras del molde. Como siguiente se realizó el pesado en la balanza y así obtener el peso de muestra seca suelta con molde, luego restarle el peso del molde y por último dividirlo el volumen del molde, obteniendo el Peso unitario suelto.

Tabla 22. *Peso unitario compactado del agregado fino.*

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	RESULTADO
Peso de molde (g)	6125	6125	6125
Peso de muestra seca compactada con molde (g)	9814	9856	9835
Peso de muestra seca compactada (g)	3689	3731	3710
Volumen de molde (cm ³)	2050	2050	2050
Peso Unitario compactado (g/cm ³)	1.80	1.82	1.81

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: Se denomina peso unitario compactado cuando las partículas han sido sometidas a compactación, de esa manera se incrementa el grado de acomodamiento de cada partícula del agregado y por ende el valor del peso unitario. Para este ensayo se hicieron dos muestras de arena para obtener mejores y precisos resultados, el peso unitario que se obtuvo fue 1.81 g/cm³ claramente más que en el peso suelto, eso se debe a que al momento que se produce el compactado con la varilla sus partículas se juntan más y permite que ingrese más material.



Figura 15. Proceso de peso unitario compactado del agregado fino.

Fuente: Elaboración Propia

Para efectuarla se colocará la muestra cada tres capas compactando con una varilla cada tercera parte con 25 golpes distribuidos esféricamente, de esa manera hasta llegar a la superficie nivelada, siguiendo el mismo proceso, para después llevarlo a la balanza y pesarlo, y así obtener el peso de muestra seca compactada con molde, luego restarle el peso del molde y por último dividirle el volumen del molde, obteniendo el peso unitario compactado.

El peso específico y % de absorción del agregado fino se realizó de acuerdo a lo estipulado en la norma NTP 400.022.

Tabla 23. *Peso Específico y Absorción del agregado fino.*

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M1	M2	RESULTADO
Peso muestra saturado con superficie seca	g	500	500	500
Peso fiola + agua	g	661	661.2	661.1
Peso Seco del suelo (en horno a 110°C +5°C)	g	495.5	494.9	495.20
Peso específico de masa (Pem)	g/cm ³	1745.5	1744.7	1.75
Peso específico saturada (PeSSS)	g/cm ³	1.79	1.74	1.77
Peso específico aparente (Pea)	g/cm ³	1.79	1.77	1.78
Absorción	%	0.9	1.1	1

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN: Este ensayo nos permitió determinar el peso saturado con superficie seca, el peso seco (horno), peso específico aparente y la absorción, lo cual es importante pues obtendremos los pesos que ocupara el agregado en el concreto para después elaborar nuestro diseño de mezcla.

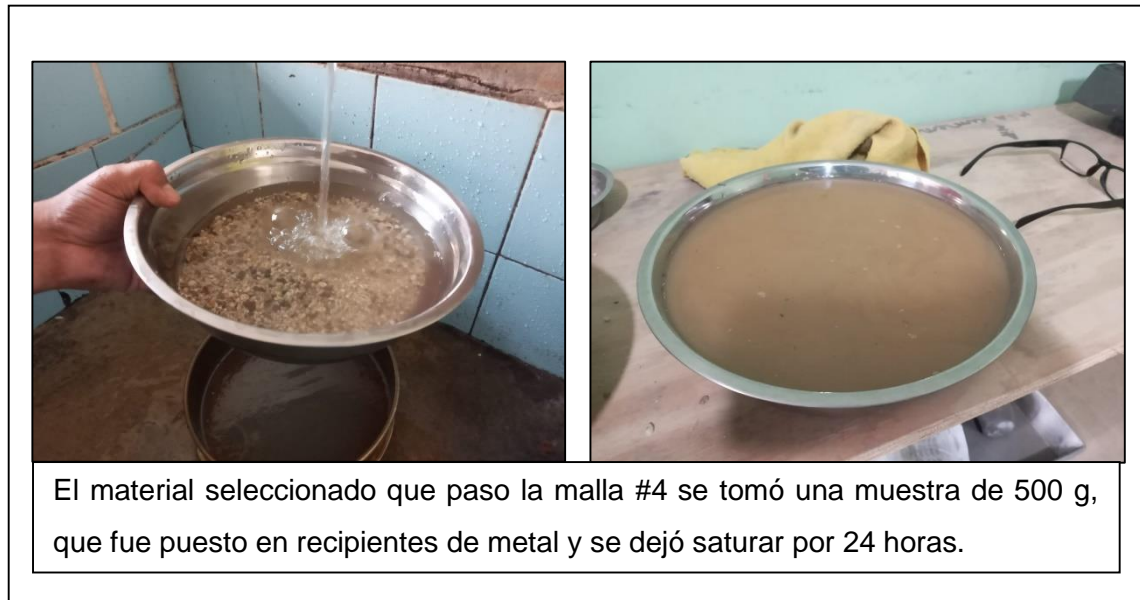


Figura 16. Saturación de agregado fino.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 17. Arena saturada con superficie seca.

Fuente: Elaboración Propia.

El peso específico nos aportó el volumen del agregado fino y también la absorción que se empleará para la elaboración de la mezcla y encontrar la esencial cantidad de agua que se utilizará.



Figura 18. Proceso para determinar el peso específico.

Fuente: Elaboración Propia

Luego se procedió a realizar el ensayo de porcentaje de humedad del material agregado grueso (muestra 2), con un peso inicial de 3000 gr. obteniéndose los datos de la siguiente tabla.

Tabla 24. *Porcentaje de humedad del agregado grueso.*

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL MATERIAL			
MUESTRA (piedra chancada)	PESO INICIAL (g)	PESO SECO (g)	% DE HUMEDAD
MUESTRA 02	3000	2985	0.50

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: Se observa la tabla con el resultado de un porcentaje de humedad de 0.50, lo cual si cumple con lo estipulado en la norma que debe ser mayor que 0.1 y menor que 1. Lo que significa que efectivamente la piedra chancada posee humedad, que aparentemente se ve cerca pero no lo es, ya que siempre está presente la llamada “humedad higroscópica” que básicamente es la humedad natural del ambiente. De esa manera se tuvo en cuenta la cantidad de agua que nos aporta en la mezcla.

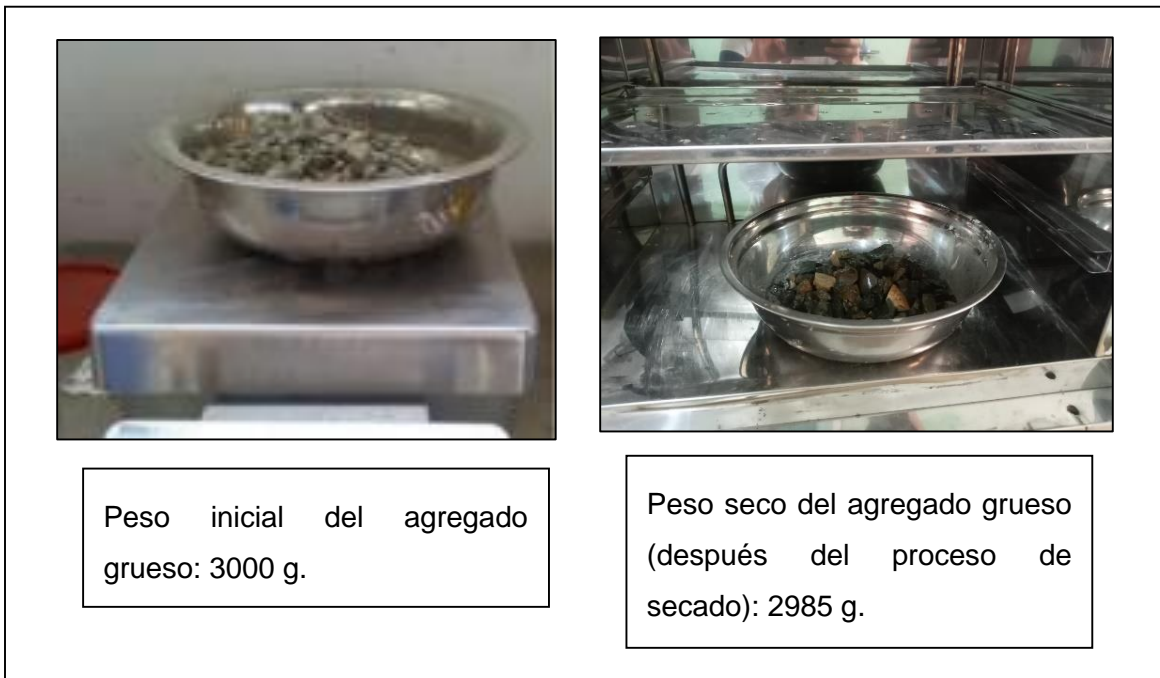


Figura 19. Peso inicial y proceso secado en horno.

Fuente: Elaboración Propia

Para este ensayo se pesó la muestra inicial de piedra para después someterla a un proceso de secado en horno a 110 ± 5 °C, lo cual se volvió a pesar para comparar su peso de antes y después y logrando determinar su porcentaje de humedad; según lo estipulado en la Norma NTP 339.127, ASTM 02216-17.

Después de obtener el porcentaje de humedad y el peso del agregado seco, se realizó el ensayo de análisis granulométrico al agregado grueso con una muestra de 3000 g. obteniéndose los datos del siguiente cuadro.

Tabla 25. Granulometría del agregado grueso.

GRANULOMETRIA					
MALLA	PESO RETENID O (g)	% RETENID O	% RETENIDO ACUMULADD O	%PASANTE ACUMULAD O	ESPECIFICACI ON DE GRADACIÓN
3/4	0.0	0.0	0.0	100.00	100
1/2"	1350	45.00	45.00	55.00	50-85
3/8"	1200	40.00	85.00	15.00	15-60
#4	400	13.33	98.30	1.7	0-10
#8	50	1.7	100.00	0.0	0-5
#16		0.0	100.00	0.0	0-0
#30		0.0	100.00	0.0	0-0
#50		0.0	100.00	0.0	0-0
#100		0.0	100.00	0.0	0-0
FONDO		0.0	100	0.0	0-0
TOTAL		100			

Fuente: Elaboración Propia.

Se clasificó el agregado grueso a 57 de huso.

Para encontrar el módulo de fineza del agregado grueso, se aplicó la siguiente fórmula.

$$\Sigma \% \text{ RETENIDO ACUMULADO } \#4 + \#8 + \#16 + \#30 + \#50 + \#100 + \#200 / 100$$

Dando como resultado de módulo de fineza de **6.8**

Con los datos proporcionados del análisis granulométrico, se realizó la curva granulométrica en cuento a la gradación.

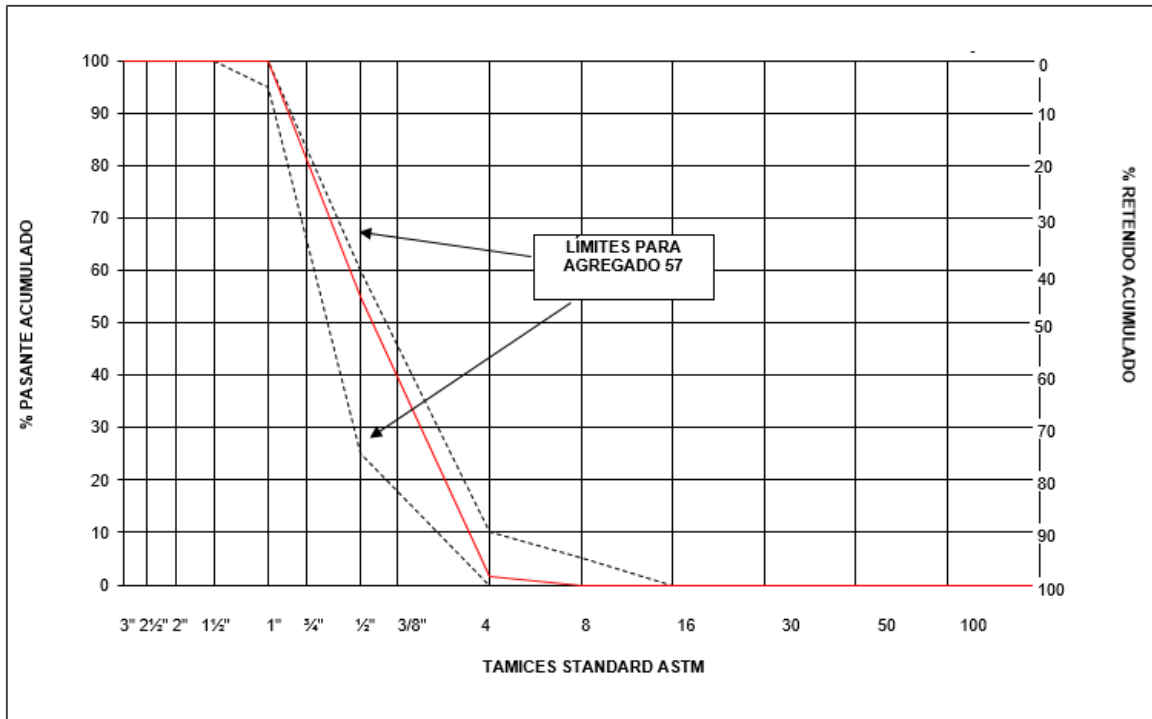


Figura 20. Curva de Granulometría de Agregado Grueso.

Fuente: Laboratorio de ensayo de materiales "LEM LA ROCA"

Se clasificó el agregado grueso con un Huso de 57.

Este análisis granulométrico se desarrolló bajo la Norma ASTM C136 y NTP 400.012.

INTERPRETACIÓN: Esta prueba nos permitió encontrar la gradación del material propuesto y además se mostró los porcentajes retenidos en cada tamiz. Para después establecer la distribución del tamaño de cada partícula con los requisitos que exige las especificaciones técnicas de la norma.



Figura 21. Curva de Granulometría de Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración Propia.

Después del análisis granulométrico del agregado grueso, se procedió a realizar los ensayos de peso unitario suelto y compactado, así como también el peso específico, el % de absorción y abrasión, para luego determinar las propiedades a tener en cuenta en el diseño de mezcla del concreto permeable.

Tabla 26. *Peso unitario suelto del agregado grueso.*

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	RESULTADO
Peso de molde (g)	6125	6125	6125
Peso de muestra seca suelta con molde (g)	9038	9000	9019
Peso de muestra seca suelta (g)	2913	2875	2894
Volumen de molde (cm ³)	2050	2050	2050
Peso Unitario Suelto (g/cm ³)	1.42	1.40	1.41

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: Se muestra en el cuadro el promedio de dos muestras de agregado grueso del peso unitario suelto, es decir, el peso del agregado que ocupa un volumen de una partícula unitaria.



Figura 22. Proceso de peso unitario suelto de agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia

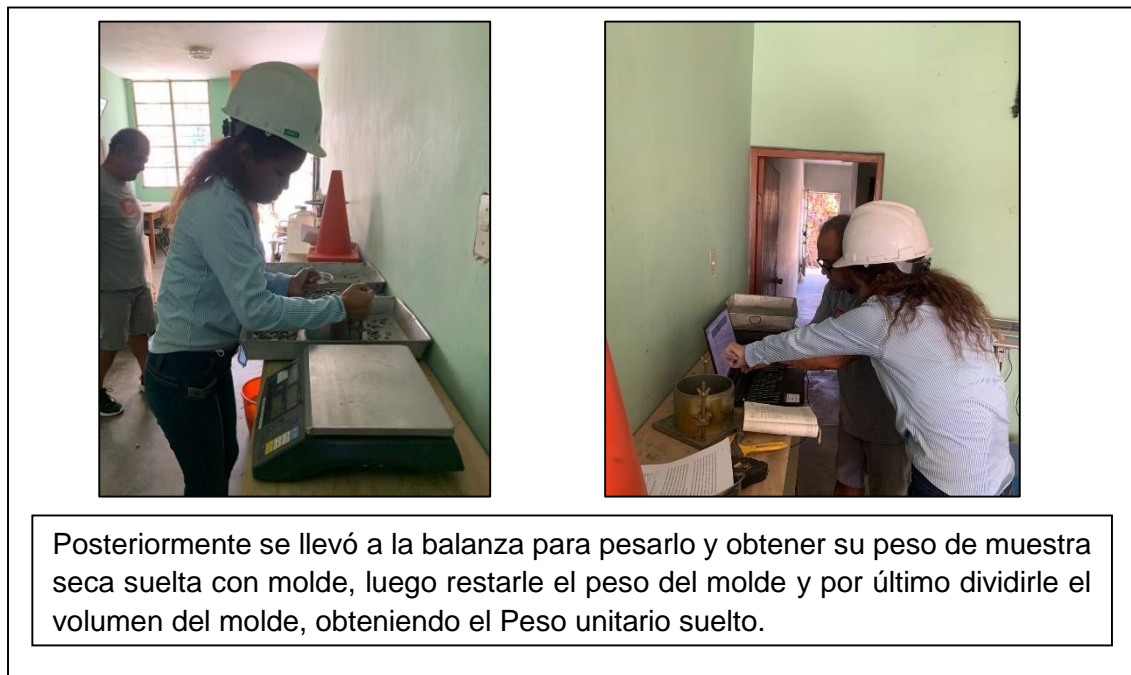


Figura 23. Peso en balanza del agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27. *Peso unitario compactado del agregado grueso.*

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO			
DESCRIPCIÓN	M1	M2	RESULTADO
Peso de molde (g)	6125	6125	6125
Peso de muestra seca compactado con molde (g)	9370	9330	9350
Peso de muestra seca compactado (g)	3245	3205	3225
Volumen de molde (cm ³)	2050	2050	2050
Peso Unitario compactado (g/cm ³)	1.58	1.56	1.57

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN: Como resultado se obtiene un peso unitario compactado de 1.57 g/cm². Es decir, peso cuando las partículas han sido sometidas a compactación, de esa manera se incrementa el grado de acomodamiento de cada partícula del agregado y por ende el valor del peso unitario.

Se procedió a dividir en tres capas el agregado compactando con una varilla cada 25 golpes en cada capa en forma circular, luego se enrasa el material al mismo nivel del molde para después pesarlo en la balanza.



Figura 24. Colocación del agregado grueso en el molde.

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 25. Proceso de peso unitario compactado delo agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia.

El peso específico y % de absorción del agregado fino se realizó de acuerdo a la norma NTP 400.022.

Tabla 28. *Peso específico del agregado grueso.*

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	M1	M2	RESULTADO
Peso SSS* del suelo	g	1171.2	1172.2	1171.7
Peso seco del suelo (en horno a 110°C ± 5°C)	g	1160.2	1159.3	1159.8
Peso sumergido del suelo SSS*	g	743.9	741.8	742.9
Peso específico de masa (Pem)	g/cm3	2.715	2.694	2.704
Peso específico saturada (PeSSS)	g/cm3	2.741	2.724	2.732
Peso específico aparente (Pea)	g/cm3	2.787	2.777	2.782
Absorción	%	0.9	1.1	1.02

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: Este ensayo nos permitió determinado el peso saturado con superficie seca, el peso seco (horno), peso específico aparente y la absorción, lo cual es importante pues obtendremos los pesos que ocupara el agregado en el concreto para después elaborar nuestro diseño de mezcla.

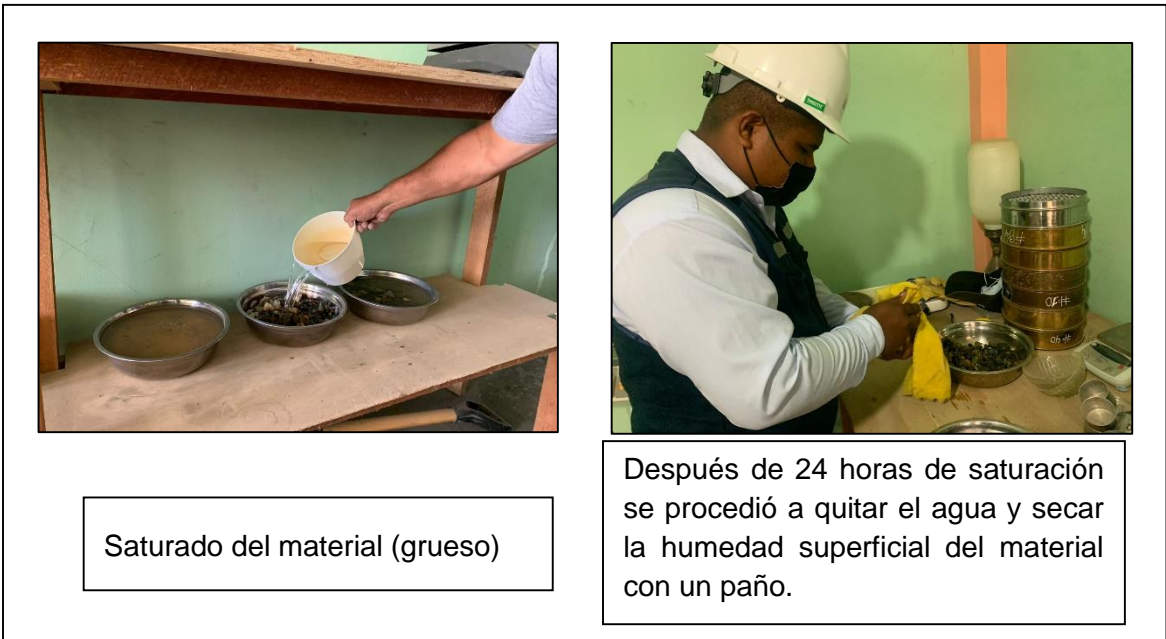


Figura 26. Proceso para determinar el peso específico del agregado grueso.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 27. Agregado grueso saturado superficialmente seco.

Fuente: Elaboración Propia



Se muestra el proceso para obtener el peso del material sumergido totalmente al agua y se registra el peso.

Figura 28. Peso del material sumergido.

Fuente: Elaboración Propia



A continuación, se puso la muestra del agregado grueso en el horno a 110°C, registrándose el peso obtenido.

Figura 29. Peso del material sumergido.

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora se responderá al segundo objetivo específico **determinar las cantidades de los materiales utilizados para un concreto permeable.**

Para llevar a cabo el resultado se enfocó en determinar la proporción adecuada de los materiales para el diseño de la mezcla del concreto permeable, según las características físicas que obtuvimos anteriormente de cada material tanto grueso como fino, además se continuo a hacer dos diseños de mezclas para elegir el más óptimo concreto, para lo cual se trabajó con una resistencia de concreto que alcance los $f'c$ 280 kg/cm². Este diseño se elaboró de acuerdo a norma "ACI 522R-10: REPORT ON PERVIOUS CONCRETE" y antecedentes similares.

Diseño de mezcla para concreto permeable I

CRITERIOS DE DISEÑO

Tabla 29. Módulos de finezas.

MODULO DE FINEZA	
M. F. ARENA	3.10
M. F. PIEDRA	6.80

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia de concreto: $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

Arena: 20%

Piedra: 80%

Relación A/C: 0.40

INTERPRETACION: Se ha encontrado que la relación agua/cemento en la mezcla cumple con las recomendaciones de ACI 522R, ya que el concreto debe estar entre 0.26 y 0.45 para ser permeable, dependiendo de la aplicación de aditivo y agregados.

Y la relación agua-cemento utilizada en este estudio es de 0,40, lo que hace que el hormigón sea trabajable.

Tabla 30. Dosificación de materiales de diseño de mezcla I.

MATERIALES	P. ESPECIFICO	HUMEDAD	ABSORCIÓN %	VOLUMEN (m3)	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (kg)	TANDA DE PRUEBA 9 MOLDES	
						DOSIFICACIÓN	UNIDAD
Cemento Tipo I	2960			0.18159	537.5	4.031	Kg
Agua	1000			0.21500	222.0	1.668	Lt
Arena	1780	0.66	1.000	0.11668	209.1	1.568	Kg
Piedra	2780	0.50	1.020	0.46673	1304.0	9.780	kg
Aire total (%)			2	0.20000			
Total				1.00000	2273	17.05	kg

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31. Cantidad de materiales para el diseño I.

MATERIALES	CANTIDA DE MATERIALES POR DISEÑO DE MEZCLA (9 MOLDES)
Cemento Tipo I	36.27 kg
Agua	15.01 kg
Agregado fino	14.11 kg
Agregado grueso	88.02 kg

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN: En el cuadro 28 y 29 se muestra la dosificación por tanda, en el caso del cemento se utilizará la cantidad de 4.031 kg, como deseamos realizar 9 probetas se multiplicará por 9 que nos da por resultado 36.27 kg, para el agua 15.01 kg, para la arena 14.11 kg y para la piedra 88.02 kg.

Definido las cantidades de materiales para el diseño I se procede a realizar la mezcla de concreto permeable de forma manual, primero se pesó el material de cada agregado correspondiente a la tabla anterior específicamente con el 20% de arena y el 80% de piedra, para luego colocarlos en un recipiente y mezclarlos junto con el agua y así formar la pasta. Sin embargo, cuando se siguió con el ensayo de SLUMP se notó dicha pasta con apariencia muy seca con 1 de asentamiento a causa de que lleva bastante piedra, por eso se condujo a hacer una segunda mezcla de diseño donde se bajó el porcentaje de agregado grueso.



Figura 30. Peso de los agregados para mezcla I.

Fuente: Elaboración Propia



Figura 31. Ensayo de SLUMP – Cono de Abrahams.

Fuente: Elaboración Propia.

Diseño de mezcla para concreto permeable II

CRITERIOS DE DISEÑO

Tabla 32. Módulos de finezas.

Módulos de fineza	
M.F. Arena	3.10
M.F. Piedra	6.80

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia de concreto: $f'c$ 280 kg/cm²

Arena: 30%

Piedra: 70%

Relación A/C: 0.40

Para este diseño se trabajó con un 70% de agregado grueso y 30% de agregado fino, para mejorar la mezcla y obtener una buena trabajabilidad y cohesión de la mezcla de concreto permeable.

Tabla 33. Dosificación de materiales de diseño de mezcla II.

MATERIALES	P. ESPECIFICO	HUMEDAD	ABSORCION %	VOLUMEN (m3)	CORRECCION POR HUMEDAD (kg)	TANDA DE PRUEBA 9 MOLDES	
						DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento Tipo I	2960			0.18159	537.5	4.031	Kg
Agua	1000			0.21500	222.0	1.665	Lt
Arena	1780	0.66	1.000	0.17502	313.6	2.352	Kg
Piedra	2780	0.50	1.020	0.40839	1141.0	8.557	kg
Aire total (%)			2	0.20000			
Total				1.00000	2214	16.61	kg

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 34. Cantidad de materiales para el diseño II.

MATERIALES	CANTIDAD DE MATERIALES POR DISEÑO DE MEZCLA (9 MOLDES)
Cemento Tipo I	36.27 kg
Agua	14.99 kg
Agregado fino	21.17 kg
Agregado grueso	77.01 kg

Fuente: Elaboración Propia

INTERPRETACIÓN: En el cuadro 30 y 31 se muestra la dosificación por tanda, en el caso del cemento se utilizará la cantidad de 4.031 kg, como deseamos realizar 9 probetas se multiplicará por 9 que nos da por resultado 36.27 kg, para el agua 14.99 kg, para la arena 21.17 kg y para la piedra 77.01 kg.

Después de obtenidas las cantidades de los materiales a utilizar se realizó la mezcla de concreto permeable, para este caso se utilizó 30% de arena y 70% de piedra para luego ser pesados y mezclados homogéneamente dichos materiales tal y como anteriormente se ejecutó. Posteriormente se realizó el ensayo de SLUMP lo cual se determinó una pasta menos seca y más trabajable, proponiendo ese diseño como materia de estudio. Cuando dicha mezcla se encontró lista fue colocado en 9 probetas (moldes) para después sea sometido al esfuerzo de compresión a las edades de 7, 14 y 28 días.



Figura 32. Diseño de mezcla de concreto permeable II.

Fuente: Elaboración Propia

Por último, se responderá al tercer objetivo específico: **determinar las propiedades del concreto permeable diseñado empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.**

Después de elaborar la mezcla de diseño de concreto permeable se realizaron los ensayos para poder determinar si los diseños propuestos son los adecuados para sus usos antes mencionados, es necesario que estos diseños elaborados cumplan con las condiciones de la normativa en cuanto a sus propiedades como son: **Resistencia a compresión del concreto y el ensayo de permeabilidad.**

Se procedió a realizar el ensayo de resistencia a la compresión con el diseño de concreto permeable II, donde tuvo una incidencia del 30% de agregado fino y 70% de agregado grueso con las 9 probetas realizadas para que sean sometidas al esfuerzo de compresión en las edades de 7, 14 y 28 días.

Tabla 35. Resistencia a la compresión concreto permeable II.

FECHA DE MOLDEO	EDAD	RESISTENCIA PROMEDIO A LA COMPRESIÓN (KG/CM2)
05/06/2022	7 DIAS	215.1
	14 DIAS	246.9
	28 DIAS	306.9

Fuente: Elaboración Propia.

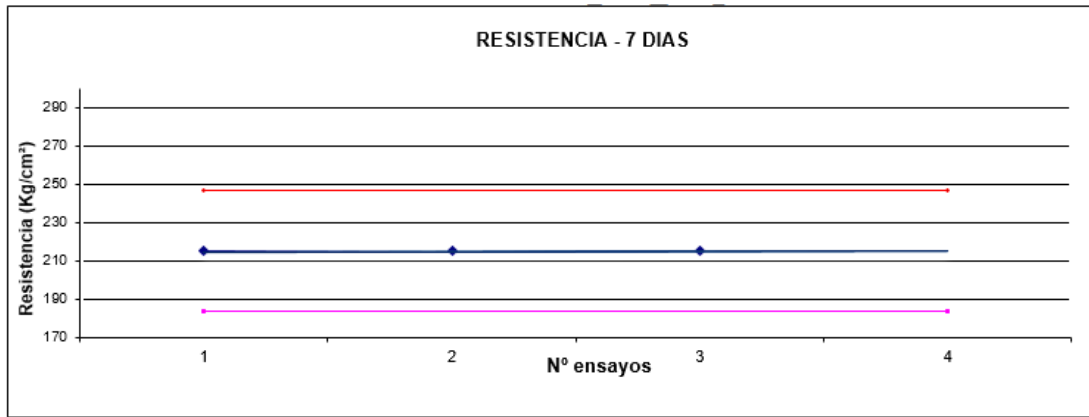


Figura 33. Resistencia a la compresión a los 7 días concreto permeable II.

Fuente: Elaboración Propia

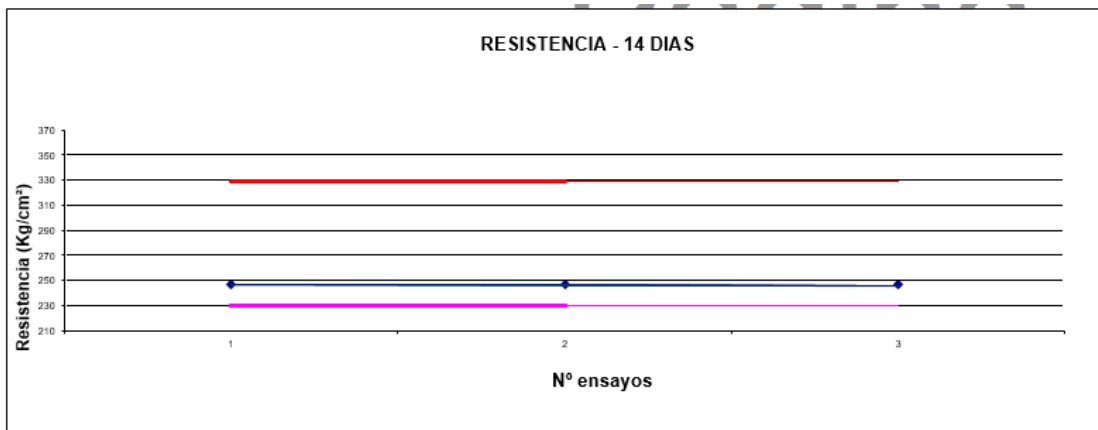


Figura 34. Resistencia a la compresión a los 14 días concreto permeable II.

Fuente: Elaboración Propia

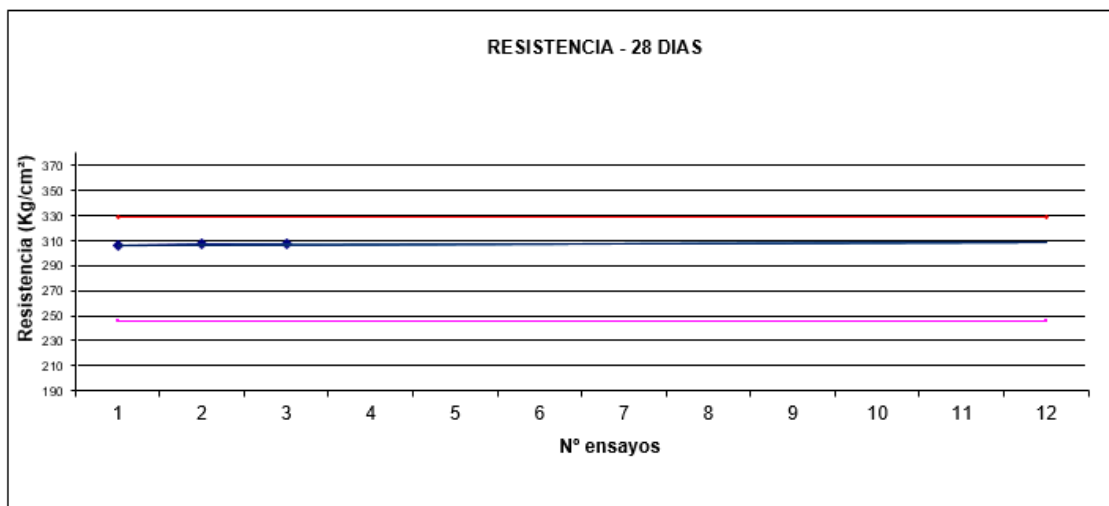


Figura 35. Resistencia a la compresión a los 28 días concreto permeable II.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 36. % Porcentaje Obtenida VS Porcentaje de resistencia requerida.

EDAD	% DE RESISTENCIA OBTENIDA	% DE RESISTENCIA REQUERIDA
7 DIAS	76.8%	75%
14 DIAS	88.2%	85%
28 DIAS	109.6%	100%

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN: En el cuadro 34 y 35 se observa los resultados de las resistencias alcanzadas que fueron sometidas al esfuerzo de compresión en el diseño de concreto permeable. A los 7 días logro una resistencia de 215.1 kg/cm² que representa el 76.8% del total de la resistencia requerida, a los 14 días alcanzó 246.9 kg/cm² que representa el 88.2% del total de la resistencia requerida y a los 28 días logro los 306.9 kg/cm² que representa el 109.6%, lo cual sobrepaso las resistencias requeridas de esta manera se está cumpliendo lo que indica la norma y a la vez el diseño propuesto es óptimo para ser empleado en vías de tránsito moderado.

Los resultados de la permeabilidad del diseño de mezcla de concreto permeable, dependerán del contenido de vacíos que presenta la mezcla lográndose los siguientes resultados.

Primero se tomó en consideración las dimensiones de las probetas ensayadas tal y como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 37. Dimensiones de las probetas ensayadas.

Diametro cm	Area cm ²	Altura cm	Volumen dm ³
15	176.71	30	5.30

Fuente: Elaboración Propia.

Según el diseño de concreto permeable II se observan los siguientes datos:

Tabla 38. Datos del diseño II.

Diseño II	Cant. A. Grueso %	Cant. A. fino %	Slump	% aire
II	70%	30%	1	6%

Fuente: Elaboración Propia.



Figura 36. Ensayo de permeabilidad en probeta de concreto permeable.

Fuente: Elaboración Propia.

INTERPRETACIÓN: Este diseño de concreto permeable tiene un contenido de aire de 6%, por ende, origina que el concreto no posea la suficiente permeabilidad, pues los vacíos entre las partículas no son capaces de realizar una correcta filtración o no hay los espacios aptos para que pase el agua.

Para determinar la permeabilidad se realizó 2 probetas, con la finalidad de lograr la permeabilidad del diseño de mezcla mediante el permeámetro de carga variable que fue elaborado según el ACI 522R, a continuación, se muestran los resultados que se obtuvieron:

Tabla 39. Datos del diseño II.

N° de ensayo	Altura inicial h1 (cm)	Altura final h2 (cm)	Tiempo (seg)
1	40	35	4100
2	40	34	3010
Promedio	40	34.50	3555

Fuente: Elaboración Propia.

K=	0.00125	cm/s
-----------	----------------	-------------

INTERPRETACIÓN: Se observa que para dicho diseño donde se encuentra la presencia de 70% de agregado grueso y 30% de agregado fino se obtuvo un coeficiente de permeabilidad de 0.00125 cm/s. En efecto se determina que la permeabilidad obtenida es muy baja debido al escaso contenido de vacíos.

V. DISCUSIÓN

Con respecto a nuestro primer objetivo específico, según los ensayos que se determinaron a los agregados para lograr las características óptimas que sugiere la norma, se obtuvo que el agregado grueso tuvo un porcentaje de humedad de 0.50%, teniendo como tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$, con un módulo de fineza de 6.8, con un peso unitario suelto de 1.41 g/cm³ y el compactado de 1.57 g/cm³, también el peso específico saturado de 2.732 y finalmente la absorción de 1.02%. Por otro lado según Castillo y Saavedra (2021) en su proyecto de tesis de igual manera obtuvieron un tamaño máximo normal de $\frac{3}{4}$, teniendo como módulo de fineza 7.70, un peso unitario suelto de 1.529 g/cm³ y el compactado de 1.666 g/cm³, asimismo el peso específico saturado fue de 2.851 g/cm³ y su absorción de 1.08%. Lo antes mencionado cumple con las condiciones y parámetros de gradación según la norma ASTM C33, además que su % pasante acumulado está dentro de los rangos establecidos.

Se muestran así que los resultados del primer objetivo de esta investigación a los resultados de los antecedentes son parciales, entonces se es evidente que el primer objetivo fue alcanzado.

Para el segundo objetivo específico se elaboraron dos diseños de mezclas el primero con una presencia de agregado grueso del 80% (1304 kg) y de arena 20% (207.7 kg) y para el segundo diseño se optó por 70% (1141 kg) de piedra y el 30% (313.6 kg) de agregado fino, además con una relación de agua de 0.40. Por otra parte, según Tarifeño (2019) hizo un diseño con una relación a/c 0.35, con un porcentaje de finos de 20% (276.59 kg) y 80% (1371.05 kg) de piedra. En el caso de Julcani (2018) no expresó el porcentaje de agregado que se utilizó sin embargo si mostro la cantidad de mezcla por m³ de agregado fino 160.38 kg y de agregado grueso 2489.39 kg con una relación a/c de 0.24.

Se aprecian que los resultados del segundo objetivo son parecidos a los de los antecedentes, por ende, se es visible que el segundo objetivo fue logrado.

En el caso del tercer objetivo de nuestra tesis se evidenció que para el diseño II con 70% de agregado grueso y 30% de agregado fino elaborado para un concreto de 280 kg/cm², si se obtuvieron resistencias mayores logrando a los 28 días 306.9 kg/cm², lo cual supero al diseño propuesto. En cambio, para Castillo y Saavedra (2021) que realizó 2 diseños uno con incidencia de 30% de arena y 70% de piedra logrando alcanzar una resistencia de 240 kg/cm², mientras que con presencia de 7% de arena y 93% de piedra lograron alcanzar una resistencia más baja de 210 kg/cm². Por otro lado, para Lama y Medina (2020) alcanzaron una resistencia de 385 kg/cm² lo cual supero su diseño de mezcla de 380 kg/cm².

Con respecto a la permeabilidad de nuestro diseño se obtuvo un índice de permeabilidad del 0.00125 cm/s, lo cual es relativamente muy baja ya que el resultado depende básicamente del porcentaje de vacíos que posea, en nuestro caso se logró una porosidad muy baja. Para Lama y Medina (2020) obtuvo un porcentaje de vacíos de 15% por ende su permeabilidad estaría entre lo recomendable en este caso fue el de 2.058 cm/s.

VI. CONCLUSIONES

Después de haber respondido los objetivos de nuestro trabajo de investigación, determinar las características de los agregados, haber definido las dosificaciones, elaborado la mezcla de diseño y determinar las propiedades mecánicas del concreto, adquiriendo resultados y luego comparándolos con otras investigaciones referente a sus resultados, se logró llegar a las siguientes conclusiones:

Las características de los agregados que se obtuvieron de las canteras donde se extrajeron para nuestro diseño, se puede decir que están dentro de lo que establece la norma ACI 211 3R, siendo estas indispensables para conocer el material y posteriormente se ejecute la elaboración de la mezcla de concreto permeable.

Dentro de las cantidades y/o dosificaciones que se empleó para nuestro diseño de concreto se concluye que fueron las óptimas porque los agregados al venir de canteras buenas, se obtendrá una mezcla optima y limpia. Sin embargo para que nuestro diseño de concreto posea los poros necesarios se optó por colocar la presencia del 70% de piedra y 30 arena, lo cual se constató en una primera instancia que eran favorables, puesto que cuando las probetas fueron sometidas al esfuerzo de compresión, éstas superaron la resistencia con 306.9 kg/cm² a la de diseño de mezcla establecido, lo cual esta excelente, sin embargo cuando se les efectuó el ensayo de permeabilidad se obtuvo que el índice de permeabilidad era demasiado baja con un factor de 0.00125 cm/s lo cual se concluyó que mientras más agregado grueso tenga la mezcla su resistencia va a ser menor porque al tener esos vacíos en exceso al someterlo a esfuerzo esta será fácil de romperse, pero por otro lado su índice de permeabilidad será alto para que el agua filtre fácilmente. Y al tener más presencia de finos la resistencia será más alta puesto que sus partículas se unirán y sellarán todo vacío que se encuentra en la mezcla. De esa manera se explica que usando menos o casi nada de agregado grueso se obtendrá un índice de permeabilidad ideal, puesto que al tener casi nada de agregado fino habrá más poros o vacíos para que transcurra el agua, sin embargo, si se coloca más agregado fino disminuirá lo que permite que el agua pase con facilidad.

La relación de agua/cemento para este concreto poroso es muy distinta a la un concreto convencional puesto que este posee una pasta bastante adherente por la combinación de arena, agua y cemento en casi iguales proporciones, en cambio para el caso del concreto permeable no, puesto que, al tener menores cantidades de finos, no contiene pasta adherente, por lo tanto, las cantidades de agua y cemento van a variar. Se menciona que la relación a/c para el concreto permeable debe de estar entre el rango de 0.26 a 0.45, en nuestro diseño se optó por un a/c de 0.40, sin embargo, debería estar entre los 0.35 a 0.38 para lograr mejores resultados.

Se concluye que el concreto permeable debe de ser utilizado en zonas de bajo tránsito, tales como losas deportivas, estacionamientos, parques, plataformas, etc. puesto que al poseer gran mayor cantidad de piedras y por ende muchos vacíos y así mismo menor cantidad de finos se obtendrá menores resistencias puesto que la mezcla no presencia cohesión en sus partículas.

Como conclusión final se tuvo que nuestro diseño de mezcla con 70% de agregado grueso y 30% de agregado fino no cumple en cuanto a la permeabilidad con lo requerido por la norma. De esta manera se propone por optar con cantidades por debajo del 30% de finos.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de agregados extraídos de las canteras de Sullana como es el caso de “Agregados Saint Thomas SAC” ubicada en Sojo con respecto al agregado grueso y para arenas la cantera de Sullana, Cerro Mocho ubicado en el distrito de Ignacio Escudero.

Se recomienda que la relación a/c para el concreto permeable debe de estar entre los 0.35 a 0.38 para lograr mejores resultados.

Es recomendable optar por utilizar agregado grueso con un tamaño máximo nominal menor que este entre 3/8” y un 1/4” para que así las partículas se adhieran mejor sin que reduzca el porcentaje de vacíos por consiguiente el diseño de concreto permeable cumpla con las resistencias que ha sido diseñadas.

Por la permeabilidad obtenida se recomienda elegir por una presencia de porcentaje de agregado fino menor y un porcentaje de piedra mayor, valores que en el caso de la piedra sean mayores que el 90%, de esa manera se logrará mayores vacíos obteniendo índices de permeabilidad entre lo que sugiere la norma, de esa manera el paso de agua será con facilidad, teniendo en cuenta que si realizan diseños futuros con el 90% de agregado grueso la resistencia bajaría hasta un 210 kg/cm² por ende este concreto se recomienda ser aplicados a vías de bajo tránsito, tales como las losas deportivas, estacionamientos, parques, plataformas, etc.

Se recomienda la utilización y presencia de algún tipo de aditivo en la mezcla para aumentar la permeabilidad y obtener mejores resultados, sin embargo, es opcional.

Se recomienda promover a los futuros investigadores conocer y evaluar este concreto, por razón de que es un concreto sostenible y sobre todo ecológico.

Se recomienda a las autoridades locales y regionales, optar por la utilización de este diseño de mezcla de concreto permeable en los proyectos en cuanto a vías, puesto que sería a provechoso para la población aún más por pertenecer a ciudades donde hay concurridas lluvias en tiempos de verano.

REFERENCIAS

Universidad Centroamericana. Análisis de tamaño de partículas por tamizado en agregado fino y grueso y determinación de material más fino que el tamiz no. 200 (75 μ m) en agregado mineral por lavado. El Salvador.

BAUTISTA Pereda, Alessandro Jesús. 2018. Diseño de pavimento rígido permeable para la evacuación de aguas pluviales según la norma ACI 522R-10, 2018.

BARAHONA Aguiluz, Rene Alexis; MARTINEZ Guerrero, Marlon Vladimir y ZELAYA Zelaya, Steven Eduardo. 2013. Comportamiento del concreto permeable utilizando agregado grueso de las canteras, el Carmen, Aramuaca y la pedrera, de la zona oriental de El Salvador, 2013.

CASTILLO Coronado, Karen y SAAVEDRA Córdova, Camila Coral. 2021. Diseño de mezcla de concreto permeable para uso en pavimento rígido. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad de la Salle Bogotá, 2021. 72 pp.

AIRE Carlos. Construcción y tecnología en concreto. Concreto permeable: alternativas sustentables, México. Revista de Construcción y tecnología en concreto. 2010.

CORTES García, Ángel Luis. Análisis de los contenidos sobre “permeabilidad” en los libros de texto de Educación Primaria.

Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 5 N° 1 (2006).

Disponible en: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N1.pdf

De Aguiar, Mariam. 2016. Saber Metodología. [En línea] 2016. [Citado el: 20 de noviembre de 2019.]

Disponible en:

<https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tipos-y-disenos-de-investigacion/>

NAVAS, Alejandro y FERNÁNDEZ Roberto. Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y supermeabilidad, universidad de Costa Rica. (2010)

Portal de revistas académicas disponible en:
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/1982>

ARTEAGA, Gabriel. Enfoque cuantitativo: métodos, fortalezas y debilidades, 2020.

Disponible en: <https://www.testsiteforme.com/enfoque-cuantitativo/>

FELIPE Moujir, Yalil y FELIPE Castañeda, Luis. 2014. Diseño y Aplicación de Concreto Poroso para Pavimentos. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana, 2014.

GALLO Guarín, Cris Alexandra y POSADA Castiblanco, Edison Mauricio. 2017. Diseño de un pavimento en concreto poroso con adición de agregados de concreto reciclado para la construcción de un modelo a escala. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad de la Salle Bogotá, 2017. 255 pp.

Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/309/

GUERRERO Bayona, Juan Deyvis y RAMIREZ Melendrez, Luis Ignacio. Diseño de mezcla de un Concreto Permeable utilizando Residuos de Construcción y Demolición en el Sector la Sullanera de la carretera Canchaque — Huancabamba. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo. 2020, 133 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64581>

LAMA Lopez, Doris Dusley y MEDINA Castillo, Kevin. 2020. Elaboración de adoquines de concreto permeable para uso de pavimento de baja transitabilidad en la ciudad de Piura. Piura. 2020. Tesis (Ingeniero Civil). Piura: Universidad Cesar Vallejo. 2020, 95 pp.

Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/52696>

GUTIÉRREZ De López, Libia. 2003. EL CONCRETO Y OTROS MATERIALES

PARA LA CONSTRUCCION. Segunda. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2003. 958-9322-82-4.

HERNÁNDEZ, Roberto; FERNÁNDEZ, Carlos; BAPTISTA, Pilar. 2014. Metodología de la Investigación. 6ta edición McGraw-Hill. *Educación, México*, 2014.

ISBN: 978-1-4562-2396-0.

JULCANI Ibarra, Sedequias. Comportamiento del Concreto Permeable Utilizando Agregados Andesíticos en la Urbanización El Trébol, Huancayo. Tesis (Ingeniero Civil). Huancayo: Universidad Peruana Los Andes. 2018, 125 pp. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12848/776>

LOZADA, José. 2014.. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indoamérica, 2014. 34 pp.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

ISSN-e 1390-9592

DG-2013. 2013. 20.13. Manual de carreteras. primera. Lima: MACRO, 2013. 978-612-304-192-2.

MENDOZA Vera, Eddy y OSPINA García, Jenny. Mezcla de concreto permeable como parte de la estructura del pavimento rígido, aplicado a vías de tráfico medio. Tesis (Ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018. 65 pp.

RIVEROS Tamariz, Franz André. Evaluación del comportamiento del concreto permeable para su aplicación en pavimentos urbanos, fabricado con agregados de piedra chancada de la cantera de Taclán, provincia de Huaraz. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2019. 134 pp.

Ministerio De Transportes Y Comunicaciones. 2018. Manual de carreteras: diseño geométrico dg – 2018.

REYES, Nancy y BOENTE, Alexis. Metodología de la investigación: compilación total. Independently Published, 2018. 61 pp.

ISBN 9781729198247.

RODRÍGUEZ Hernández. 2008. Estudio, análisis y diseño de secciones permeables de firmes para vías urbanas con un comportamiento adecuado frente a la colmatación y con capacidad portante necesaria para soportar tráfico ligero. Santander: Universidad de Cantabria. 2008.

SAIZ. 2018. Gestión de calidad. Universidad de Burgos [en línea] 2018.

Disponible en:
https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/4889/Tema_3_metodologia_para_la_evaluacion.pdf?sequence=7&isAllowed=y

SÁNCHEZ de Guzmán, Diego. Tecnología de concreto y del mortero. 5.^a ed. Santafé De Bogotá: Biblioteca de la Construcción. 2001. ISBN: 9589247040.

SENCICO. 2010. [En línea] marzo de 2010. [Citado el: 10 de octubre de 2019.]
<https://www.sencico.gob.pe/descargar.php?idFile=182>. 978-9972-9433-5-5.

SILVA, Omar Javier. Infraestructura Sostenible: Propiedades y ventajas del Concreto Permeable. [En Línea] 360enconcreto.com. 29 de agosto de 2017. [Fecha de Consulta: 25 de septiembre de 2019].

TARIFEÑO Fonseca, Branco Yeltsin. Evaluación de las propiedades del concreto permeable en pavimentos especiales, Lambayeque. 2018". Tesis (Ingeniero Civil). Pimentel: Universidad Señor de Sipán. 2018, 96 pp.

Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12802/6425>

ANEXOS

ANEXO N°1. Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
DISEÑO DE MEZCLA	Consiste en preparar una mezcla de hormigón en proporciones elementales y se calcula de diferentes formas.	El diseño de mezcla se ejecutará con materiales de calidad y previamente estudiadas sus características mediante ensayos de laboratorio.	Materiales	Porcentaje de humedad del material Granulometría Peso unitario suelto Peso unitario compactado Peso específico Absorción	Ordinal
			Cantidades	Dosificación Diseño de mezcla	
CONCRETO PERMEABLE	El concreto permeable, conocido como concreto poroso, es de granulometría discontinua y de alta porosidad, que contiene cemento, agregado grueso, agregado fino, aditivos y agua. Aquellos materiales permiten tener un material resistente con aberturas de 2 y 8 mm, pudiendo el agua infiltrarse fácilmente en él. Una de sus características principales se atribuye a su contenido de vacíos, el cual va de 15% a 35% y siendo su resistencia típica a la compresión de 28 a 280 kg/cm ² (Gamarra, 2019, p. 14).	El concreto permeable a diseñar tendrá la capacidad de que el recurso hídrico o fluido filtre a través de la estructura sin modificarlo o dañarlo.	Propiedades	Resistencia la compresión Ensayo de permeabilidad	

ANEXO N°2. Cuadro de Técnicas e Instrumentos

OBJETIVOS ESPECIFICOS	POBLACIÓN	MUESTRA	TECNICAS	INSTRUMENTOS
<p>Obtener las características físicas que deben de reunir los agregados para la elaboración del concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.</p>	<p>La población en el presente tema de investigación comprende las canteras de la ciudad de Sullana: Cerro Mocho (localidad de Ignacio Escudero), Sojo (localidad de Miguel Checa), lugares donde tomaremos los agregados que posteriormente se someterán a pruebas de ensayo para obtener las características que cumplan la Norma y así determinar el diseño de mezcla de concreto permeable.</p>	<p>La muestra para el presente tema de investigación es la mezcla de diseño de concreto permeable, que se obtuvo y por el cual se llevara en probetas (muestras) al laboratorio y determinar si cumple sus propiedades.</p>	<p>Análisis documental: para la recolección de datos se analizará las canteras de la ciudad de Sullana para optar por la que brinde mejor calidad en sus agregados.</p>	<p>Fichas de Recojo de información.</p>
<p>Determinar las cantidades de los materiales utilizados para un diseño de mezcla de concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.</p>			<p>Ensayos: se realizará ensayos de laboratorio de los agregados.</p>	<p>Porcentaje de humedad del material Granulometría Peso unitario suelto Peso unitario compactado Peso específico Absorción</p>
<p>Determinar las propiedades del concreto permeable diseñado empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.</p>			<p>Observación: Comprenderá un análisis de los resultados obtenidos.</p>	<p>Formato de datos de Resistencia a la compresión Formato de ensayo de permeabilidad</p>

ANEXO N°3. Matriz de consistencia

TITULO	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN	DISEÑO INVESTIGACIÓN	VARIABLE /INDICADORES /DIMENSIONES
“PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA”	Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Aplicada con un enfoque Cuantitativo	Pre- experimental	Variable: •Diseño de mezcla •Concreto Permeable Dimensiones: 1.Materiales 2.Cantidades 3.Propiedades Indicadores: 1.1Porcentaje de humedad del material 1.2Granulometría 1.3Peso unitario suelto 1.4Peso unitario compactado 1.5Peso específico 1.6Absorción 2.1Dosificación 2.2Diseño de mezcla 3.1 Resistencia la compresión 3.2Ensayo de permeabilidad
	¿Cuál es la propuesta de diseño de mezcla para un concreto permeable, empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana?	Elaborar la propuesta de un diseño de mezcla de un concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.	Los agregados de las canteras de la ciudad de Sullana, cumplen con las especificaciones técnicas que se exige para un diseño de mezcla de concreto permeable.			
	Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas			
	¿Cuáles son las características físicas deben reunir los agregados para la elaboración del concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana??	Obtener las características físicas que deben de reunir los agregados para la elaboración del concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.	Las canteras de Sullana, cuentan con la calidad de agregados que se requieren para un diseño de mezcla de un concreto permeable.			
	¿Cuáles son las cantidades de los materiales utilizados para un diseño de mezcla de concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana?	Determinar las cantidades de los materiales utilizados para un diseño de mezcla de concreto permeable empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.	La mezcla del concreto permeable tendrá cantidades óptimas en los materiales para obtener el % de porosidad exigida, que le permita tener la tasa de infiltración mínima necesaria.			
¿Cuáles son las propiedades que debe reunir el concreto permeable diseñado empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana?	Determinar las propiedades del concreto permeable diseñado empleando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana.	El concreto permeable a diseñar cumplirá con las propiedades que se exige para ser utilizado.				

ANEXO N°4. Ensayos para determinar las características de los agregados



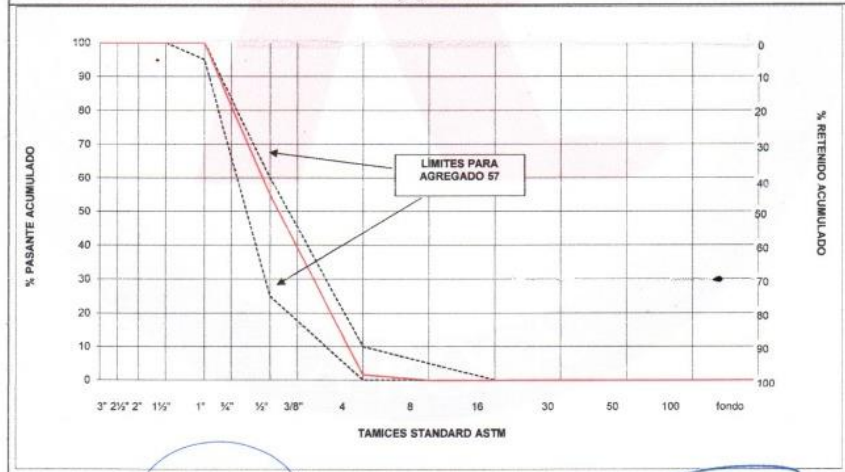
LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

"PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"

MUESTRA : PIEDRA PARA CONCRETO PERMEABLE					FECHA DE MUESTREO : 12-May-22	
CANTERA : "Agregados Saint Thomas SAC"					TECNICO : E. CURAY O.	
PLANTA : SOJO					ING. RESPONSABLE: P. Enriquez. O	
GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS	
MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	% RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	% RETENIDO ACUMUL (d)=SUMA (c)	% PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	MODULO DE FINEZA	6.83
3"		0.0	0.0	100.0	TAMAÑO MÁXIMO	1/2"
2 1/2"		0.0	0.0	100.0	(A) peso de tara (g) :	0.0
2"		0.0	0.0	100.0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	3000.0
1 1/2"		0.0	0.0	100.0	(C) peso de muestra seca(g) :	2985.0
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	% HUMEDAD	0.50
3/4"	0.0	0.0	0.0	100.0	[B-C] * 100 / [C-A]	
1/2"	1350.0	45.0	45.0	55.0	(D) peso de tara (g) :	0.0
3/8"	1200.0	40.0	85.0	15.0	(E) peso de muestra seca (g) :	2985.0
# 4	400.0	13.3	98.3	1.7	(F) peso de muestra después de lavado seca (g) :	2980.0
# 8	50.0	1.7	100.0	0.0	%PASANTE DE M # 200	0.17
# 16	0.0	0.0	100.0	0.0	[E-F] * 100 / [E-D]	
# 30	0.0	0.0	100.0	0.0	OBSERVACIONES	
# 50	0.0	0.0	100.0	0.0		
# 100	0.0	0.0	100.0	0.0		
FONDO	0.0	0.0	100.0	0.0		
TOTAL (a)	3000.0	100	MODULO DE FINEZA	6.83		

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100
Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno
El tamaño maximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.



Exsequiel Curay Ovalle
T.C. SULLANA CONTROL DE CALIDAD Y AFILADO

Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

"PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"

Cód: Rev. N° Registro N°: Hoja: de

MUESTRA : ARENA PARA CONCRETO PERMEABLE
CANTERA : Cerro Mocho
LUGAR : IGNASIO ESCUDERO

FECHA DE MUESTREO : 10-May-22
TECNICO: E. Curay O.
ING. RESPONSABLE: P. Enriquez. O

MALLA	PESO RETENIDO en gramos (b)	GRANULOMETRIA		PASANTE ACUMUL. 100 - (d)	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
		RETENIDO (c)=(b)/(a)*100	RETENIDO ACUMUL. (d)=SUMA (c)		MODULO DE FINEZA	TAMAÑO MÁXIMO
3"		0.0	0.0	100.0	3.15	
2 1/2"		0.0	0.0	100.0		(A) peso de tara (g) : 0.0
2"		0.0	0.0	100.0		(B) peso de muestra original húmeda(g): 500.0
1 1/2"		0.0	0.0	100.0		(C) peso de muestra seca(g) : 496.7
1"		0.0	0.0	100.0		% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A] 0.66
3/4"		0.0	0.0	100.0		(D) peso de tara (g) : 0.0
1/2"		0.0	0.0	100.0		(E) peso de muestra seca (g) : 496.7
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0		(F) peso de muestra después de lavado seco (g) : 481.5
# 4	10.9	2.2	2.2	97.8		%PASANTE DE M # 200 [E-F] * 100 / [E-D] 3.06
# 8	87.7	17.7	19.9	80.1		
# 16	120.3	24.2	44.1	55.9		
# 30	121.8	24.5	68.6	31.4		
# 50	82.6	16.6	85.2	14.8		
# 100	48.8	9.4	94.6	5.4		
FONDO	28.6	5.4	100.0	0.0		OBSERVACIONES Arena zarandeada para Concreto Permeable
TOTAL (e)	496.7	100.0	MODULO DE FINEZA	3.15		

El módulo de fineza= % retenido acumulado en las mallas (3" + 1 1/2" + 3/4" + 3/8" + #4 + #8 + #16 + #30 + #50 + #100) / 100
Nota: Para ag. Gruesos, en los tamices donde no exista retenido considere 100% de retenido acumulado en cada uno
El tamaño maximo= menor tamiz por el que pasa el 100% del agregado tamizado.



Eusequiel Curay Ovally
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269968

Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269968



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO

EXPEDIENTE : "Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana"
Realizado por : E.C.O.
Revisado por : P.E.O.
Fecha : 18-04-2022

Datos de Muestra

KM. : CANTERA SOJO
Lado :
Material : PIEDRA PARA AGREGADO CONCRETO PERMEABLE

SUELTO			
ENSAYO N°	1	2	RESULTADO
PESO DE LA PIEDRA + MOLDE (gr.)	9038	9000	9019
PESO DEL MOLDE (gr.)	6125	6125	6125
PESO DE LA PIEDRA SUELTO	2913	2875	2894
VOLUMEN DEL MOLDE	2050	2050	2050
PESO UNITARIO SUELTO	1.421	1.402	1.41
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M³)		1412	

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....


Exequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO

EXPEDIENTE : "Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana"

Realizado por : E.C.O.
Revisado por : P.E.O.
Fecha : 18-04-2022

Datos de Muestra

KM. : CANTERA CERRO MOCHO
Lado :
Material : ARENA PARA CONCRETO PERMEABLE

SUELTO			
ENSAYO N°	1	2	RESULTADO
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	9255	9279	9267
PESO DEL MOLDE (gr.)	6125	6125	6125
PESO DE LA ARENA SUELTO	3130	3154	3142
VOLUMEN DEL MOLDE	2050	2050	2050
PESO UNITARIO SUELTO	1.53	1.54	1.53
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M³)		1533	

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....


Exsequiel Cuyaj Ovalle
TÉC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO

EXPEDIENTE : "Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana"
Realizado por : E.C.O.
Revisado por : P.E.O.
Fecha : 18-04-2022

Datos de Muestra

KM. : CANTERA CERRO MOCHO
Lado :
Material : ARENA PARA CONCRETO PERMEABLE

COMPACTADO			
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA ARENA + MOLDE (gr.)	9814	9856	9835
PESO DEL MOLDE (gr.)	6125	6125	6125
PESO DE LA ARENA SUELTO	3689	3731	3710
VOLUMEN DEL MOLDE	2050	2050	2050
PESO UNITARIO SUELTO	1.800	1.820	1.810
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M³)	1810		

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....


Exequiel Curry Ovalle
ING. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269968



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO

EXPEDIENTE : "Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana"

Realizado por : E.C.O.
Revisado por : P.E.O.
Fecha : 18-04-2022

Datos de Muestra

KM. : CANTERA SOJO
Lado :
Material : PIEDRA PARA AGREGADO CONCRETO PERMEABLE

COMPACTADO

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE LA PIEDRA + MOLDE (gr.)	9370	9330	9350
PESO DEL MOLDE (gr.)	6125	6125	6125
PESO DE LA PIEDRA SUELTO	3245	3205	3225
VOLUMEN DEL MOLDE	2050	2050	2050
PESO UNITARIO SUELTO	1.583	1.563	1.57
PROMEDIO PONDERADO (Kg / M ³)		1573	

OBSERVACIONES:

.....
.....
.....
.....


Exequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269968



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO ESPECIFICO

EXPEDIENTE : "Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana"

Realizado por : E.C.O.
Revisado por : P.E.O.
Fecha : 18-04-2022

Datos de Muestra

KM. : ARENA DE CERRO MOCHO Y PIEDRA DE SOJO
Lado :
Material :

AGREGADO FINO				
	DESCRIPCION	M1	M2	RESULTADO
A	Peso muestra saturado con superficie seca	500.0	500.0	500.0
B	Peso fiola + agua	661.1	661.2	661.15
C	Peso Material + Canastilla (Aire)	1161.1	1161.2	1161.15
D	Peso de muestra saturada dentro del agua + fiola	877.30	877.20	877.25
E	Volumen Masa + Volumen Vacios	283.8	284	283.9
F	Peso Seco del suelo (en homo a 110°C +5°C)	495.20	494.90	495.05
G	Volumen Masa	279.0	278.9	278.95
	Peso Especifico de masa (Pem)	1.745	1.743	1.74
	Peso Especifico Saturado (PeSSS)	1.762	1.761	1.76
	Peso Especifico Aparente (Pea)	1.775	1.774	1.77
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	0.97	1.0	1.0

AGREGADO GRUESO				
	DESCRIPCION	M1	M2	RESULTADO
1.-	Peso saturado con superficie seca (SSS)	1171.2	1172.2	1171.7
2.-	Peso Canastilla	0.0	0.0	0
3.-	Peso Material + Canastilla (Aire)	1171.2	1172.2	1171.7
4.-	Peso Material sumergido del suelo	743.9	741.8	742.9
5.-	Volumen Masa + Volumen Vacios	427.3	430.4	427.3
6.-	Peso Seco del suelo (en horno a 110°C +5°C)	1160.2	1159.3	1159.8
7.-	Volumen Masa	416.3	417.5	416.9
	Peso Especifico de masa (Pem)	2.715	2.694	2.704
	Peso Especifico Saturado (PeSSS)	2.741	2.724	2.732
	Peso Especifico Aparente (Pea)	2.787	2.777	2.782
	% Absorción	0.9	1.1	1.03

Observaciones:


Exsequiel Curay Ovalle
TTC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO


Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988

ANEXO N°5. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE I



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PERMEABLE F'c - 280 Kg/cm²

OBRA : "Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana"
 TRAMO : SULLANA IDENTIFICACION DE LA ESTRUCTURA : DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE
 FECHA : 2/06/2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Módulos de finiza	
M.F. Arena	3.10
M.F. Piedra	6.80
M.F. Global	6.74
Vol Agregados	
Arena	0.58341 m ³
Piedra T.M = 1/2"	80 %
	100 %

Dosificación
Cementante total
Relación agua-cemento a/c :

537.5 Kg (12.6 bolsas)
0.40

Resistencia esp. (F'c) : 280 Kg/cm² Fecha : 2/06/2022

Técnico : MANUEL CASTRO GALLO

Prueba : TANDA 1

F'cr : 336 Kg/cm²

Especificaciones
Slump = 2" - 4"

Peso unitario suelto Grava = 1478 Kg/m³
Peso unitario suelto arena = 1431 Kg/m³
Volumen de tanda de prueba = 0.0075 m³

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	W.L. (m)	PESO S.S.S. kg/m ³	CORRECCION POR HUMEDAD (Kg)	TANDA DE PRUEBA 03 modulos	UNIDAD
Cemento Tipo I	Pacasmayo	2960			537.5	0.18159	537.5	537.5	4.031	kg
Agua	AGUA POTABLE	1000			215.0	0.21500	230.3	222.5	1.688	Li
Arena	SEGUNDO DAR	1780	0.66	1.000	207.7	0.11968	207.7	209.1	1.568	kg
Piedra T.M = 1/2"	SEGUNDO DAR	2780	0.50	1.020	1297.5	0.46673	1297.5	1304.0	9.780	kg
PLASTICO										
Aire total (%)					2.0%	0.02000				
TOTAL						1.00000 m ³	2273 Kg	2273 Kg	17.05 Kg	

CONTROL DE CALIDAD

Slump inicial	1	Pulg
Temp Ambiente	28	°C
Temp Concreto	23	°C
Probetas	9	Und

Proporción en peso sin corrección por humedad por m³ de mezcla

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (kg)
12.6	207.7	1297.5	230.3

Proporción en peso sin corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (kg)
1.0	16.42	102.59	18.21

Proporción en peso con corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (L)
1.0	16.63	103.11	17.59

Resultados Finales

Proporción en peso con corrección por humedad

Cemento	Arena	Piedra 1"	Agua (Litros)	Aditivo
1.0	0.4	2.4	17.59	

Proporción en volumen con corrección por humedad para 1 m³ de concreto

Cemento (Bls)	Arena (ps ³)	Piedra 1" (ps ³)	Agua (L)	Aditivo (kg)
12.6	5.1	31.1	222.45	

Proporción en volumen por bolsa de cemento con corrección por humedad

Cemento (Bls)	Arena (ps ³)	Piedra 1" (ps ³)	Agua (Litros)	Aditivo (kg)
1	0.4	2.5	17.6	

(Firma)
Exsequiel Cuyay Ovalle
Téc. SUSLUCO, CONCRETO Y ASFALTO

(Firma)
Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269968

ANEXO N°6. DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO PERMEABLE II



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

HOJA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO PERMEABLE F°C - 280 Kg/cm²

OBRA : "Propuesta de un diseño de mezcla para un concreto permeable utilizando agregados de las canteras de la ciudad de Sullana"
 TRAMO : SULLANA IDENTIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA : DISEÑO DE CONCRETO PERMEABLE
 FECHA : 2/06/2022

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Módulos de fineza	
M.F. Arena	3.10
M.F. Piedra	8.80
M.F. Global	6.37
Vol. Agregados	
Arena	33 %
Piedra T.M = 1/2"	70 %
	100 %

Dosificación
Cemento total : 537.5 Kg 12.6 bolsas
Relación agua-cemento a/c : 0.40

Resistencia esp. (f'c) : 280 Kg/cm² Fecha : 2/06/2022

Técnico : MANUEL CASTRO GALLO Prueba : TANDA 1

f'cr : 336 Kg/cm²

Especificaciones
Slump = 2" - 4"
Peso unitario suelto Grava = 1479 Kg/m³
Peso unitario suelto arena = 1431 Kg/m³
Volumen de tanda de prueba = 0.0075 m³

MATERIALES	PROVENIENCIA	P' ESP kg/m ³	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m ³	VOL. (m ³)	PESO S.S. kg/m ³	CORRECCIÓN POR HUMEDAD (kg)	TANDA DE PRUEBA (bolsas)	UNIDAD
Cemento Tipo I	Pacasmayo	2960			537.5	0.18159	537.5	537.5	4.031	kg
Agua	AGUA POTABLE	1000			215.0	0.21500	229.7	222.0	1.665	Lt
Arena	SEGUNDO DAR	1780	0.66	1.000	311.5	0.17502	311.5	313.6	2.352	kg
Piedra T.M = 1/2"	SEGUNDO DAR	2780	0.50	1.020	1135.3	0.40839	1135.3	1141.0	8.597	kg
PLASTICO										
Aire total (%)				2.0%	0.02000					
TOTAL					1.00000 m ³		2214 Kg	2214 Kg	16.61 Kg	

CONTROL DE CALIDAD

Slump inicial	1	Pulg
Temp. Ambiente	29	°C
Temp. Concreto	23	°C
Probetas	9	Und

Proporción en peso sin corrección por humedad por m³ de mezcla

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (kg)
12.6	311.5	1138.3	229.7

Proporción en peso sin corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (kg)
1.0	24.83	89.77	18.16

Proporción en peso con corrección por humedad por bolsa de cemento

Cemento (Bls)	Arena (Kg)	Piedra (Kg)	Agua (L)
1.0	24.80	90.22	17.56

Resultados Finales

Proporción en peso con corrección por humedad

Cemento	Arena	Piedra 1"	Agua (L/bolsa)	Aditivo
1.0	0.6	2.1	17.56	

Proporción en volumen con corrección por humedad para 1 m³ de concreto

Cemento (Bls)	Arena (pie ³)	Piedra 1" (pie ³)	Agua (L)	Aditivo (kg)
12.6	7.7	27.2	221.96	

Proporción en volumen por bolsa de cemento con corrección por humedad

Cemento (Bls)	Arena (pie ³)	Piedra 1" (pie ³)	Agua (L/bolsa)	Aditivo (kg)
1	0.6	2.1	17.6	

Exsequiel Garay Quiroga
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Paul Enriquez Ortiz
Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269968

ANEXO N°7. RESISTENCIA AL ESFUERZO DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO

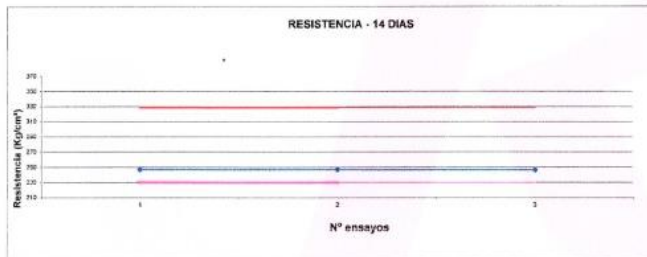


LEM-LA ROCA E.I.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
 MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

LEM - LA ROCA E.I.R.L.			
OBRA	: "PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"	TECNICO	E.C.O
UBICACIÓN	: SULLANA-PIURA	ING° RESP.	P.E.O
TESISTAS	: COBA RUGEL BRENDA M. -SANTOS GUTIERREZ JUNIOR W.	FECHA	19/06/2022
		REG. No	: 240-140-03

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO HIDRAULICO
 MTC E 704-200

REG. N°	UBICACIÓN	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (Días)	AREA DE PROBETA (cm²)	SLUMP (pulg)	LECTURA DIAL Kg	RESISTENCIA (Kg/cm²)	PROMEDIO 3 VALORES (Kg/cm²)	% RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA REQUERIDA %
			MOLDEO	ROTURA								
			DISEÑO									
			F _c =									
			280									
4586	SULLANA-PIURA	Probetas de concreto permeable	5/06/2022	19/06/2022	14	176.2	1	43500.8	246.9	246.9	88.2%	85.0%
4587						176.4		43570.2	247.0			
4588						176.8		43600.4	246.6			



n	2.0
Xp	246.9
MIN	246.9
MAX	247.0
DESV. ESTANDAR	0.1
VARIANZA	0.0
COEF. VARIACION	0.0

F' c Diseño = 280 Kg/cm²
 F' cr Requerida = 336 Kg/cm²

Exsencial Córrea Ovalle
 TEC. SUSLUS CONCRETO PERMEABLE
 TECNICO RESPONSABLE

Paedatoba
 TESISTA 1

J.A.A.
 TESISTA 2

Paul Enriquez Ortiz
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 269988
 ING. RESPONSABLE



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

LEM - LA ROCA E.I.R.L.			
OBRA	: "PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"		TECNICO E.C.O.
UBICACIÓN	: SULLANA-PIURA		ING° RESP. P.E.O
TESTISTAS	: COBA RUGEL, BRENDA M. : SANTOS GUTIERREZ JUNIOR W.		FECHA 12/09/2022 REG. No : 240-7D-22

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PERMEABLE

MTC E 704-200

DISEÑO $f_c = 280$

REG. N°	UBICACIÓN	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (Días)	AREA DE PROBETA (cm ²)	SLUMP (puq)	LECTURA DIAL Kg	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	PROMEDIO 3 VALORES (Kg/cm ²)	% RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA REQUERIDA %
			MOLDEO	ROTURA								
4593	SULLANA - PIURA	Probetas de concreto permeable	5/06/2022	12/05/2022	7	176.7	1	38015.4	215.1	215.1	76.8%	75.0%
4594						176.9		38017.4	214.9			
4595						176.5		38017.4	215.4			



n	2.0
Xp	215.0
MIN	214.9
MAX	215.1
DESV. ESTANDAR	0.2
VARIANZA	0.0
COEF. VARIACION	0.1

$F'c$ Diseño = 280 Kg/cm²
 $F'cr$ Requerida = 336 Kg/cm²

Exsequiel Cordero Orosco
TECNICO RESPONSABLE

Brenda M. Rugel
TESISTA 1

Santos Gutierrez Junior W.
TESISTA 2

Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988
ING. RESPONSABLE



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

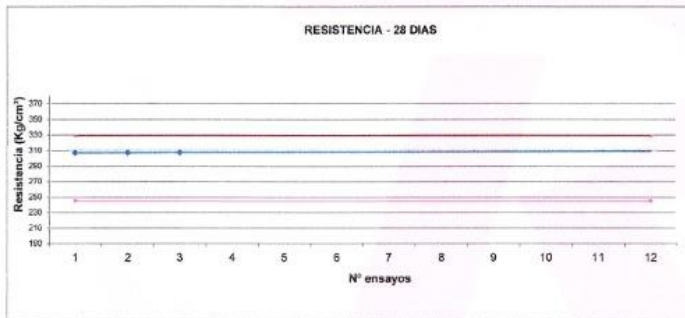
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

LEM - LA ROCA E.I.R.L.				
OBRA	: "PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"		TECNICO	E.C.O.
UBICACIÓN	SULLANA - PIURA		IND. RESP.	: P.E.O.
TESISTAS	: COBA RUSSEL BRENDA M. : SANTOS GUTIERREZ JUNIOR W.		FECHA	30/7/2012
			REG. No	: 145-280-23

RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO PERMEABLE MTC E 704-200

DISEÑO	Fc =	280
--------	------	-----

REG. N°	UBICACIÓN	ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (Días)	AREA DE PROBETA (cm²)	SLUMP (pulg)	LECTURA DIAL Kg	RESISTENCIA (Kg/cm²)	PROMEDIO 3 VALORES (Kg/cm²)	% RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA REQUERIDA %
			MOLDEO	ROTURA								
4599	SULLANA - PIURA	Probetas de concreto permeable	5/06/2012	3/07/2012	28	178.4	1	54100.0	306.7	306.9	109.6%	100.0%
4600						178.6		54200.0				
4601						178.8		54300.0				



n	3.0
Xp	306.9
MIN	306.7
MAX	307.1
DESV. ESTANDAR	0.2
VARIANZA	0.0
COEF. VARIACION	0.1

F'c Diseño = 280 Kg/cm²
F'cr Requerida = 336 Kg/cm²

[Signature]
Exequiel Curay Qualle
TEC. SUJOS DE CONCRETO Y ASFALTO

TECNICO RESPONSABLE

[Signature]
Brenda M. Santos

TESISTA 1

TESISTA 2

[Signature]
Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988

ING. RESPONSABLE

ANEXO N°8. CERTIFICADO DE ROTURA DE PROBETAS



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PROYECTO: "PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"
SOLICITA: COBA RUGEL BRENDA MAYTE
SANTOS GUTIERREZ, JUNIOR WILLIAM
FECHA: SULLANA, 04 DE JULIO DEL 2022

CERTIFICA

Que se ha realizado la rotura de 9 PROBETAS y los resultados obtenidos son los siguientes:

ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (Días)	AREA DE PROBETA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	PROMEDIO 3 VALORES (Kg/cm ²)
	MOLDEO	ROTURA				
Probetas de concreto permeable	05/06/2022	12/06/2022	7	176.7	215.1	215.1
				176.9	214.9	
				176.5	215.4	

ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (Días)	AREA DE PROBETA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	PROMEDIO 3 VALORES (Kg/cm ²)
	MOLDEO	ROTURA				
Probetas de concreto permeable	05/06/2022	19/06/2022	14	176.2	246.9	246.9
				176.4	247.0	
				176.8	246.6	

ESTRUCTURA	FECHA		EDAD (Días)	AREA DE PROBETA (cm ²)	RESISTENCIA (Kg/cm ²)	PROMEDIO 3 VALORES (Kg/cm ²)
	MOLDEO	ROTURA				
Probetas de concreto permeable	05/06/2012	03/07/2012	28	176.4	306.7	306.9
				176.6	306.9	
				176.8	307.1	

[Handwritten signature]
Exequiel Coray
I.C. CONTROL DE CALIDAD Y MANTENIMIENTO

[Handwritten signature]
Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988

ANEXO N°9. DETERMINACIÓN DE PESO UNITARIO Y CONTENIDO DE VACIOS



LEM-LA ROCA E.I.R.L.
 LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
 MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

PESO UNITARIO Y PORCENTAJE DE VACÍOS DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO (ASTM C138)	
PROYECTO:	"PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"
TESISTAS:	Coba Rugel Brenda Mayte Santos Guitierrez Junior William
Fecha:	5/06/2022
F'c	280 kg/cm ²

DATOS DEL DISEÑO

Diseño II	Cant. A. Grueso %	Cant. A. Fino	Slump
II	70%	30%	1

DATOS DE LA OLLA WHASHINGTON

Diametro m	Radio m	Altura m	Volumen m ³	Peso de la olla kg
0.24	0.12	0.234	0.0106	5.848

ECUACION PARA DETERMINAR EL PESO UNITARIO DEL CONCRETO PERMEABLE	PROPIEDADES
$\text{Peso unitario} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{M_c - M_m}{V_m}$	Mc= Peso de olla + Peso de muestra
	Mm= peso de olla
	Vm= Volumen de olla whashington

ECUACION PARA DETERMINAR EL CONTENIDO DE VACIOS DEL CONCRETO PERMEABLE	PROPIEDADES
$\text{Contenido de vacíos} (\%) = \frac{T - D}{T}$	T= Densidad teorica del concreto
	D= Peso unitario de la muestra

Mc: Peso de olla + peso de muestra= 19.06
 Mm: peso de olla = 5.848
 Volumen de olla= 0.0106
 Peso unitario= 1248.07
 Contenido de vacios= 6.16

(Handwritten signature)
 Excmo. Sr. Coronel
 TIC SULLANA

(Handwritten signature)

 Paul Enriquez Ortiz
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 269988

ANEXO N°10. CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Paul Enriquez Ortiz, con DNI N° 72395231, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como Supervisor, en la institución _____.

Por medio de la presente hago constatar que he recibido con fines para uso y empleo el equipo elaborado manualmente según el ACI 522R llamado permeámetro de carga variable para su aplicación en probetas de concreto permeable.

Luego de realizar las observaciones necesarias y ponerlo a prueba, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Efectividad del equipo elaborado			✓	
Operatividad del sistema			✓	
Confiability del equipo para ensayos de permeabilidad			✓	

Sullana, lunes 04 de Julio del 2022



Firma

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Marque con una X la apariencia o característica cualitativa que le parece que cumpla cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios a continuación se detallan:

A= EXCELENTE B=BUENO C=MEJORAR D=ELIMINAR E=CAMBIAR

PARAMETROS ITEM	ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E	
Efectividad del equipo elaborado		X				
Operatividad del sistema		X				
Confiabilidad del equipo para ensayos de permeabilidad		X				

Evaluated por:

Nombre y apellido: Paul Enriquez Ortiz

DNI: 72395231

Firma: 

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, EXSEQUIEL CURAY OVALLE, con DNI N° 03563330, de profesión TEC. LABORATORISTA, ejerciendo actualmente como _____, en la institución DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.

Por medio de la presente hago constatar que he recibido con fines para uso y empleo el equipo elaborado manualmente según el ACI 522R llamado permeámetro de carga variable para su aplicación en probetas de concreto permeable.

Luego de realizar las observaciones necesarias y ponerlo a prueba, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Efectividad del equipo elaborado			✓	
Operatividad del sistema		✓		
Confiablez del equipo para ensayos de permeabilidad			✓	

Sullana, lunes 04 de Julio del 2022


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS CONCRETO Y ASFALTO
Firma

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Marque con una X la apariencia o característica cualitativa que le parece que cumpla cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios a continuación se detallan:

A= EXCELENTE B=BUENO C=MEJORAR D=ELIMINAR E=CAMBIAR

PARAMETROS ITEM	ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E	
Efectividad del equipo elaborado		✓				
Operatividad del sistema		✓				
Confiabilidad del equipo para ensayos de permeabilidad		✓				

Evaluado por:

Nombre y apellido: EXSEQUIEL CURAY OVALLE.

DNI: 03563330

Firma:


Exsequiel Curay Ovalle
TEC. SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Emigdio Enriquez TORRES, con DNI N° 03641914, de profesión Ingeniero Civil, ejerciendo actualmente como jefe de Infraestructura en la institución UGEL.

Por medio de la presente hago constatar que he recibido con fines para uso y empleo el equipo elaborado manualmente según el ACI 522R llamado permeámetro de carga variable para su aplicación en probetas de concreto permeable.

Luego de realizar las observaciones necesarias y ponerlo a prueba, puedo formular las siguientes apreciaciones:

	DEFICIENTE	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
Efectividad del equipo elaborado		✓		
Operatividad del sistema			✓	
Confiabilidad del equipo para ensayos de permeabilidad		✓		

Sullana, lunes 04 de Julio del 2022



Firma

JUICIO DE EXPERTO SOBRE LA PERTINENCIA DEL INSTRUMENTO

INSTRUCCIONES

Marque con una X la apariencia o característica cualitativa que le parece que cumpla cada ítem y alternativa de respuesta, según los criterios a continuación se detallan:

A= EXCELENTE B=BUENO C=MEJORAR D=ELIMINAR E=CAMBIAR

PARAMETROS	ALTERNATIVAS					OBSERVACIONES
	A	B	C	D	E	
ITEM						
Efectividad del equipo elaborado		X				
Operatividad del sistema		X				
Confiabilidad del equipo para ensayos de permeabilidad		X				

Evaluado por:

Nombre y apellido: Emigdio Enriquez Torres

DNI: 03641914

Firma: 

ANEXO N° 11. ENSAYO DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO PERMEABLE



LEM-LA ROCA E.I.R.L.

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES - CONTROL DE CALIDAD
MANTENIMIENTO DE OBRAS CIVILES

ENSAYO DE PERMEABILIDAD	
PROYECTO:	"PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA"
TESISTAS:	Coba Rugel Brenda Mayte Santos Guitierrez Junior William
Fecha:	4/07/2022
F'c concreto:	280 kg/cm2

DATOS DEL DISEÑO

Diseño II	Cant. A. Grueso %	Cant. A. fino %	Slump	% aire
II	70%	30%	1	6%

DATOS DE LA PROBETA DE ENSAYO

Diametro cm	Area cm2	Altura cm	Volumen dm3
15	176.71	30	5.30

Finalmente se determina el coeficiente a través de la ley de Darcy:

$$\text{Coeficiente de permeabilidad (k)} = 2.3 * \frac{a \cdot L}{A \cdot t} * \text{Log} \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

Donde:

K= coeficiente de permeabilidad (cm/s)

t= tiempo (seg)

L= longitud de muestra (cm)

A= área de la muestra (cm2)

a= área de la tubería de carga (cm2)

h1= altura de agua medida desde la parte superior de la muestra (cm)

h2= altura medida desde la salida de la tubería de agua hasta superficie de la muestra (cm)

N° de ensayo	Altura inicial h1 (cm)	Altura final h2 (cm)	Tiempo (seg)
1	40	35	4100
2	40	34	3010
Promedio	40	34.50	3555

K= 0.00125 cm/s


Enmanuel Zurro Ovalle
ING. CIVIL


Paul Enriquez Ortiz
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 269988

ANEXO N° 12. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Visita a cantera de Sojo “Agregados Saint Thomas SAC” – Sullana.



Visita a cantera de Cerro Mocho, Ignacio Escudero – Sullana.



Ensayo de Peso unitario suelto de la piedra.



Ensayo de Peso unitario suelto de la arena.



Material (arena y piedra) saturado por 24 horas.



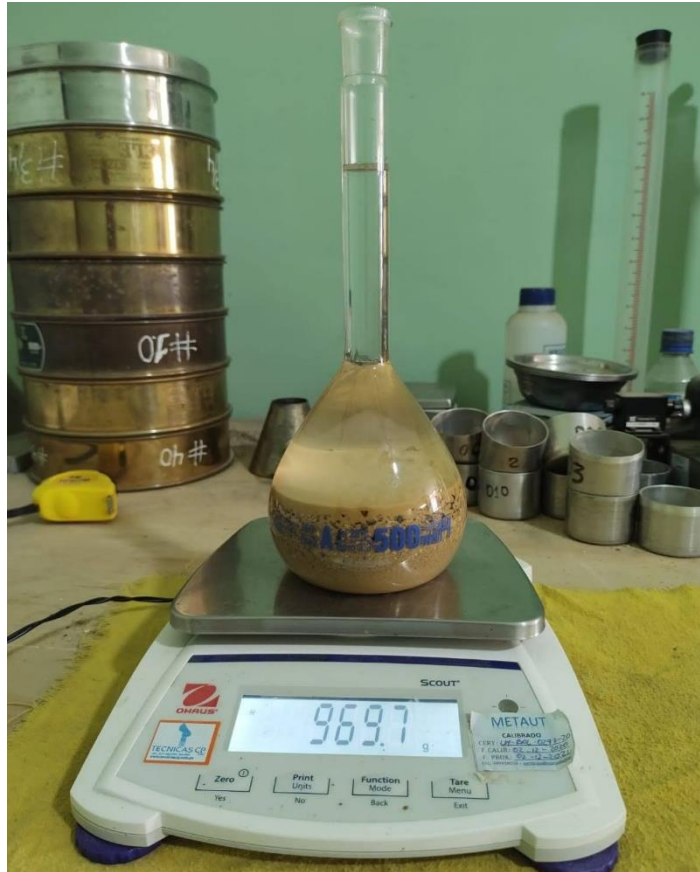
Agregado grueso secado superficialmente.



Agregado fino secado superficialmente



Material (piedra) sumergido totalmente en el agua.



Peso específico de la arena + fiola



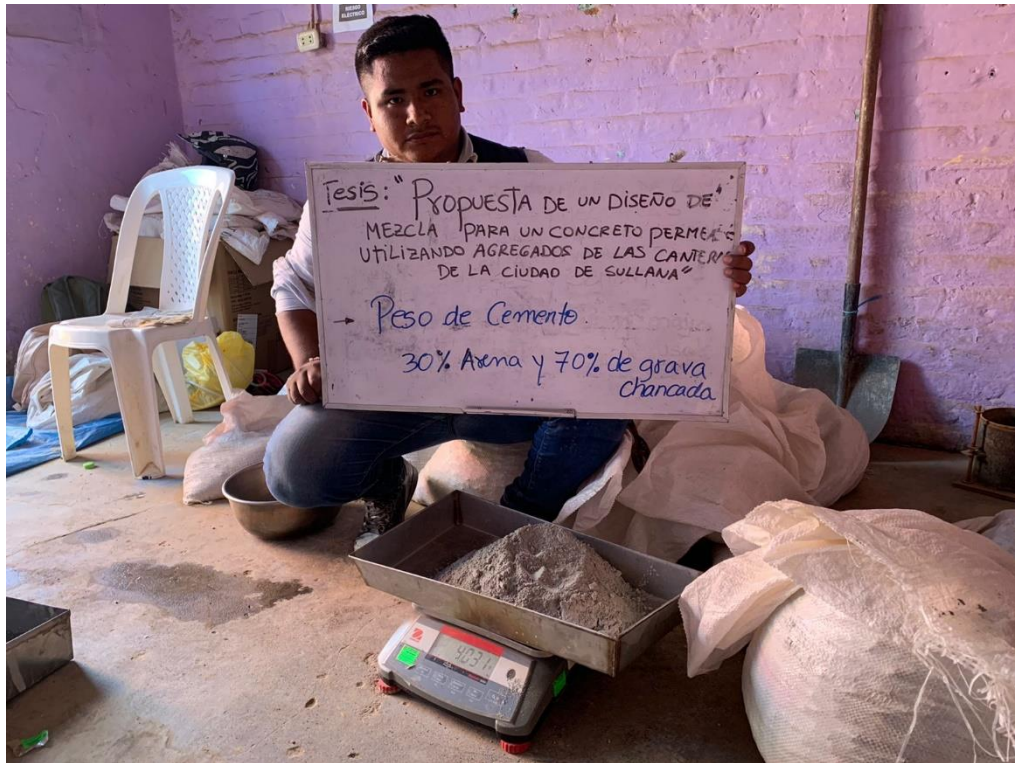
Material secado en horno



Datos tomados en el laboratorio



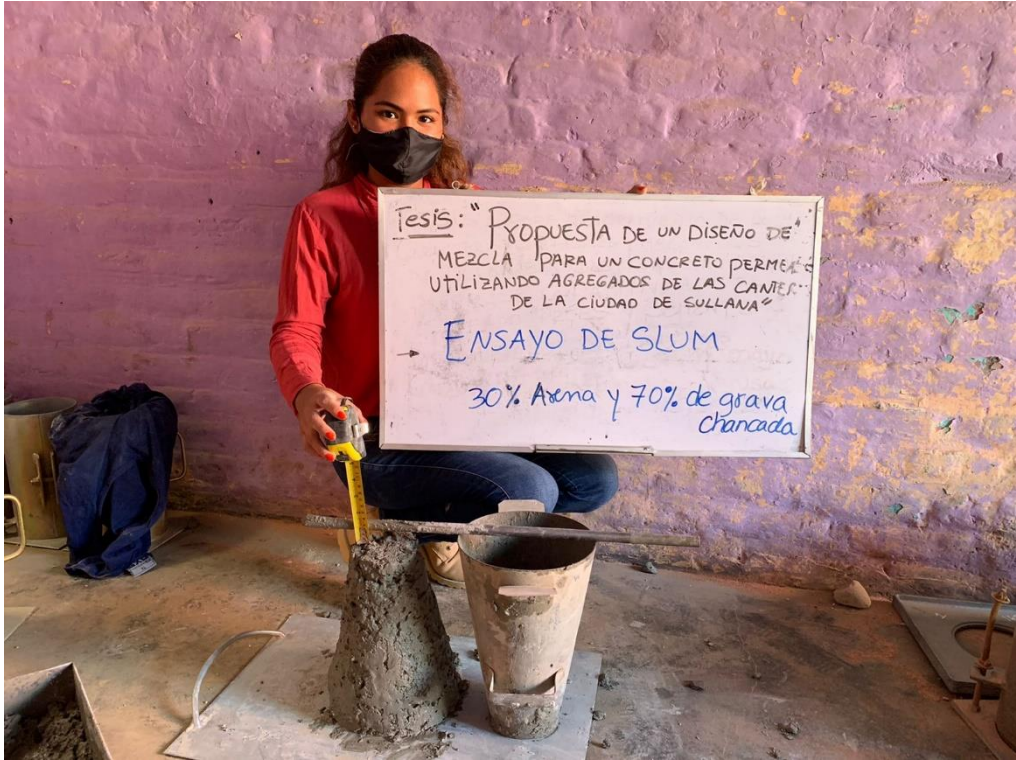
Ensayos supervisados por técnico responsable de laboratorio.



Peso de materiales para la mezcla de concreto: 30% arena y 70% piedra.



Mezclado de concreto.



Prueba de ensayo de SLUMP.



Preparación de probetas.



Testigos de concreto permeable.



Testigos a someter por esfuerzo de compresión.



Probetas sometidas a esfuerzo de compresión en prensa hidráulica.



Ensayo de permeabilidad.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "PROPUESTA DE UN DISEÑO DE MEZCLA PARA UN CONCRETO PERMEABLE UTILIZANDO AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE LA CIUDAD DE SULLANA", cuyos autores son COBA RUGEL BRENDA MAYTE, SANTOS GUTIERREZ JUNIOR WILLIAM, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 25 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MEDINA CARBAJAL LUCIO SIGIFREDO : 40534510 ORCID: 0000-0001-5207-4421	Firmado electrónicamente por: LMEDINAC el 25-07- 2022 21:22:58

Código documento Trilce: INV - 0869450