



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Diseño de pavimento permeable adicionando fibras de vidrio y su
impacto en las propiedades del concreto poroso, Urbanización Lirios,
Andahuaylas 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Leguia Baldarrago, John (orcid.org/0009-0009-2983-2912)

ASESOR:

Dr. Benites Zuñiga Jose Luis (orcid.org/0000-0003-4459-494X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

Dedicatoria

A mis padres, tíos y familia que confiaron en mí.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios que nos dio la vida, y todo lo que nos rodea se lo debemos a Él.

Doy gracias a la universidad César Vallejo, mi casa de estudios, en donde aprendí a alcanzar mis metas, y una de ellas es convertirme en el profesional que aspiro ser.

Declaratoria de autenticidad del asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023", cuyo autor es LEGUIA BALDARRAGO JOHN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He 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 me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 13 de Febrero del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
BENITES ZUÑIGA JOSE LUIS DNI: 42414842 ORCID: 0000-0003-4459-494X	Firmado electrónicamente por: JBENITESZL el 13- 02-2024 19:11:43

Declaratoria de originalidad del autor/ autores



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, LEGUIA BALDARRAGO JOHN estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
LEGUIA BALDARRAGO JOHN DNI: 70802215 ORCID: 0009-0009-2983-2912	Firmado electrónicamente por: JLEGUIAB el 13-02- 2024 21:27:56

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor/ autores	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	21
3.2. Variables y operacionalización	22
3.3. Población, muestra y muestreo	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	25
3.5. Procedimientos.....	26
3.6. Método de análisis de datos	34
3.7. Aspectos éticos	34
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Características de la fibra de vidrio.....	19
Tabla 2. Cantidad de muestras para ensayo de resistencia a la compresión axial	24
Tabla 3. Cantidad de muestras para ensayo de resistencia a la flexión	24
Tabla 4. Cantidad de muestras para ensayo de permeabilidad	24
Tabla 7. Ensayos de límites de consistencia	29
Tabla 8. Ensayos de CBR.....	29
Tabla 9. Ensayos de proctor	29
Tabla 10. Clasificación del suelo.....	30
Tabla 11. Criterios generales de diseño para las muestras	31
Tabla 12. Dosificación para el diseño de mezcla Testigo.....	31
Tabla 13. Dosificación para el diseño de mezcla con 1% de fibra de vidrio	31
Tabla 14. Materiales para el diseño de mezcla con 2% de fibra de vidrio	32
Tabla 15. Materiales para el diseño de mezcla con 3% de fibra de vidrio	32
Tabla 16. Número de muestras para ensayo de resistencia a la compresión	38
Tabla 17. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la compresión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 7 días.	40
Tabla 18. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la compresión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 14 días.	40
Tabla 19. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la compresión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 28 días.	41
Tabla 20. Cantidad de muestras para ensayo de resistencia a la flexión	42
Tabla 21. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la flexión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 7 días.	44
Tabla 22. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la flexión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 28 días.	44
Tabla 23. Prueba de diferencia de media de la permeabilidad del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 28 días	46
Tabla 24. CBR alcanzado a diferentes demandas de energía o compactación en los tres puntos muestreados	49
Tabla 25. Caracterización de los tipos de suelo en los tres puntos muestreados	50

Tabla 26. Índice de tráfico medio, diario, mensual y anual.....	51
Tabla 27. Factores de Equivalencia de Carga de los vehículos de diseño	52
Tabla 28. Distribución de la carga equivalente del eje simple estándar de 8,2 tn	52
Tabla 29. Elementos para el diseño del pavimento	53
Tabla 30. Propiedades de los materiales.....	53
Tabla 31. Estructura del pavimento	53

Índice de figuras

Figura 1. Curva granulométrica de agregados gruesos y finos.....	15
Figura 2. Correlación entre el contenido de vacíos y la proporción agua – cemento para el concreto permeable.	17
Figura 3. Calicata 01	27
Figura 4. Calicata 02	27
Figura 5. Calicata 03	27
Figura 6. Cuarteo de piedra chancada 3/8”	27
Figura 7. Peso de muestra	28
Figura 8. Ensayo proctor	28
Figura 12. Curado de concreto permeable	33
Figura 15. Mapa Provincial de Andahuaylas	36
Figura 16. Ubicación urbanización los lirios.....	37
Figura 17. Ruptura a la compresión.....	38
Figura 18. Ruptura a la compresión.....	38
Figura 19. Tendencia de la resistencia a la compresión (kg/cm ²) del concreto permeable con 1%, 2% y 3% de fibra de vidrio	39
Figura 21. Prueba de flexión	42
Figura 20. Prueba de flexión	42
Figura 22. Evolución de la resistencia a la flexión del concreto poroso con 1%, 2% y 3% de fibra de vidrio, en kg/cm ²	43
Figura 23. Coeficiente de permeabilidad promedio en cm/segundo al 15% de vacíos y 0,35 de relación agua cemento	45
Figura 24. Curva densidad seca vs humedad del ensayo proctor modificado – M1	47
Figura 25. Curva densidad seca vs humedad del ensayo proctor modificado – M2	47
Figura 26. Curva densidad seca vs humedad del ensayo proctor modificado – M3	48
Figura 27. Clasificación vehicular IMDA	51
Figura 28. Sección de vía típica.....	54

RESUMEN

La presente investigación buscó determinar el impacto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto poroso, para diseñar un pavimento permeable y mejorar el manejo de aguas fluviales para la avenida Los Lirios en la provincia de Andahuaylas. La metodología se basó en un diseño experimental puro, enfoque cuantitativo, nivel explicativo, la población se conformó de 36, 16 y 12, que estuvo definido por un muestro no probabilístico, la técnica que se uso fue la observación entre instrumentos se tubo fichas de resistencia a la compresión flexión y permeabilidad probetas para el ensayo de resistencia a la compresión, a la flexión; y de permeabilidad. Los resultados fueron: resistencia a la compresión de concreto patrón a los 28 días fue 207.49 kg/cm^2 y al 3% con fibra de vidrio de 218.18 kg/cm^2 , resistencia a la flexión de concreto patrón a los 28 días 32.67 kg/cm^2 y al 3% con fibra de vidrio con 44.90 kg/cm^2 y con una permeabilidad de concreto patrón de 0.17 cm/segundo y al 3% con fibra de vidrio con 0.29 cm/segundo . Se concluyó que, la incorporación de fibras de vidrio aumento la resistencia a compresión y flexión del concreto poroso también mejoró la permeabilidad.

Palabras claves: Concreto poroso, permeabilidad, compresión, flexión.

ABSTRACT

The present research sought to determine the impact of fiberglass on the mechanical properties of porous concrete, to design a permeable pavement and improve river water management for Los Lirios Avenue in the province of Andahuaylas. The methodology was based on a pure experimental design, quantitative approach, explanatory level, the population was made up of 36, 16 and 12, which was defined by a non-probabilistic sample, the technique used was observation between instruments using data sheets. flexural compressive strength and permeability specimens for compressive and flexural strength testing; and permeability. The results were: compressive strength of pattern concrete at 28 days was 207.49 kg/cm² and at 3% with fiberglass of 218.18 kg/cm², flexural strength of pattern concrete at 28 days 32.67 kg/cm² and at 3% with fiberglass with 44.90 kg/cm² and with a standard concrete permeability of 0.17 cm/second and at 3% with fiberglass with 0.29 cm/second. It was concluded that the incorporation of glass fibers increased the compressive and flexural strength of the porous concrete and also improved the permeability.

Keywords: Porous concrete, permeability, compression, bending.

I. INTRODUCCIÓN

La resistencia mecánica y la permeabilidad de los concretos porosos, son dos factores claves en la construcción de pavimentos rígidos, a fin de garantizar la durabilidad y la capacidad de soportar las cargas del tráfico vehicular y las condiciones climáticas (como las lluvias a fin de que estas sean drenadas y se logre una adecuada infiltración de las aguas en el suelo subyacente). Las fibras de material inorgánico, como fibras de acero, de vidrio o de polipropileno, actúan como refuerzo en el concreto poroso, reduciendo la formación y propagación de fisuras en el concreto poroso, al actuar como puentes entre las microgrietas evitando así su expansión; al mismo tiempo, dependiendo del tipo, tamaño y dosificación en general de la fibra es que se controla el efecto en la permeabilidad (Ore y Portillo, 2023).

El concreto poroso se caracteriza por un alto grado de porosidad y una proporción elevada del volumen de vacíos en relación al volumen total. Tiene una consistencia con revenimiento cero, lo que significa que es más seco y menos fluido que el concreto convencional. Es una mezcla de cemento, agua y agregado grueso, y una cantidad mínima o nula de agregado fino, además de agua (Ayala, Gil, Cornejo y Muñoz, 2022).

Este tipo de concreto presenta una estructura con poros interconectados que varían en tamaño, generalmente entre 2 y 8 mm, lo que permite la infiltración del agua. Esto se explica, puesto que, el contenido de vacíos puede oscilar entre 15% y 35%, lo que le confiere su característica permeable (Aponte y Rojas, 2021). A pesar de su alta porosidad, el concreto poroso puede lograr resistencias a la compresión que varían en un amplio rango, desde 28 hasta 280 kg/cm² (Beltrán y Villalba, 2020). Esto se debe a que la resistencia del concreto poroso está influenciada por varios factores, incluyendo el tipo y proporción de los materiales utilizados, el diseño de la mezcla y el proceso de curado (Panduro y Sinti, 2021).

La capacidad de drenar de un pavimento rígido permeable varía según las dimensiones del agregado y la relación masa volumen de la mezcla, influyendo en

la cantidad de espacio poroso y, por ende, en la velocidad y cantidad de agua drenada. Con un agregado grueso y mezcla porosa se logra un sistema de drenaje eficiente, permitiendo evacuar mayor cantidad de agua, mientras que con un agregado fino y mezcla densa la capacidad de drenaje disminuye (Kusuma et al., 2023). Estas tasas pueden oscilar entre 81 y 730 L/min/m² o entre 0.14 y 1.22 cm/s, por lo que es esencial considerar estos factores durante el diseño y construcción para asegurar un óptimo manejo del agua pluvial (Llerena y Ticlla, 2020).

Para abordar la realidad problemática internacional, se consideró pertinente indagar en organismos como, la Asociación Mundial de la Carretera (PIARC), donde informó que, más del 50% de la red vial se ve afectada por alteraciones en la temperatura del ambiente, lo que causa grietas en hasta el 90% de las carreteras (PIARC, 2022); la Federación Internacional de Carreteras (IRF), estimó pérdidas por US\$20 billones anuales en países en desarrollo por el mal estado de la infraestructura vial exacerbado por condiciones climáticas (IRF, 2022); y la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE), calcula que en EEUU se requieren US\$2 trillones en inversión vial en 10 años debido al deterioro prematuro por inundaciones, heladas y temperaturas extremas (ASCE, 2021). Estas fuentes reflejan una perspectiva internacional sobre la problemática, subrayando la necesidad de soluciones duraderas y sostenibles mediante la incorporación de fibras en el diseño de pavimentos permeables para el tránsito vehicular liviano. La inclusión de fibras de vidrio en el concreto poroso puede proporcionar una alternativa más ecológica al mejorar la resistencia y la durabilidad, lo que a su vez reduce la necesidad de reemplazos frecuentes.

A nivel nacional, la principal problemática en relación al drenaje en pavimentos es la carencia de permeabilidad y un sistema adecuado para manejar las aguas pluviales, especialmente en áreas urbanas densamente construidas, lo que puede llevar a inundaciones y acumulación de agua en calles (Esquerre y Silva, 2023); evidenciándose desafíos en el drenaje en pavimentos peruanos con inundaciones recurrentes en ciudades costeras como Lima, Trujillo y Piura durante la temporada de lluvias intensas, afectando la movilidad y seguridad ciudadana; así como en áreas rurales con deterioro de pavimentos debido a condiciones climáticas

extremas, afectando el acceso a servicios (Chunga, 2023). A nivel urbano, solo el 5% de las vías en Lima Metropolitana tienen pavimentos permeables, agravando problemas de inundaciones durante eventos climáticos como el Fenómeno del Niño Costero (gob.pe, 2022), de lo cual recientemente, se observó un aumento significativo en personas afectadas por lluvias intensas, con 3,963,344 individuos impactados, junto a viviendas (1,094,447), establecimientos de salud (1,974) e instituciones educativas (11,074) (ComexPerú, 2023). En regiones del centro y sur del país, un informe de Provías Descentralizado señala que, la mayoría de vías departamentales carecen de pavimentos aptos para drenaje pluvial, ello se traduce en que más del 70% de estas vías se vuelven intransitables durante épocas de lluvia (Proviades, 2021). En este contexto, se requiere promover soluciones innovadoras para el drenaje, como pavimentos permeables, que reducen el volumen de agua, generando hidrogramas de esorrentía mejorados y favoreciendo la recarga de aguas subterráneas (Coutinho, Melo, Alcántara, Rabelo y Santos, 2020).

En lo que respecta a la problemática objeto de estudio, en la urbanización Los Lirios, en Andahuaylas, la misma que tiene una antigüedad de 7 años, y cuenta con una población considerable de más de 1500 personas, lo que implica un tránsito peatonal y vehicular liviano pero constante en las vías internas; es decir, se debe disponer de vías internas en condiciones adecuadas para el tránsito peatonal y vehicular. En particular en la zona, se hace necesario la construcción de un pavimento permeable, dada los metros sobre el nivel del mar (msnm), en la que está ubicada (3200 msnm), siendo notable las condiciones climáticas extremas, presentándose lluvias intensas (constantes y copiosas) durante alrededor de cinco meses, desde noviembre hasta abril; más aún en la urbanización no existe un sistema de alcantarillado, el agua de lluvia no tiene hacia donde escurrir y se estanca en las calles de la urbanización, volviendo intransitable la zona con unidades vehiculares, dado el encharcamiento que se genera, y lo más grave pudiendo infiltrarse al interior de las viviendas, llegando afectar las bases de las mismas. Estas condiciones en definitiva no favorecerían para nada la construcción de pavimento convencional, pudiendo ocasionar saturaciones, generando encharcamientos e inundaciones en las vías internas al impedir un drenaje

adecuado; hay que tener en cuenta además que, las bajas temperaturas nocturnas registradas en la zona alcanzan un máximo de 9.3 °C en temporadas de invierno y min 2.09 °C y diurnas máximas de 19°C; y con registros de precipitación aproximada de 1474 mm (Climate-Data.org, 2023), pueden afectar negativamente las propiedades del concreto poroso, volviéndolo más frágil a bajas temperaturas, lo que puede provocar fisuramiento por contracción térmica y el curado del concreto poroso se dificulta a bajas temperaturas, lo cual reduce el desarrollo de resistencia. Por lo tanto, en climas fríos es clave tomar medidas para proteger al concreto poroso, como reducir la relación agua/cemento, realizar un curado adecuado, utilizar incorporadores de aire y evitar la saturación con agua antes de posibles heladas.

Ante la problemática abordada conviene plantearse la siguiente pregunta de investigación general, ¿En qué medida la adición de fibra de vidrio impacta en las propiedades del concreto poroso para su utilización en el diseño de un pavimento permeable, ¿Los Lirios, Andahuaylas 2023? De esta se desprenden un conjunto de preguntas específicas: ¿En qué medida la adición de fibra de vidrio impacta en la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción y resistencia a la flexión del concreto poroso?; así mismo profundizando en las causales, conviene preguntarse ¿En qué medida la adición de fibra de vidrio impacta en las propiedades físicas, químicas y mecánicas del concreto poroso?

En consideración del alcance de la investigación, esta se justifica por conveniencia, dado que permitirá a la Municipalidad Distrital de Andahuaylas demostrar una gestión eficiente al ejecutar obras de pavimentación que respondan a las necesidades de la población ante los problemas de encharcamiento e inundaciones en las vías internas, que afecta la transitabilidad de los vehículos y peatones, así como la seguridad de las casas del distrito y la calidad de vida de los pobladores. Por relevancia social, pues beneficiará directamente a los pobladores de la Urbanización Los Lirios, al proponer una solución sostenible que mejore la transitabilidad peatonal y vehicular, evitando aniegos en viviendas y contribuyendo a su calidad de vida. Por aporte teórico, justificado por que ampliará el conocimiento sobre el comportamiento y parámetros de diseño de concreto poroso reforzado con

fibra de vidrio en climas fríos y lluviosos. Por implicancias prácticas, los resultados podrán ser referencia para diseñar pavimentos permeables en otras zonas del país con problemáticas similares de clima, lluvias intensas y deficiencias en el drenaje pluvial. Por valor tecnológico, dado que se desarrollará una alternativa de pavimento permeable reforzado, más resistente y durable frente a condiciones climáticas adversas. Ante ello, el concreto poroso surge como una alternativa de pavimentación permeable; sin embargo, presenta limitaciones en cuanto a resistencia mecánica y durabilidad en climas fríos; y por ello la incorporación de fibras de vidrio podría mejorar estas propiedades, al actuar como refuerzo y evitar la propagación de fisuras, respondiendo así a solicitaciones mecánicas y condiciones climáticas adversas.

Ante el abordaje anterior, el objetivo general es: Determinar el impacto de la adición de fibra de vidrio en las propiedades del concreto poroso para su utilización en el diseño de un pavimento permeable, Los Lirios, Andahuaylas, 2023. Del cual se desprenden los siguientes objetivos específicos: Medir el impacto de la adición de fibras de vidrio en la resistencia a la compresión y a la flexión del concreto poroso; alcanzado es dos objetivos, conviene medir el impacto de la adición de fibras de vidrio en la permeabilidad como propiedad física del concreto poroso; por último, es necesario establecer los parámetros de diseño del pavimento rígido para tránsito liviano, teniendo en cuenta una zona de lluvias.

La hipótesis general planteada es: La adición de fibra de vidrio impacta significativamente en las propiedades del concreto poroso para su utilización en el diseño de un pavimento permeable, Los Lirios, Andahuaylas, 2023; y las hipótesis específicas son: La adición de fibras de vidrio impacta significativamente en la resistencia a la compresión del concreto poroso; la adición de fibras de vidrio impacta significativamente en la resistencia a la flexión del concreto poroso; la adición de fibras de vidrio impacta significativamente en la permeabilidad como propiedad física del concreto poroso.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito nacional, se destaca las investigaciones presentadas a continuación:

Cabrera y Vivanco (2019), en su tesis orientada a diseñar un pavimento rígido adicionando fibra de vidrio a la mezcla del concreto, presentada a la Universidad César Vallejo, Lima. Desarrollaron su investigación bajo un diseño cuasi experimental; con una muestra probabilística establecida por las calles A, B, C del grupo 1A Sector 6 de Villa el Salvador; aplicando instrumentos de, MTC conteo vehicular (Índice Medio Diario - IMD), formato para el estudio de suelos, formato para el ensayo de resistencia a la compresión y a la flexión) y un formato propio (entrevistas a pobladores); por último, los datos se analizaron mediante una ficha de evaluación en el pavimento rígido de la A.V Arriba Perú, estos datos se representaron en gráficos y tablas, considerando dimensiones y variables específicas. Abarcaron múltiples ensayos para comprender las propiedades del concreto, concluyendo que, la adición de fibra de vidrio en dosificaciones del 10% y 12.75% incrementa la resistencia; la resistencia varía según el porcentaje de fibra; por ejemplo, a los 28 días, el concreto con 10% de fibra alcanzó 258 kg/cm² de resistencia, mientras que con 12.75% obtuvo 256 kg/cm², en comparación con el concreto patrón de 210 kg/cm²; en el ensayo de flexión, usando 10% de fibra se logró una resistencia de 62 kg/cm², y con 12.75% se alcanzaron 67 kg/cm², mostrando un aumento de resistencia del 8% respecto al patrón; y la subrasante con un CBR promedio de 16.5%. Además, el cálculo de ejes equivalentes por el método AASHTO 93 resultó en 708777.93 para un periodo de diseño de 20 años; indicando finalmente que, las fibras de vidrio mejoraron la resistencia y previnieron fisuras en el pavimento, asegurando su durabilidad.

Guerra y Guerra (2020) en su investigación desarrollada en Juliaca, Perú; con la finalidad de analizar el desempeño de un concreto rígido poroso para pavimento permeable e impactar en la calidad del drenaje urbano; la investigación fue de tipo aplicada, bajo un diseño pre-experimental; se estudiaron las propiedades físico-mecánicas e hidráulicas del concreto poroso, para lo cual se utilizó 36 probetas mediante ensayos de resistencia a compresión y flexión, así como de

permeabilidad, cuyos datos fueron procesados en base al análisis estadístico descriptivo. Se concluyó como espesores de los elementos del pavimento rígido permeable, compuesto por una losa de 20 cm, subbase granular de 30-40 cm y tubería perforada de 25-35 cm; representa una alternativa eficiente para la evacuación de las aguas pluviales en la localidad, cumpliendo además con los requerimientos de capacidad estructural congruente con un tránsito vehicular liviano. Un logro significativo fue el de la evaluación de las aguas en un tiempo de 1,36 horas el tiempo de infiltración desde la superficie del pavimento hasta el subdrenaje, en comparación a las 15,7 horas que tardaba el agua en ser evacuada mediante el pavimento rígido convencional previamente existente.

Gallegos y Guerrero (2021), en su investigación orientada al estudio de las propiedades del concreto poroso adicionando fibras de vidrio para el diseño de pavimento, en la ciudad de Coracora, Lima, presentada a la Universidad César Vallejo. Desarrollaron su investigación bajo un diseño cuasi experimental; población y muestra conformada por, 36 briquetas expuestas a pruebas de compresión axial, 12 al ensayo de permeabilidad, y 16 al ensayo a flexión; los instrumentos fueron fichas estandarizadas de laboratorios para la recolección de información y datos; y, para examinar los datos, se utilizó el método cuantitativo. En conclusión, la inclusión de fibra de vidrio en un 2%, aumenta la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión en alrededor de un 10% en comparación con el concreto permeable patrón; a tal punto de responder a cargas de un pavimento rígido de tráfico liviano, particularmente en Coracora-Ayacucho, para implementar sistemas de drenaje y prevenir problemas asociados al agua estancada. El diseño de mezcla elegido se ajusta a los parámetros normativos, incorporando fibra de vidrio al 2% y una relación a/c de 0,26, logrando una resistencia a la compresión de 232 kg/cm²; y, las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable cumplen con los estándares, mostrando mejoras significativas en resistencia y permeabilidad al adicionar fibra de vidrio a diferentes dosis; aunque el concreto con 2.5% de fibra disminuye la permeabilidad, este aún supera el coeficiente de permeabilidad de la norma.

Ramos (2019), en su investigación orientada a mejorar el concreto absorbente al adicionar fibra de vidrio, esperando incrementar la resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma, Junín. Empleó una metodología de diseño experimental – cuantitativo; con una muestra de 12 probetas cilíndricas y 2 muestras cuadradas; apoyada en instrumentos tales como Formatos de ensayos de laboratorio, máquina de compresión, permeámetro; y, para el análisis de datos aplicó el método estadístico deductivo con prueba de hipótesis. En resultados mostró que, la incorporación de fibra de vidrio hasta 1% mejora la resistencia a compresión del concreto permeable, ello considerando un diseño de mezcla con una proporción agua respecto del cemento de 0,4 y 10% de finos fue adecuado para la incorporación de fibra de vidrio. Adicionalmente, los ensayos evidenciaron que la permeabilidad se redujo levemente con mayor porcentaje de fibra, pero se mantuvo dentro de rangos aceptables. Concluyendo que, la fibra de vidrio optimiza las propiedades del concreto permeable, especialmente la resistencia, sin afectar significativamente la permeabilidad, lo cual resulta útil para zonas con clima adverso.

En el ámbito internacional, se destaca las investigaciones presentadas a continuación:

Beltrán y Villalba (2020), en su investigación orientada a mejorar el diseño de mezcla al utilizar fibra de vidrio a fin de obtener un concreto permeable; realizada en la ciudad de Bogotá, Colombia. Desarrollaron su investigación bajo un diseño experimental, preparándose 79 cilindros de concreto permeable, con un diámetro de 4 pulgadas, y una altura de 8 pulgadas, divididos en 10 grupos con diferente dosificación, relación agua/cemento, porcentaje de fibra de vidrio, tamaño de agregado y compactación; para desarrollar el experimento en mención se utilizaron equipos de laboratorio como cilindros de concreto, máquina de ensayo a compresión, tamices, balanza, cono de Abrams, entre otros, a fin de realizar el ensayo de resistencia a compresión de los cilindros a 7, 14 y 28 días de curado. En conclusión, la dosificación de concreto permeable fortalecido con fibra de vidrio que alcanzó una resistencia adecuada, se verificó al 2%, a los 28 días, compactada manualmente (verificándose que, este tipo de compactación aumenta la resistencia significativamente, hasta 200% en algunos casos, sin afectar la permeabilidad del

concreto) y con una relación A/C de 0,3, siendo la resistencia promedio de 14.1 MPa; asimismo, se identificó que el tamaño de agregado grueso de 1/4" presenta mejor interacción con los demás materiales, mejorando la resistencia del concreto permeable; como una observación particular, se determinó que una relación agua/cemento menor, de 0.3, brinda mayor resistencia, mejor trabajabilidad y apariencia que una relación de 0.35.

Chaparro (2021), en su investigación orientado a comprender el impacto en la resistencia a la compresión y flexión de un pavimento, resultante de la adición de fibra sintéticas en concreto poroso; realizada en la ciudad de Colombia. Consideró una comparación entre el método ACI 522R-10, adoptando una relación a/c de 0.32 y determinando un peso de agregado grueso de 1601 kg/m³ a partir de la relación b/bo de 0.99 para un tamaño de partícula de 9.5 mm. Luego ajustó el peso al agregado SSD y calculó un volumen de pasta de 0.15 m³ obteniendo un contenido de cemento de 262 kg/m³; el porcentaje de vacíos calculado fue de 24.28%. El método PCA consistió en adoptar una relación a/c de 0.32, lo que dio un contenido de cemento de 464 kg/m³. El volumen de agregado grueso se calculó por el método de volumen absoluto resultando 0.664 m³ para un tamaño de partícula de 9.5 mm, y el volumen total de los materiales fue de 1 m³. Se elaboraron probetas con ambos métodos variando el tamaño de agregado grueso entre 12.5 y 9.5 mm; mediante ensayos a compresión a 7, 14 y 28 días se determinó adoptar el método PCA con agregado de 9.5 mm por presentar mejor desempeño mecánico (compresión, flexión, permeabilidad y porosidad). Los resultados de las pruebas evidenciaron que, el método PCA permitió alcanzar mayores resistencias a compresión que el método ACI, obteniendo valores promedio de 4.8 MPa vs 2.6 MPa respectivamente a 28 días; debido a que el método PCA contempla un mayor contenido de cemento en la mezcla. A pesar de la incorporación de un 5% de agregado fino y 7% de fibras sintéticas, las mezclas con el método PCA mantuvieron tasas de infiltración mayores a 10 mm/s, cumpliendo los requisitos mínimos de la ACI 522-R para concreto permeable. En conclusión, usando el método PCA se incrementó la pasta cementante y se controló la adición de fibras; estas fibras mejoraron la tenacidad, mientras que el agregado fino aumentó la fricción y densidad. Además, el uso cuidadoso de fibras reforzó sin generar grietas excesivas, equilibrando la

permeabilidad, e incrementando la resistencia a la compresión; así mismo, la resistencia a la flexión mejoró con arena en pequeña cantidad sin alterar la permeabilidad.

Slebi (2020) en su investigación orientada a evaluar las mezclas asfálticas porosas al añadir fibra sustentada en un diseño de experimentos integrado con análisis multicriterio en la toma de decisiones; realizada en la ciudad de Santander, España. El estudio investigó el impacto de agregar fibras sintéticas en la mezcla asfáltica (PA) mediante una metodología que combina diseño de experimentos (DOE) y análisis de criterios múltiples (MCDM). La investigación se basó en un plan de experimentos para evaluar el efecto de la fibra de poliolefina-aramida (POA) y poliacrilonitrilo (PAN), según los indicadores de comportamiento mecánico y funcionalidad, en mezclas PA y en el mortero bituminoso, donde la fibra POA demostró el mejor rendimiento. En conclusión, la fibra de POA actuó como estabilizador y refuerzo, mientras que las proporciones adecuadas de fibras mejoraron el comportamiento de la mezcla asfáltica; en detalle, la adición de fibra POA y PAN de 4 mm impactó positivamente en la resistencia a la pérdida de partículas bajo condiciones secas; la adición de fibras aumentó la resistencia a la tracción indirecta (ITS) en la mezcla seca, especialmente con fibras POA; las fibras PAN 4 - A y POA 19 - B mejoraron la energía de fractura y postfisuración en condiciones secas; y no se notaron efectos significativos en el mortero asfáltico reforzado con fibras a temperaturas de 15°C y 0°C. A -15°C, solo se midieron las propiedades ITS y FE (Energía de Fractura), donde las fibras POA y PAN al 0,3% mostraron mejoras en ITS y mayor influencia de las fibras POA en FE.

Los artículos de esta investigación; en primera instancia, se tiene a Lee, Wang, Hsieh y Lin (2022), in his research aimed at the study of the mechanical properties of porous concrete based on steel or glass fiber, presented at Chaoyang University of Technology, Taiwan. They employed an experimental design; with a sample of 15 mixtures of normal and high strength pervious concrete with steel or glass fiber; with instruments such as permeability, porosity, compressive and flexural strength tests; and analyzing the data by statistical methods to compare properties. The results evidenced that steel fiber increases the permeability and

porosity of pervious concrete; in detail, high strength pervious concrete with 2% steel fiber reaches 52.8 MPa at 28 days, increasing the toughness (capacity to absorb energy) up to 30% after reaching the maximum load; and about the results of the study related to the use of glass fiber, it increased the compressive strength compared to concrete without fibers, but the increase was lower than with steel fiber (it did not exceed 52 MPa); the highest toughness was obtained with 0.5% glass fiber in high strength concrete with 3.64mm aggregate, with an increase of 8.62 N-m in T_b and 1293 N/mm² in σ_b . In conclusion, the research supports that a fiber-reinforced pervious concrete pavement is a suitable and necessary solution for areas with rainy climates and frequent frost, where a resistant structure with drainage capacity is required.

Ulloa (2018), en su investigación orientada a evaluar el rendimiento del concreto permeable a base de agregados reciclados combinados; presentada a la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia. Usando la metodología bajo un diseño experimental; consideró una muestra de 15 mezclas de concreto poroso, adicionando agregado reciclado; aplicando instrumentos como Ensayos de densidad, volumen de vacíos, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, y permeabilidad; para realizar el análisis de datos mediante métodos estadísticos para comparar propiedades. Llegó a resultados donde, las mezclas con agregados reciclados obtuvieron densidades entre 1,360 y 1,469 kg/m³, mientras que el concreto patrón con agregado natural alcanzó 1,595 kg/m³; el contenido de vacíos de las mezclas estuvo entre 29.5% y 35.6%, esto cumplió con los rangos para concreto permeable según normas ACI; las mezclas con agregados reciclados obtuvieron entre 3.2 y 5.79 MPa, cumpliendo el rango de 3.5 a 28 MPa establecido en normas ACI; las mezclas alcanzaron entre 1.39 y 2.14 MPa en flexión, dentro de rangos esperados; la permeabilidad estuvo entre 18.7 y 24.79 mm/s, esta alta permeabilidad permite una rápida filtración del agua pluvial al subsuelo; y en la relación permeabilidad/vacíos, se obtuvo un ajuste lineal con R² de 0.94, indicando buena porosidad y distribución de la pasta para el paso del agua. En conclusión, la investigación evidencia que los agregados reciclados permiten obtener un concreto permeable con propiedades adecuadas, resultando una alternativa sustentable para manejo de aguas pluviales en zonas de alta precipitación.

Kiranmaye, Tarangini y Reddy (2018), in their research, he aims to determine the impact of fiberglass on the properties of porous concrete, Mahatma Gandhi Institute of Technology, Hyderabad, India. He employed an experimental design; applied to 9 samples of pervious concrete with 0%, 10% and 20% fine aggregate; with testing instruments for void content, compressive and flexural strength, permeability; and analyzing the data by statistical methods to compare properties. The results show that in terms of void content, the mixes with 0%, 10% and 20% fine aggregate obtained 21.8%, 18.2% and 15.6% voids, respectively; with respect to compressive strength, it increased from 25.9 MPa (0% fines) to 30.1 MPa (20% fines) at 28 days, and even glass fiber increased the strength by 28% on average; in relation to flexural strength, it increased from 0.46 MPa (0% fines) to 0.58 MPa (20% fines) at 28 days, where glass fiber increased strength by 21% on average; and in tensile strength, it increased from 1.94 MPa (0% fines) to 2.64 MPa (20% fines) at 28 days; and in permeability: it decreased from 6.3 mm/s (0% fines) to 3.9 mm/s (20% fines), but remained in the high permeability range. The main findings were that void content decreased with increasing fine aggregate content; compressive and flexural strength increased with increasing percentage of fine aggregate; permeability decreased with increasing fine aggregate content; and glass fiber improved the mechanical properties of pervious concrete.

Gupta, Rodríguez y Castro (2019) in their literature review article, aimed at understanding the impact of the addition of additives and fibers in porous asphalt mixtures, from the University of Cantabria in Spain; the authors conducted an extensive literature review on the use of additives and fibers in porous asphalt mixtures, analyzing articles that study the effect of nanosilica, crushed rubber, warm mix additives, fibers (cellulose, glass, steel, synthetic) and other materials on the mechanical and functional properties of these pavements. According to the results of the article, porous pavements have a greater drainage capacity than normal rainfall events, reducing surface runoff by 80-100%, allowing water infiltration; one study showed that they can infiltrate between 700 and 1000 liters per minute through an area of 1 m²; permeability depends on the content of interconnected voids, the higher the content of voids, the more clogging cycles are required to plug the porous concrete; totally clogged mixes have negligible permeability, permeability is reduced

with increasing fines and binder content. In detail about glass fibers, they have a very high tensile modulus and low thermal susceptibility, so they significantly increase the indirect tensile strength of the mixes, and they also absorb the asphalt binder, allowing to increase the binder content without the risk of drainage. In conclusion, glass fibers reinforce the mechanical properties and resistance to deformation of porous asphalt mixtures, but can negatively affect their drainage capacity.

Wu, Zhao, Cai, Liang, Qian, Chen, He y Zhang (2022) in research aimed at determining the impact of the fiber on the performance of a porous friction layer, conducted at Taizhou University in China; the authors prepared porous asphalt mixtures using SBS-modified asphalt and lignin or basalt fibers instead of high viscosity asphalt; they analyzed properties such as Cantabro wear resistance, binder drainage, moisture resistance and permanent deformation; they used tests such as the submerged Marshall test and freeze-thaw tensile tests In his results he presents some numerical values and specific percentages on the effect of fibers on the properties of porous asphalt mixtures, where the optimum asphalt content was 4.5% based on Cantabro and binder drainage tests; the addition of 0.3% lignin fiber or 0.35% basalt fiber reduces the Cantabro loss to 14.2% and 16.1% respectively, meeting the 20% limit; the freeze-thaw tensile strength was 0.57 MPa (lignin) and 0.56 MPa (basalt) before conditioning; tensile strength ratio (TSR) increased from 63.3% to 69.6% (lignin) and 77.2% (basalt), indicating improved resistance to moisture damage; Marshall dynamic stability increased 17.9% with lignin and 6% with basalt compared to the no-fiber control; and strain rate decreased 14.3% (lignin) and 7.1% (basalt) relative to the no-fiber blend. The quantitative data highlight the improvements in the mechanical properties of the porous mixtures with the addition of fibers, evidencing with the results that these mixtures with fibers reach the performance standards for porous pavements.

Sánchez-Mendieta, Campuzano, Espinoza y Cabello (2021), in their research aimed at characterizing the physical and hydraulic properties of porous concrete, presented in Sustainability Magazine in Spain, conducted an extensive literature review on the physical and hydraulic properties of porous concrete; they analyzed

research on the effect of the proportion of water to cement, aggregate granulometry, compaction pressure, curing, among other parameters on the mechanical properties and permeability. They found that, the compressive strength of porous concrete depends mainly on porosity and is between 4-30 MPa, lower than conventional concrete, and that an aggregate uniformly graded between 4. 5-20 mm gives higher strength and porosity, in such sense, permeability increases with porosity; a porosity of 20-25%, compressive strength of 10-20 MPa and permeability of 8-10 mm/s would be an optimal range, considering that the influencing variables are porosity, permeability and compressive strength; the modulus of rupture increases from 0. 47 MPa to 6.1 MPa with the increase in compressive strength; and angular aggregates of 6-13 mm give a compressive strength of 9.5-12.5 MPa with a proportion of water with respect to cement, of 0.39-0.41. In conclusion, factors such as aggregate gradation, water/cement ratio, porosity and others affect the characteristics of porous concrete, which allows.

La teoría de Cahill, Godwin y Tilt (2018), afirma que, el concreto poroso es un material compuesto típicamente de cemento, agregados, aditivos y agua, que tiene una red de poros interconectados que permiten el paso del agua a través de él; en tal sentido, la porosidad del concreto depende principalmente de la relación agua/cemento, el curado, la compactación y el uso de aditivos. Señalando además que, una mayor relación agua/cemento genera más poros capilares, mientras que un curado adecuado y una buena compactación producen menos poros, resaltando que, los aditivos también pueden modificar la distribución de tamaño de poros.

Del mismo modo, para Ran, Pang y Yu (2023), el concreto poroso es un material caracterizado por su alta permeabilidad y capacidad de permitir el flujo de agua a través de su estructura de poros interconectados que, generalmente, está compuesto por una mezcla de cemento, agregados gruesos y un bajo contenido de agregados finos, lo que da como resultado una matriz porosa que facilita el paso del agua (*Figura 1*). Señalando además que, las propiedades del concreto poroso lo convierten en una solución muy eficaz para el control de la escorrentía en áreas urbanas, ya que reduce el riesgo de inundaciones al permitir que las aguas pluviales

se infiltren naturalmente en el suelo, llegando a presentar tasas de infiltración que suelen estar entre 200-500 mm/min.

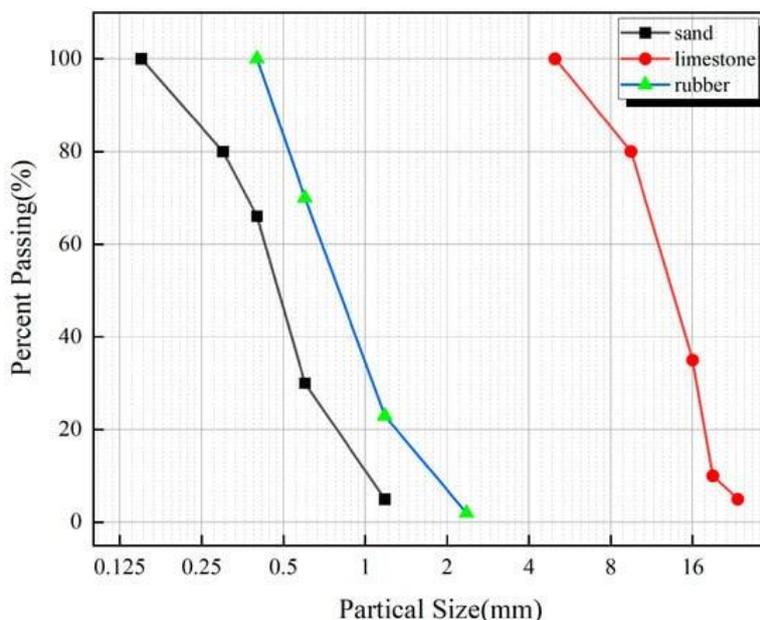


Figura 1. Curva granulométrica de agregados gruesos y finos.
Fuente: ALI et al. (2023)

Los conceptos sobre las propiedades del concreto poroso, correspondientes a la primera variable de la presente investigación, se detallan según las propiedades físicas, químicas y mecánicas del concreto poroso.

Las propiedades físicas, de acuerdo con Ran et al. (2023), pueden variar significativamente según su densidad, permeabilidad, porosidad y conductividad térmica; en tal sentido, a medida que la densidad del concreto poroso disminuye, generalmente aumenta su porosidad, donde, pavimentos de densidad 400-1000 kg/m³ pueden alcanzar porosidades de 35-50%, en cambio, densidades sobre 1800 kg/m³ generan porosidades menores al 15%; adicionalmente, la densidad impacta en la permeabilidad, lo que significa que el agua y otros fluidos pueden pasar más fácilmente a través del material, indicando que en concretos de baja densidad (1000-1200 kg/m³) tienen permeabilidades muy altas de 350-650 mm/min, y en alta densidad permeabilidades de 50-100 mm/min; y, respecto a la conductividad térmica, ésta es más baja en el concreto poroso en comparación con el concreto

denso convencional, lo que influye en su comportamiento ante heladas, ya que reduce la transferencia de calor a través del material, convirtiéndolo en un aislante térmico eficiente, lo cual es esencial para evitar daños causados por ciclos de congelación y descongelación en climas fríos, cabe mencionar que, la conductividad térmica del concreto poroso está entre 0,1 y 1 W/mK, dependiendo de su densidad y porosidad, y en relación, a menor densidad y mayor porosidad, la conductividad es menor (pavimentos de 400-600 kg/m³ pueden alcanzar valores de 0,1 a 0,3 W/mK), por lo tanto, una baja conductividad térmica brinda un mejor aislamiento y eficiencia energética en construcciones, al reducir la transferencia de calor.

En la afirmación de Spalvier, Díaz, Marrero, Baliosian, Piellarisi y Segura (2021), se debe considerar que, la relación masa volumen del concreto poroso está inversamente relacionada con su resistencia mecánica, concretamente, a medida que la densidad disminuye y la porosidad aumenta, la resistencia a la compresión y a la tracción del material tiende a reducirse, lo que implica que el concreto poroso de baja densidad puede no ser adecuado para aplicaciones estructurales que requieren una mayor resistencia.

En un mayor énfasis sobre la permeabilidad, de acuerdo con Mehta y Monteiro (2017), es una propiedad física del pavimento que define su capacidad para dejar pasar líquidos a través de su red de poros interconectados, se mide como la tasa de infiltración de agua en mm/h o mm/min usando permeámetros de carga variable (ASTM C1701) o de anillos concéntricos (ASTM C1585). En el mismo sentido, valores de 250-500 mm/h se consideran adecuados para tránsito peatonal y liviano, de acuerdo a estudios de la Universidad de Texas (Williams y Cascione, 2014).

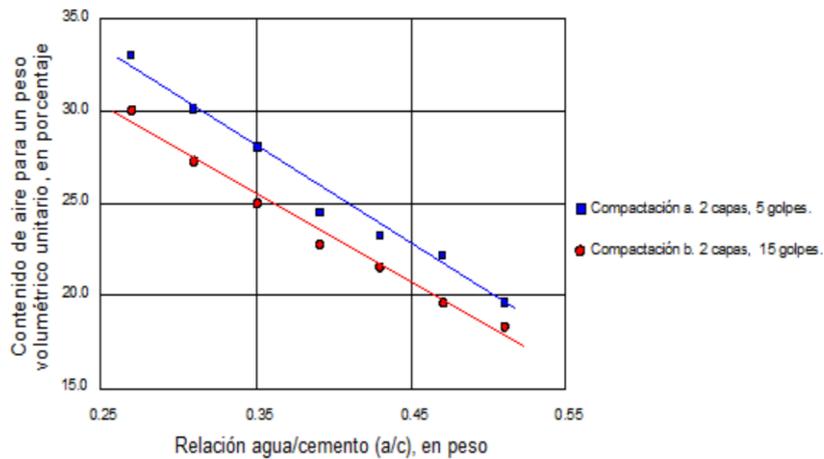


Figura 2. Correlación entre el contenido de vacíos y la proporción agua – cemento para el concreto permeable.

Fuente: LOPEZ, E.; Control de calidad y colocación de concretos permeables

Respecto a las propiedades químicas del concreto poroso, Neshvadian, Speakmon y Zollinger, (2017) sostienen que, se refieren a las interacciones y reacciones químicas que ocurren entre los componentes del concreto y el entorno circundante; estas propiedades abarcan indicadores como potencial de hidrógeno (pH), contenido de Ca(OH)_2 y composición de la pasta de cemento hidratada. La estructura porosa de concreto puede facilitar la interacción con sustancias químicas presentes en el suelo o el agua, lo que puede tener implicaciones en la composición y calidad del agua que fluye a través de él, por lo tanto, el estudio de las propiedades químicas del concreto poroso es fundamental para comprender su comportamiento a largo plazo en diversos entornos y para evaluar su impacto en la sostenibilidad y el rendimiento de la infraestructura.

Zhang, Li, Lai, y Xu (2018), manifiestan que, el contenido de Ca(OH)_2 es un producto resultado de la hidratación del cemento que influye en propiedades del concreto poroso, un mayor contenido de Ca(OH)_2 se asocia a mayor grado de hidratación de la pasta de cemento, lo cual aumenta su densidad y reduce su porosidad, haciéndola potencialmente menos permeable a agentes externos como sulfatos; no obstante, altos contenidos de Ca(OH)_2 pueden causar inestabilidad dimensional a largo plazo. Ante ello, se debe optimizar la relación agua-cemento para controlar los niveles de Ca(OH)_2 y balancear durabilidad y permeabilidad,

debiendo considerar que, el contenido de Ca(OH)_2 también depende del tipo de cemento, aditivos, temperatura y curado.

Las propiedades mecánicas definen el comportamiento estructural del concreto poroso, entre ellas se encuentran el módulo de elasticidad, que cuantifica la rigidez y es menor en concretos porosos; el módulo de rotura, relacionado con la resistencia a flexión, también reducido por la porosidad; la ductilidad, que se ve afectada negativamente debido a la fragilidad de los poros; la adherencia fibra-matriz, que es importante en el refuerzo con fibras y que depende de parámetros como relación agua/cemento; y la tenacidad, referida a la capacidad de absorber energía antes de la rotura, la cual disminuye por la presencia de concentradores de tensión en los poros (Spalvier et al., 2021).

Para Wu et al. (2022), la incorporación de fibras inorgánicas en la preparación del concreto puede mejorar la estabilidad de la red de poros del concreto poroso ante esfuerzos, dado que las fibras actuarían como puentes entre partículas, restringiendo la propagación de fisuras que pueden comprometer la integridad estructural; además, que éstas contribuyen a controlar la exudación en el curado del concreto fresco.

En el mismo contexto, para Ali, Ahmed, Qureshi, Kurda, Hafez, Mohammed y Raza (2020) la fibra de vidrio podría mejorar las propiedades del concreto poroso, sugiriendo que la incorporación de estas podría mejorar su resistencia mecánica y durabilidad, dado que la porosidad inherente del concreto poroso podría debilitar su resistencia estructural, pero la adición de fibras de vidrio podría actuar como refuerzo, proporcionando una mayor cohesión interna y previniendo la formación temprana de fisuras. Esto aumentaría la capacidad del concreto poroso para soportar cargas mecánicas, como tráfico ligero o peatonal, sin comprometer su capacidad de drenaje; además, las fibras de vidrio podrían ayudar a prevenir la erosión y el desgaste de la superficie en situaciones donde el concreto poroso esté expuesto a fuerzas erosivas, como flujos de agua.

También tenemos lo mencionado por Cheng, Lo, Ho, Lin y Yu (2019), cuya teoría se centra en cómo la fibra de vidrio mitiga el agrietamiento en el concreto poroso y mantiene su integridad estructural; explicando que el concreto poroso a menudo puede estar sujeto a cambios de volumen debido a los cambios en la humedad y la temperatura. En tal sentido, la adición de fibras de vidrio se constituye en un mecanismo de restricción, limitando la propagación de fisuras y evitando la degradación prematura del material, lo cual sería especialmente beneficioso en áreas donde las condiciones climáticas cambiantes podrían afectar la estabilidad del concreto poroso.

Tabla 1. *Características de la fibra de vidrio*

Propiedad	Tipo de material	Filamento-Diámetro (mm)	Filamento-Longitud (mm)	Resistencia a la tracción (GPa)	Punto de fusión (°C)
Valor	Vidrio resistente a los álcalis	0.014	6–12, 12–18 (mixto)	1.7	Por encima de 900

Fuente: <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/18/4112>

Los conceptos sobre la resistencia mecánica del concreto poroso, correspondientes a la segunda variable de la presente investigación, se detallan según la resistencia a la compresión, resistencia a la tracción indirecta y la resistencia a la flexión del concreto poroso.

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica primordial del concreto y se determina mediante ensayos a compresión axial de cilindros o cubos, midiendo la carga máxima de rotura (kg) y el área de la sección transversal (cm²) (CEMEX, 2019). La resistencia disminuye al aumentar la porosidad, por lo que depende de parámetros como relación agua/cemento, grado de compactación y curado; el uso de agregados con alta resistencia y adiciones minerales ayudan a mejorarla; no obstante, no se recomiendan valores muy altos, pues comprometen la permeabilidad (Ghanei, Eskandari-Naddaf y Davoodi, 2018). La magnitud de la resistencia a la compresión generalmente varía entre 2,8-28 MPa, suficiente para aplicaciones en baja carga (Cárdenas y Lozano, 2016).

En relación a la tracción indirecta, es la medición más precisa de la capacidad del material a soportar esfuerzos de tracción, se determina mediante ensayos de compresión diametral sobre probetas cilíndricas, registrando la carga máxima de rotura (kg), el diámetro (cm) y la longitud de la probeta (cm). Además, está fuertemente ligada a la porosidad, reduciéndose al aumentar el volumen de poros; dependiente del curado, materiales cementantes y adiciones como cenizas volantes o humo de sílice (Gupta et al., 2019). Presenta valores entre 1-5 MPa, según la densidad y porosidad del concreto poroso (Ghanei et al., 2018); en tal sentido, el refuerzo con fibras tiene como objetivo aumentar la resistencia a la tracción, ya que, debido a que es un concreto poroso, es propenso a agrietarse por tracción, especialmente cuando las cargas de tránsito liviano generan esfuerzos de tracción por flexión en el pavimento.

La resistencia a la flexión del concreto poroso indica la capacidad del concreto poroso para soportar cargas perpendiculares a su eje, y se determina mediante ensayos a flexión en probetas prismáticas, registrando la carga máxima aplicada en el centro del tramo en Kg, la luz libre entre apoyos en cm, el ancho medio y la altura promedio de la probeta en cm (National Ready Mixed Concrete Association, 2017). Esta resistencia a la flexión disminuye al aumentar la porosidad, por lo que depende de parámetros como la proporción entre el volumen del agua y del cemento y el grado de compactación (Aponte y Rojas, 2021), y se ve influenciada por la adherencia entre la pasta cementante y los agregados (Chaparro, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación

Según Carrasco (2009), hay dos modalidades principales de investigación que se complementan entre sí, la investigación básica y la investigación aplicada; la investigación básica está orientada a ampliar el conocimiento teórico mediante el estudio de las bases que sustentan los saberes existentes, y su propósito es examinar los fundamentos y generar nuevos conceptos y teorías; por otro lado, la investigación aplicada recoge la información proveniente de la investigación básica para darle una utilidad práctica y generar aportes de mayor complejidad (Gallegos y Guerrero, 2021). Esta investigación es del tipo aplicada, dado que tiene un enfoque práctico y parte de bases teóricas existentes, empleando métodos definidos de recolección de datos, con el fin de dar respuesta a problemas específicos y buscar soluciones concretas

Enfoque de investigación

De acuerdo con Barrantes (2014) citado por Mata (2022), el enfoque de investigación es un proceso sistemático, controlado y disciplinado que se relaciona con los dos principales métodos: cuantitativo y cualitativo. La investigación objeto de estudio es de enfoque cuantitativo, la misma que parte de una perspectiva general para luego enfocarse en aspectos particulares a través de pasos rigurosos que no pueden eludirse, y sobre todo basándose en métodos o mediciones numéricas, tal es el caso de aplicación de ensayos y aplicación de fórmulas.

3.1.2 El diseño de la investigación

La investigación se basó en un diseño experimental de tipo experimento puro, dado que se realizó un experimento para analizar si la variable efecto o dependiente (propiedades mecánicas del concreto) se ve afectada al manipular la variable independiente (fibras de vidrio). De acuerdo con Hernández (2014), un experimento se realiza con la finalidad de verificar el efecto de una variable causa o independiente sobre otra variable efecto o

dependiente, para ello se debe planificar como se manipulará la variable causa o independiente y como se medirá la efecto o dependiente. Para el caso, se tuvo control sobre la variable independiente, al observar los cambios producidos al incrementar la dosis de fibra de vidrio al 1%, 2% y 3% en la mezcla de concreto, y observar los cambios en las propiedades del concreto poroso, con respecto a una muestra patrón (sin la adición de fibra).

El nivel de la investigación

Según Supo (2023), este estudio tiene un nivel explicativo, dado que este tipo de investigación permite identificar y dar significado a algún aspecto de la realidad, proporcionando explicaciones sobre determinados fenómenos en función de teorías, generalizaciones y leyes establecidas anteriormente. La investigación explicativa posibilita esclarecer por qué y cómo se produce algo en una situación particular, estableciendo relaciones causales a partir del sustento teórico disponible.

3.2. Variables y operacionalización

Para entender el concepto de variable en esta investigación, es útil remitirnos a la definición de Oyola (2021) quien expresa que una variable es un símbolo que tiene atributos o valores distintos dentro de sí mismo, de modo que puede adquirir dos estados contrarios que se excluyen uno al otro. La variable independiente es aquella que el investigador manipula para analizar su efecto sobre la dependiente; por su parte, la variable efecto o dependiente es la que se ve modificada como consecuencia de cambios inducidos en la independiente.

Variable 1 o Variable independiente : Fibras de vidrio

Variable 2 o Variable dependiente : Propiedades del concreto

En esta investigación se manejarán dos tipos de variables: la independiente y la dependiente, las cuales se han delimitado para poder medirlas y estudiarlas (ver Matriz de operacionalización de variables en el anexo 1)

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Según Hernández et al. (2014), una población se refiere al conjunto de elementos, sujetos o cosas que serán objeto de estudio o análisis a través de una muestra representativa. Para el caso de la investigación objeto de estudio, la población está conformada por 36 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión; 16 probetas para el ensayo de resistencia a la flexión; y 12 probetas para el ensayo de permeabilidad. Estas pruebas fueron elaboradas en 4 juegos, 3 de los cuales contaron con porcentajes de fibra de vidrio, constituyéndose en las probetas experimentales.

3.3.2 Muestra

La muestra debe ser representativa, para que el estudio sea certero y confiable, según Jiménez Fernández (1983) citado por Gallegos y Guerrero (2021) menciona que:

La muestra es el subconjunto de una población, que se selecciona con el objetivo de manifestar las características y propiedades más representativas de la población. Lo que se entiende, como un sector típico de la población o que tenga las mismas características, que serán relevantes para la investigación (p.237).

Para el caso la muestra ciertamente represento un subconjunto de la población, siendo esta representativa al responder a criterios de selección definidos por norma para los diferentes ensayos. Estuvo definida por un total de 64 probetas está distribuida de la siguiente manera en la Tabla 2, 3 y 4.

3.3.3 Muestreo

Las propiedades del muestreo, según Hernández (2014), permiten ahorrar tiempo y costos en la investigación, así como profundizar en el análisis de los resultados de manera más precisa, sin embargo, también presentan dificultades como una inadecuada selección y aplicación de la técnica de muestreo, que puede sesgar o distorsionar los hallazgos. La presente

investigación se basa en el muestreo establecido según los parámetros de selección establecidos por norma para los diferentes ensayos.

Tabla 2. Cantidad de muestras para ensayo de resistencia a la compresión axial

Descripción	Cantidad de muestras cilíndricas según norma ASTM C39	Tiempo de curado
Muestra Testigo	9	7, 14 y 28 días
Muestra al 1% de adición de la fibra de vidrio	9	7, 14 y 28 días
Muestra al 2% de adición de la fibra de vidrio	9	7, 14 y 28 días
Muestra al 3% de adición de la fibra de vidrio	9	7, 14 y 28 días
TOTAL	36	
Resistencia esperada	210 kg/cm ²	

Tabla 3. Cantidad de muestras para ensayo de resistencia a la flexión

Descripción	Cantidad de muestras tipo viga según norma ASTM C78	Tiempo de curado
Muestra Testigo	4	7 y 28 días
Muestra al 1% de adición de la fibra de vidrio	4	7 y 28 días
Muestra al 2% de adición de la fibra de vidrio	4	7 y 28 días
Muestra al 3% de adición de la fibra de vidrio	4	7 y 28 días
TOTAL	16	
Resistencia esperada	1 a 5 MPa	

Tabla 4. Cantidad de muestras para ensayo de permeabilidad

Descripción	Cantidad de muestras normado por ACI 522R-10	Tiempo de curado
Muestra Testigo	3	28 días
Muestra al 1% de adición de la fibra de vidrio	3	28 días
Muestra al 2% de adición de la fibra de vidrio	3	28 días
Muestra al 3% de adición de la fibra de vidrio	3	28 días
TOTAL	12	
Resistencia esperada	1250 mm/h	

3.3.4 Unidad de análisis

De acuerdo con Arias, Holgado, Tafur y Vásquez (2022), la unidad de análisis se refiere al elemento mínimo que se estudiará o sobre el cual se recolectarán los datos en una investigación. Para el caso, la unidad de análisis son las probetas de concreto poroso preparadas para los distintos ensayos experimentales, con variaciones controladas en el porcentaje de fibras agregado, donde los datos se obtendrán a nivel de cada una de estas probetas individualmente.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

El proceso de recolección de información se refiere a la utilización de diversas técnicas y herramientas por parte del analista para diseñar sistemas de información, estas técnicas incluyen encuestas, entrevistas, cuestionarios, diagramas de flujo, diccionarios de datos y observación (Carrasco, 2006, citado por Gallegos y Guerrero (2021)). Por ello, la investigación a presentar, aplicó la técnica de observación o análisis de laboratorio, para el recojo de data , según los diversos ensayos de laboratorio.

Instrumentos de recolección de datos

Hace referencia a herramientas que el investigador emplea para gestionar la información de manera más eficiente, estos instrumentos permiten la extracción sistemática de datos relacionados con la base teórica, revelando relaciones entre las variables de estudio y los objetivos definidos (Schiffman, 2001, citado por Gallegos y Guerrero (2021)). En esta investigación, la recolección de datos se realizó a través de fichas estandarizadas de laboratorio para cada uno de los ensayos y pruebas experimentales; estas fichas permitieron registrar de forma organizada la información y mediciones obtenidas durante los procesos de experimentación. Las fichas serán solicitadas al laboratorio respectivo y donde se aplique se usarán los formatos establecidos según las normas ASTM; de esta manera, se garantiza que los datos recabados cumplan con los criterios y estándares requeridos, considerando que, el uso de fichas estandarizadas facilitará

el procesamiento y análisis posterior de la data de los ensayos experimentales, obtenida de manera sistemática y confiable.

Validez

Baechle y Earle (2016) citados por Cabrera y Vivanco (2019), menciono que, la validez, es requisito fundamental de una prueba de investigación, es el grado en el que un instrumento de prueba mide lo que realmente se busca medir (p.35). La validez de la investigación objeto de estudio es respaldada por los certificados de laboratorio correspondientes a los diversos ensayos (Ver anexo 4).

Confiabilidad de los instrumentos

En lo que respecta a la confiabilidad, es relevante mencionar a Manterola, Grande, Otzen, García, Salazar y Quiroz (2018), quienes sugieren que la confiabilidad de un instrumento puede ajustarse según las necesidades del investigador, ya que este definirá y delimitará los instrumentos de recopilación en relación con las dimensiones. Por lo tanto, en esta investigación, la confiabilidad fue determinada por la experiencia de los expertos de laboratorio y de la calibración de los equipos de acuerdo con las normativas específicas para cada ensayo.

3.5. Procedimientos

Para esta investigación se tuvo que reconocer los tramos para realizar el estudio de suelo correspondiente a los diversos ensayos de laboratorio, primeramente, se realizó 03 calicatas a cada 0.5 km con una profundidad de 1,50 m, mediante los estudios se caracterizó las propiedades físico-mecánicas del suelo, identificando los estratos y sus espesores, este nos permitió diseñar el pavimento permeable adecuado para el suelo. A la vez se recolecto fibras de vidrio una cantidad de 5kg, de los planchadores de carros. La fibra de vidrio fue colocada sobre la mesa, y se trazó una línea a través del área deseada con un vernier. Luego, utilizando una tijera metálica, se procedió a cortar la fibra en trozos de 1 cm a 3 cm de longitud.



Figura 3. Calicata 01



Figura 4. Calicata 02



Figura 5. Calicata 03

Se realizó el estudio de tráfico, con la ayuda de la ficha de conteo vehicular, para identificar en las fichas técnicas del manual de carretera que tipo de tránsito tenemos.

Así mismo se fue a la cantera dos veces, en primera instancia para el ensayo de granulometría con 50 kg de grava de 3/8" (se realizó el tamizado con la malla metálica N° 3/8 y N° 04), los ensayos realizados presentaron un peso particular, peso aparente, porcentaje de absorción, contenido de humedad, peso unitario seco y peso compacto.



Figura 6. Cuarteo de piedra chancada 3/8"

Tabla 5. Granulometría del agregado grueso

Granulometría piedra chancada tamaño máximo 1"				
Malla	Peso Retenido	(%) Retenido	(%) Retenido Acumulado	(%) Pasa Acumulado
2"				100
1 1/2"				100
1"				100
3/4"				100
1/2"				100
3/8"	269	59	59	40.6
N° 4	182	40	100	0.4
N° 8	2		100	0
N° 16	0	0	100	0
TOTAL	453	100		

Tabla 6. Características físicas del agregado

Características físicas	V. usuales	Resultado
Módulo de fineza	(5.5-8.5)	6.4
Peso específico (g/cm ³)	(2.4-2.8)	2.67
Peso unitario suelto (g/cm ³)	(1300-1800)	1444
Peso unitario compacto (g/cm ³)	(1400-1900)	1591
(%) Humedad	(0.0-20)	0.269
(%) Absorción	(0.2-4.0)	0.006

También se realizó los ensayos del suelo extraído de las calicatas, cada muestra con 50 kg, los ensayos realizados presento un peso particular, peso aparente, porcentaje de absorción, contenido de humedad, proctor, CBR, limite líquido, limite plástico.



Figura 7. Peso de muestra



Figura 8. Ensayo proctor

Tabla 7. Ensayos de límites de consistencia

Muestras	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plasticidad (%)	Contenido de humedad (%)	Índice de consistencia
M1	35,5	27,5	8	13,96	2,69
M2	32,8	20,4	12,4	13,44	1,56
M3	31,5	20,7	10,8	12,18	1,79

Tabla 8. Ensayos de CBR

Muestras	Humedad natural (%)	Capacidad de soporte requerido		
		56	25	12
		CBR (%)	CBR (%)	CBR (%)
M1	13,96	67	33,1	20,3
M2	13,44	9,2	6,8	5,5
M3	12,18	27,1	22	17

Tabla 9. Ensayos de proctor

Máxima capacidad de soporte del suelo (proctor)		
CBR al 95% MDS (%)	Máxima Densidad seca (g/cm ³)	Humedad (%)
34,5	1,95	13,63
7,6	1,81	11,18
21,9	1,95	8,73

Tabla 10. Clasificación del suelo

Muestras	Clasificación SUCS		Clasificación ASSTHO	
M1	GC	Suelo granular grueso (más del 50% retenido en la malla n° 200), grava y suelo gravoso (más del 50% retenido en la malla n° 4)	A-2-4	Arenas limosas, mezclas de arena y arcilla
M2	CL	Suelo granular fino (50% o más pasa la malla n° 200), tendencia arcillosa inorgánica de baja plasticidad (LL<50%)	A-6	Arcilla inorganica de baja a media plasticidad, arcilla con grava, arcilla arenosa, arcilla limosa, arcilla pobre
M3	CL	Suelo granular fino (50% o más pasa la malla n° 200), tendencia arcillosa inorgánica de baja plasticidad (LL<50%)	A-6	Arcillas inorganica de baja a media plasticidad, arcilla con grava, arcilla arenosa, arcilla limosa, arcilla pobre

Se procedió a elaborar las probetas con agregado de 3/8" con la dosificación del diseño ACI 211.3r-02.

Para iniciar su fabricación del concreto permeable fue guiado con la norma ACI 211.3R-02. Esto se realizó utilizando una balanza, siendo que, la dosificación se realizó según el peso de cada elemento, también se utilizó una varilla lisa de 5/8" de una longitud de 60 cm y un martillo de goma.



Figura 9. Concreto permeable al 1%



Figura 10. Concreto permeable al 2%



Figura 11. Concreto permeable al 3%

La precisión del diseño de mezcla se determina según la norma ACI 211.3r-02. Donde los cálculos para dosificaciones son:

$$\text{Cemento} = 0,20 / (1 / 3150 + 0,35 / 1000) = 299,6 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 299,6 \text{ kg} * 0,35 = 104,86 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado} = 1 \text{ m}^3 - 0,095 \text{ m}^3 - 0,105 \text{ m}^3 - 0,150 \text{ m}^3 = 0,65 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua Correccion W} = 104,86 \text{ kg} + 896,39 \text{ kg} (0,071 - 0,047) = 126,37 \text{ kg}$$

$$\text{Cemento Correccion W} = 126,37 \text{ kg} / 0,35 = 361,07 \text{ kg}$$

Tabla 11. Criterios generales de diseño para las muestras

Criterios de Diseño	Valor
Proporción agua/cemento	0.35
Porcentaje de vacíos	15%
Tamaño del Agregado	3/8"

Dosificación de fibra de vidrio respecto al peso del cemento:

$$\text{A-1 (1\% fibra de vidrio): Fibra} = 361,07 \text{ kg} * 0,01 = 3,61 \text{ kg}$$

$$\text{A-2 (2\% fibra de vidrio): Fibra} = 361,07 \text{ kg} * 0,02 = 7,22 \text{ kg}$$

$$\text{A-3 (3\% fibra de vidrio): Fibra} = 361,07 \text{ kg} * 0,03 = 10,83 \text{ kg}$$

Tabla 12. Dosificación para el diseño de mezcla Testigo

Material	Peso kg	Densidad	Volumen Absoluto
Cemento	299.60	3150 kg/m ³	0.095 m ³
Agua	104,86	1000 kg/m ³	0.105 m ³
Aire atrapado ≈ 15%	-	-	0.150 m ³
Fibra de vidrio 0%	-	-	-
Grava	896,39	1379 kg/m ³	0.650 m ³

Tabla 13. Dosificación para el diseño de mezcla con 1% de fibra de vidrio

Material	Peso kg	Densidad	Volumen Absoluto
Cemento	299.60	3150 kg/m ³	0.095 m ³
Agua	104,86	1000 kg/m ³	0.105 m ³
Aire atrapado ≈ 15%	-	-	0.150 m ³
Fibra de vidrio 1%	3,61	2700 kg/m ³	0.001 m ³
Grava	896,39	1379 kg/m ³	0.650 m ³

Tabla 14. *Materiales para el diseño de mezcla con 2% de fibra de vidrio*

Material	Peso kg	Densidad	Volumen Absoluto
Cemento	299.60	3150 kg/m^3	0.095 m^3
Agua	104,86	1000 kg/m^3	0.105 m^3
Aire atrapado \approx 15%	-	-	0.150 m^3
Fibra de vidrio 2%	7,22	2700 kg/m^3	0.002 m^3
Grava	896,39	1379 kg/m^3	0.650 m^3

Tabla 15. *Materiales para el diseño de mezcla con 3% de fibra de vidrio*

Material	Peso kg	Densidad	Volumen Absoluto
Cemento	299.60	3150 kg/m^3	0.095 m^3
Agua	104,86	1000 kg/m^3	0.105 m^3
Aire atrapado \approx 15%	-	-	0.150 m^3
Fibra de vidrio 3%	10.83	2700 kg/m^3	0.003 m^3
Grava	896,39	1379 kg/m^3	0.650 m^3

Los moldes para la prueba de compresión fueron acerados de 15 cm x 30 cm, se cubrió los moldes con petróleo al contorno, esto se hizo con la finalidad de desmoldar fácil y rápido. También se utilizó baldes, tinas, carretillas entre otros.

Luego se procedió a pesar los materiales para un concreto patrón y realizar el mesclado con tu trompo pequeño, luego se repite el mesclado al 1%, 2% y finalmente al 3%.

Al culminar el vaciado del concreto en los moldes chuceados y proceder al acabado al ras del molde; luego de 24 horas, las muestras fueron tomadas y se procedió a envolver con un plástico para su curado por exudación cubriendo completamente la muestra.

Los moldes para la prueba de tracción fueron de madera de 45 cm x 15 cm x 15 cm, se cubrió los moldes con petróleo al contorno, esto se hizo con la finalidad de desmoldar fácil y rápido. También se utilizó baldes, tinas, carretillas entre otros.

Luego se procedió a pesar los materiales para un concreto patrón y realizar el mesclado con un trompo pequeño, luego se repite el mesclado al 1%, 2% y finalmente al 3%.

Al culminar el vaciado del concreto en los moldes chuceados y proceder al acabado al ras del molde; luego de 24 horas, las muestras fueron tomadas y se procedió a envolver con un plástico para su curado por exudación cubriendo completamente la muestra.



Figura 12. Curado de concreto permeable

Se ejecutó la prueba de asentamiento (Slump) del concreto fresco mediante el uso de un cono de Abrams, una varilla de acero liso de 5/8" y un martillo de goma para evaluar su consistencia y trabajabilidad. El procedimiento incluyó tres capas de 25 golpes cada una con la varilla de acero de 5/8". Posteriormente, se retiró el molde y se colocó al lado del concreto para medir el asentamiento.

Para la evaluación de la resistencia a la compresión de concreto permeable, se seleccionaron tres probetas cilíndricas de cada diseño de mezcla, un total de 12 probetas, retirándolas a las edades de 7, 14 y 28 días de curado, según la normativa NTP 339.034. Las probetas fueron colocadas en el equipo hidráulico para los respectivos ensayos de compresión, controlando la distribución total de la fuerza en base a la colocación de placas de acero; por último, se registró la carga soportada y la falla presentada por cada espécimen.

Además, para la prueba de flexión de concreto permeable, se eligieron dos probetas rectangulares de cada diseño de mezcla, un total de 8 probetas, siendo retiradas a los 7 y 28 días de curado, según la normativa NTP 339.078. El ensayo consiste en aplicar una carga de flexión pura en el punto medio del tramo largo de la probeta, a una velocidad de carga constante mediante dos apoyos cilíndricos situados cada 5 cm de los extremos, hasta producir la rotura. Durante la prueba se mide la carga máxima aplicada y la distancia entre apoyos con deformímetros. Con

los datos de carga máxima, distancia entre apoyos y dimensiones de la sección transversal se calcula el módulo de rotura o resistencia a la flexión. El ensayo se realiza en una máquina universal de pruebas, registrando la carga aplicada mediante una celda de carga. Las muestras saturadas se someten al ensayo conservando las condiciones de humedad según la normativa.

En cuanto a la permeabilidad, siguiendo las especificaciones ACI 522-R10, se determinó el coeficiente de permeabilidad mediante la ley de Darcy. Se seleccionaron tres probetas de cada diseño de mezcla, identificándolas y registrando sus características. Las probetas se envolvieron con plástico de embalaje para evitar fugas de agua, esta saturación se realizó hasta observar que por el otro extremo de la tubería salga el agua; es justo en ese instante que se marca con H_0 , luego se tapa la salida y se llena el agua hasta una altura $H_2=100$ cm y se procede a marcar un $H_1=58$ cm; finalmente se procede a calcular el coeficiente de permeabilidad utilizando la fórmula de Darcy.

3.6. Método de análisis de datos

Para examinar los datos de este estudio, se aplicará el enfoque cuantitativo, ya que se anticipa la obtención de valores con magnitud física a través de los instrumentos de recolección de datos, lo cual permitirá responder a las hipótesis establecidas. Los datos recopilados se representarán mediante gráficos y tablas, de acuerdo con las dimensiones y variables establecidas, con el propósito de obtener resultados que puedan ser aplicados tanto en el campo como en el laboratorio.

3.7. Aspectos éticos

Respecto a la ética en la recopilación de datos, cuando se obtiene y analiza la información, es fundamental actuar con veracidad y una alta responsabilidad, esta conducta ética nos garantizará la creación de un proyecto sólido y confiable. Adicionalmente, contamos con pruebas sustanciales como el informe de Turnitin, la declaración de autoría y la adhesión a la norma ISO, que demuestran la integridad del trabajo. En relación a la ética en el inicio de la evaluación, para llevar a cabo el trabajo de investigación de manera adecuada, es necesario obtener la autorización correspondiente de la municipalidad distrital de Andahuaylas, esta

aprobación nos permitirá realizar una evaluación ordenada y precisa de la Urbanización Los Lirios, utilizando los instrumentos apropiados en nuestra investigación. Finalmente, en lo relacionado a la ética en la interpretación de resultados, es esencial tener la seguridad de obtener todos los resultados de nuestras muestras con total transparencia, tanto en términos de los elementos recopilados en el campo como en el laboratorio; posteriormente, se debe realizar una verificación minuciosa para determinar si los hallazgos de nuestro análisis coinciden de manera coherente con lo observado en el lugar de trabajo.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La investigación se realizó en la urbanización los lirios en el distrito de Andahuaylas, provincia de Andahuaylas, en el departamento de Apurímac.



Figura 13. Mapa del Perú



Figura 14. Mapa del departamento de Apurímac



Figura 15. Mapa Provincial de Andahuaylas

Ubicación del proyecto

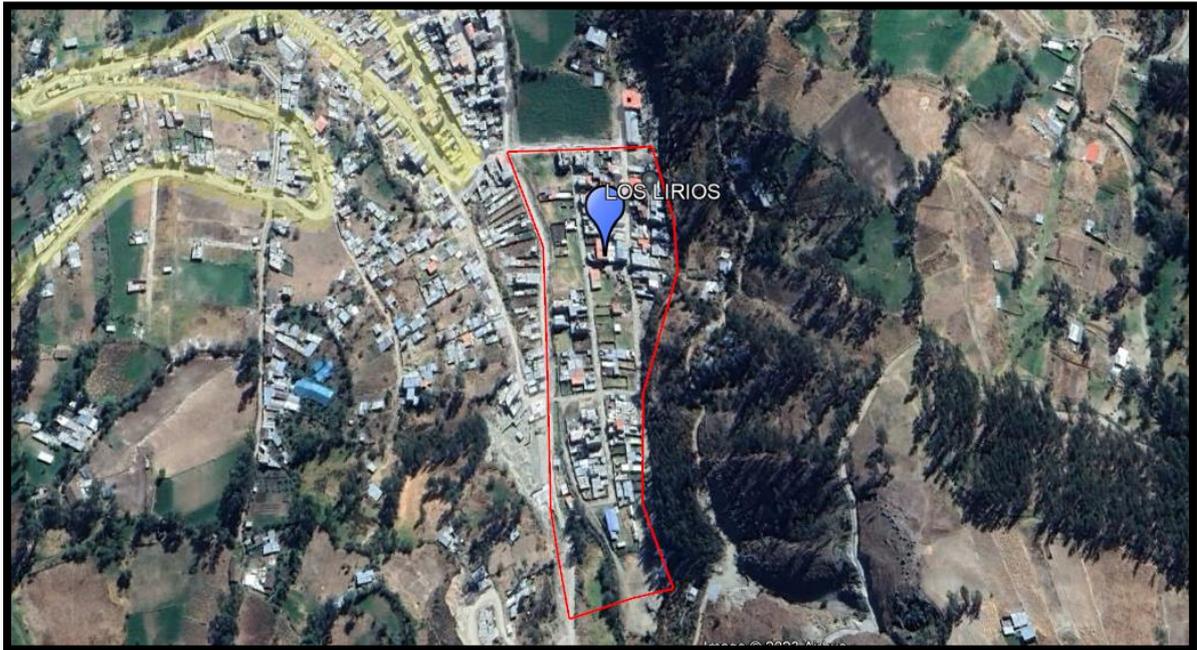


Figura 16. Ubicación urbanización los lirios

Limites

- Norte : Con el distrito de Andahuaylas
- Sur : Con centro poblado Campanayocc
- Este : con el mirador Huayhuaca
- Oeste : Con el centro poblado Paltacc

El distrito de Andahuaylas presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur $13^{\circ}39'20''$, y Oeste $73^{\circ}23.233'$ y, contando con un área de 370.03 km^2 , con una altitud aproximada entre los 2836 msnm.

Clima

El clima que posee el distrito de Andahuaylas el clima es templado, en verano las lluvias son intensas la temperatura máximas y mínimas esta entre 20°C y 6°C .

Objetivo específico 1: Impacto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto poroso



Figura 17. Ruptura a la compresión

Figura 18. Ruptura a la compresión

Tabla 16. Número de muestras para ensayo de resistencia a la compresión

Item	Fc del concreto a la compresión		
	7	14	28
C° patrón	153.70	171.10	207.49
1% de adición de fibra de vidrio	160.14	174.16	208.18
2% de adición de fibra de vidrio	169.27	178.69	209.83
3% de adición de fibra de vidrio	173.05	183.96	218.18

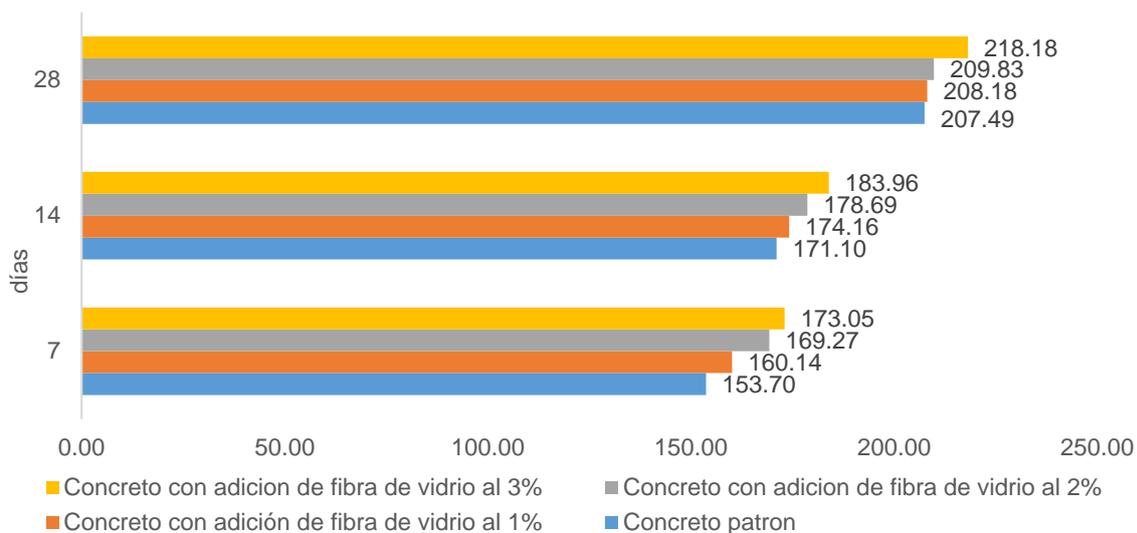


Figura 19. Tendencia de la resistencia a la compresión (kg/cm²) del concreto permeable con 1%, 2% y 3% de fibra de vidrio

En la figura 19 se observa que, la resistencia a compresión se incrementa en función del porcentaje de fibra adicionado y conforme aumenta la edad del concreto o tiempo de curado; a los 7 días, la muestra patrón sin fibras alcanza una resistencia promedio de 153.70 kg/cm² y alcanza su máximo valor en el día 28 de curado (207.49 kg/cm²), mientras que con 1% de fibras llega a 160.14 kg/cm² y alcanza su máximo valor en el día 28 de curado (208.18 kg/cm²), con 2% de fibras de 169.27 kg/cm² en los 7 días de curado hasta 209.83 kg/cm², y con 3% de fibras a 173.05 kg/cm² el valor de incremento es aún más notable, alcanzando el valor máximo de la prueba a los 28 días de curado (218.18 kg/cm²), estos resultados evidencian que, la incorporación de fibra de vidrio en el concreto poroso aumenta su resistencia a la compresión en comparación al concreto permeable patrón sin fibras; el incremento es más notable a mayor porcentaje de fibras adicionado, llegando a aumentar la resistencia hasta en un 5.15% con la adición de 3% de fibras a 28 días respecto a la muestra patrón.

De la figura 19, al ser un comparativo entre la resistencia del concreto patrón frente a la resistencia del concreto a los diferentes estímulos de fibra de vidrio, para cada tiempo de curado; es observable la tendencia de la resistencia del concreto patrón, evidenciándose que, entre más edad o tiempo de curado del concreto (desde los 7 hasta los 28 días), el impacto del estímulo de la fibra de vidrio se hacía

menor, tanto en el 1% como en el 2% de adición; sin embargo, es de observarse que, el impacto al 3% de adición de la fibra de vidrio, si se mantiene.

Lo anterior, se evidenciará con las pruebas estadísticas respectivas presentadas a continuación

Tabla 17. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la compresión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 7 días.

curado del concreto: 7 días	Diferencia de medias	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Fibra al 1% vs Patrón	6,44333	1,40222	,80957	2,96001	9,92665	,015
Fibra al 2% vs Patrón	15,57000	3,28309	1,89549	7,41434	23,72566	,014
Fibra al 3% vs Patrón	19,36000	,37323	,21548	18,43285	20,28715	,000

En la tabla 17, se observan diferencias significativas entre la resistencia a la compresión alcanzada a los 7 días del concreto poroso con adición de fibra de vidrio y el concreto con la mezcla tradicional o patrón; siendo notable al 3% con una sig. bilateral del 0,00%; entre tanto que, al 1% y 2% fue de 1,5% y 1,4% respectivamente.

Tabla 18. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la compresión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 14 días.

Periodo de curado del concreto: 14 días	Diferencia de media	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Fibra al 1% vs Patrón	3,06000	2,15088	1,24181	-2,28309	8,40309	,133
Fibra al 2% vs Patrón	7,59333	2,17702	1,25691	2,18531	13,00136	,026
Fibra al 3% vs Patrón	12,86000	2,61031	1,50706	6,37564	19,34436	,013

En la tabla 18, se observan diferencias significativas entre la resistencia a la compresión alcanzada a los 14 días del concreto poroso con adición de fibra de vidrio y el concreto con la mezcla tradicional o patrón; siendo notable al 3% con una sig. bilateral del 0,00%; entre tanto que, al 2% se observa que la diferencia a disminuido (sig. bilateral del 2,6%); y en el caso del 1% ya no se observa diferencias significativas (sig. bilateral = 13,3%, mayor al máximo error aceptable (5%) para considerar que realmente las diferencias se deben al estímulo y no a cuestiones fortuitas o de falta de control del experimento)

Tabla 19. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la compresión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 28 días.

Periodo de curado del concreto: 28 días	Diferencia de media	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Fibra al 1% vs Patrón	,69000	1,67687	,96814	-3,47558	4,85558	,550
Fibra al 2% vs Patrón	2,34333	2,65549	1,53315	-4,25327	8,93994	,266
Fibra al 3% vs Patrón	10,69667	1,60513	,92672	6,70931	14,68402	,007

En la tabla 19, se observan diferencias significativas entre la resistencia a la compresión alcanzada a los 28 días del concreto poroso con adición de fibra de vidrio y el concreto con la mezcla tradicional o patrón, solo en el caso de la adición de fibra de vidrio al 3% con una sig. bilateral del 0,00% (incremento del 10,70 kg/cm²); para las adiciones al 1% y al 2% no se observa diferencias significativas (sig. bilateral de 55,5% y 26,6% respectivamente).

De las observaciones, se concluye que entre tanto más avanza el proceso de curado del concreto poroso, mayor cohesión alcanzan las partículas de la mezcla de concreto patrón (sin la fibra); y por el contrario el impacto de la adición de la fibra de vidrio hasta el 2% resulta superficial o no significativa, y menos significativa es la diferencia al 1%; es con una dosis del 3% que, las fibras actúan

como refuerzo estructural, mejorando el comportamiento del material ante esfuerzos de compresión, alcanzando la máxima resistencia a la compresión a los 28 días y siendo considerablemente mayor a la alcanzada con la mezcla de concreto patrón.

Objetivo específico 2: Impacto de la adición de fibras de vidrio en la resistencia a la flexión del concreto poroso



Figura 20. Prueba de flexión



Figura 21. Prueba de flexión

Tabla 20. Cantidad de muestras para ensayo de resistencia a la flexión

Item	Fc del concreto a la flexión (kg/cm ²)	
	7	28
C° patrón	30.91	32.67
1% de adición de fibra de vidrio	33.56	39.88
2% de adición de fibra de vidrio	34.65	39.68
3% de adición de fibra de vidrio	41.08	44.90

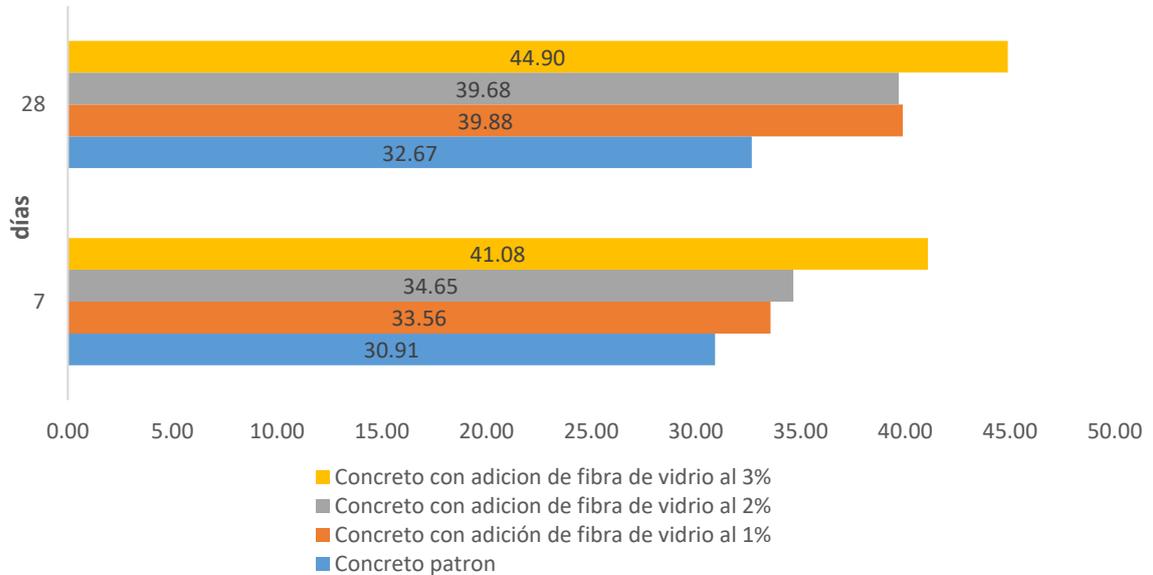


Figura 22. Evolución de la resistencia a la flexión del concreto poroso con 1%, 2% y 3% de fibra de vidrio, en kg/cm²

En la Figura 22 se observa que, a medida que se incrementa el porcentaje de adición de fibra de vidrio a la mezcla de concreto poroso, se observa un incremento en la magnitud de la resistencia a la flexión; a los 7 días, la muestra patrón sin fibras alcanza una resistencia media de 30,91 kg/cm² y alcanza su máximo valor en el día 28 de curado (32.67 kg/cm²), mientras que con 1% de fibra llega a 33,56 kg/cm² y alcanza su máximo valor en el día 28 de curado (39.88 kg/cm²), con 2% de fibras de 34,65 kg/cm² en los 7 días de curado hasta 39,68 kg/cm² (siendo menor la resistencia a la flexión en un 0.50% respecto a la resistencia obtenida con la adición del 1%); siendo los valores con resultados similares. El valor de incremento es aún más notable en el concreto cuya adición fue de 3% de fibras de vidrio, alcanzando el valor máximo de la prueba a los 28 días de curado (44,90 kg/cm²). Estos resultados evidencian que, la incorporación de la fibra de vidrio en el concreto poroso aumenta su resistencia a la flexión en comparación al concreto patrón; el incremento es más notable a mayor porcentaje de fibras adicionado, llegando a aumentar la resistencia hasta en un 37.42% con la adición de 3% de fibras a 28 días respecto a la muestra patrón.

Tabla 21. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la flexión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 7 días.

Periodo de curado del concreto: 7 días	Diferencia de media	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia de medias	Intervalo de confianza de la diferencia de media al 95%		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Fibra al 1% vs Patrón	2,6500	2,9699	2,1000	-24,0330	29,3330	,427
Fibra al 2% vs Patrón	3,7400	2,6870	1,9000	-20,4018	27,8818	,299
Fibra al 3% vs Patrón	10,1700	3,8608	2,7300	-24,5179	44,8579	,167

En la Tabla 21, no se verifica diferencias significativas entre la resistencia a la flexión alcanzada a los 7 días del concreto poroso con adición de fibra de vidrio y el concreto de mezcla tradicional o patrón, siendo que en todos los porcentajes de adición la significancia bilateral supera al máximo error aceptable del 5% (adición al 1%, 2% y 3%, sig. bilateral de 42,7%, 29,9% y 16,7% respectivamente).

Tabla 22. Prueba de diferencia de media de la resistencia a la flexión del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 28 días.

Periodo de curado del concreto: 28 días	Diferencia de media	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia de medias	Intervalo de confianza de la diferencia de media al 95%		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Fibra al 1% vs Patrón	7,21000	,21213	,15000	5,30407	9,11593	,013
Fibra al 2% vs Patrón	7,00500	1,85969	1,31500	-9,70366	23,71366	,118
Fibra al 3% vs Patrón	12,22500	2,15668	1,52500	-7,15196	31,60196	,079

Según se observa en la tabla 22, la resistencia a la flexión alcanzada por el concreto poroso a los 28 días, solo difiere significativamente del concreto de mezcla patrón al 1% de adición de fibra de vidrio; no obstante, no se podría tomar como contundente la diferencia significativa alcanzada al 3%, siendo que otras posibles

muestras, el intervalo real en el que podría caer la diferencia particular observada de 12,23, podría estar desde -7,15 a 31,60.

Objetivo específico 3: Diagnóstico de la propiedad física del concreto según el coeficiente de permeabilidad.

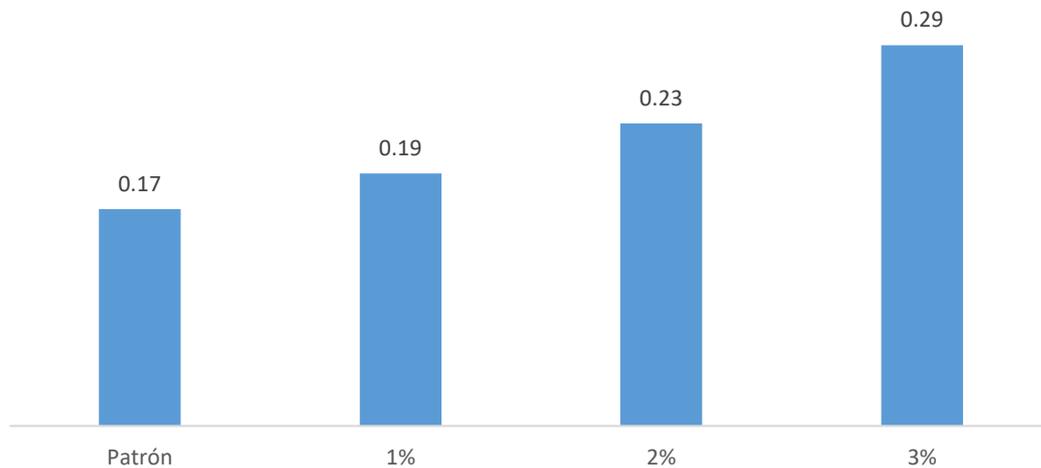


Figura 23. Coeficiente de permeabilidad promedio en cm/segundo al 15% de vacíos y 0,35 de relación agua cemento

Como es de observar en la Figura 23, a medida que se incrementa el porcentaje de la fibra de vidrio, se incrementa el coeficiente de permeabilidad desde un 0,19 cm/segundo (al 1% de fibra de vidrio) a 0,29 cm/segundo (al 3% de fibra de vidrio); así mismo evidentemente el hecho de que el concreto sea poroso, no necesariamente garantizaría permeabilidad, como es el caso del concreto patrón. Esto resultados respondería a la efectividad de la fibra para mejorar la propiedad física del concreto, al reducir la formación y propagación de fisuras en el concreto poroso, al actuar como puentes entre las microgrietas, lográndose así interconectar los poros; esto también responde a una distribución uniforme de la fibra, a su longitud y diámetro.

Tabla 23. Prueba de diferencia de media de la permeabilidad del concreto poroso con adición de fibra de vidrio a 28 días

Periodo de curado del concreto: 28 días	Diferencia de media	Desviación estándar	Error estándar de la diferencia de medias	Intervalo de confianza de la diferencia de media al 95%		Sig. (bilateral)
				Inferior	Superior	
Fibra al 1% vs Patrón	0,0271	0,0047	0,0027	0,0154	0,0388	0,00988
Fibra al 2% vs Patrón	0,0653	0,0052	0,0030	0,0524	0,0783	0,00211
Fibra al 3% vs Patrón	0,1249	0,0037	0,0021	0,1157	0,1341	0,00029

Como es de observar en la Tabla 23, se verifica que, en todos los niveles de dosificación, al 1%, 2% y 3% de fibra de vidrio, se ve mejorada la propiedad física de permeabilidad del concreto, al 0,99%, 2,11% y 0,029% de significancia bilateral; dicha observación es consistente, siendo la desviación estándar baja en relación a la media de las diferencias; así mismo el intervalo de posibles diferencias en otras muestras se mantendría dentro de la diferencia de media observada.

Objetivo específico 4: Parámetros de diseño del pavimento rígido para tránsito liviano, teniendo en cuenta una zona de lluvias

En primera instancia conviene conocer la capacidad de soporte del suelo o capacidad portante máxima que se podría alcanzar al 100% de la máxima densidad seca; a fin de disponer de los criterios para definir una capacidad estructural en las capas del pavimento, según sea la relación o equilibrio entre el espesor y el coeficiente estructural o módulo resiliente.

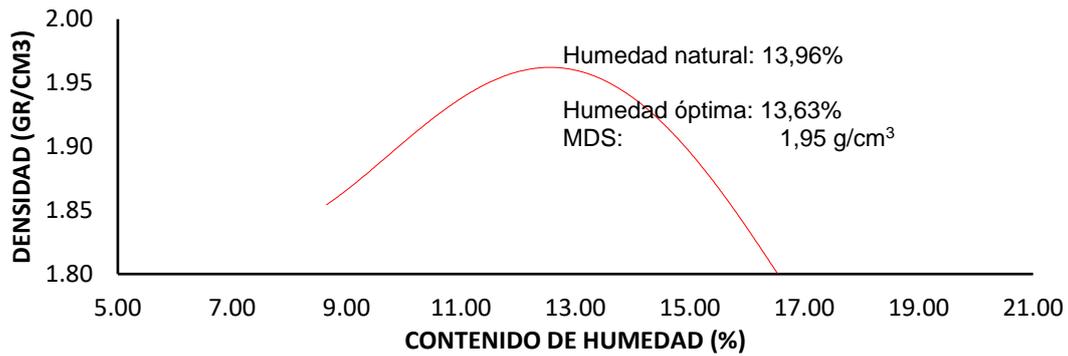


Figura 24. Curva densidad seca vs humedad del ensayo proctor modificado – M1

En la Figura 24, se observa que, la máxima densidad seca que podría alcanzar el suelo subyacente o subrasante es de 1,95 g / cm³, a una humedad de 13,63%, (muy cercana a la humedad natural de 13,96%).

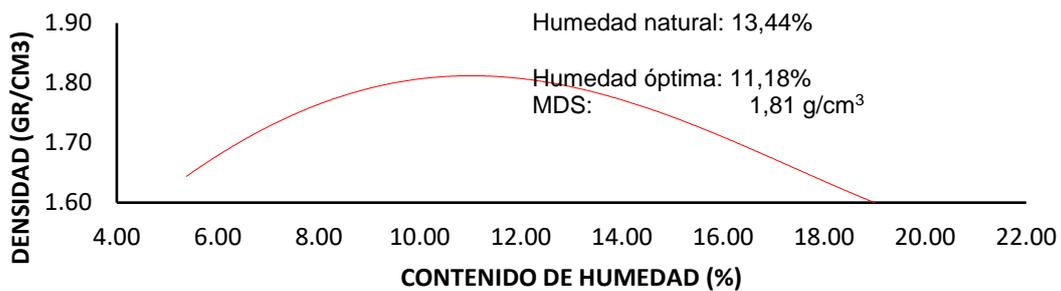


Figura 25. Curva densidad seca vs humedad del ensayo proctor modificado – M2

En la Figura 25, se observa que, la máxima densidad seca que podría alcanzar el suelo subyacente o subrasante es de 1,81 g / cm³ a una humedad de 11,18% (un tanto lejana a la humedad natural de 13,96%).

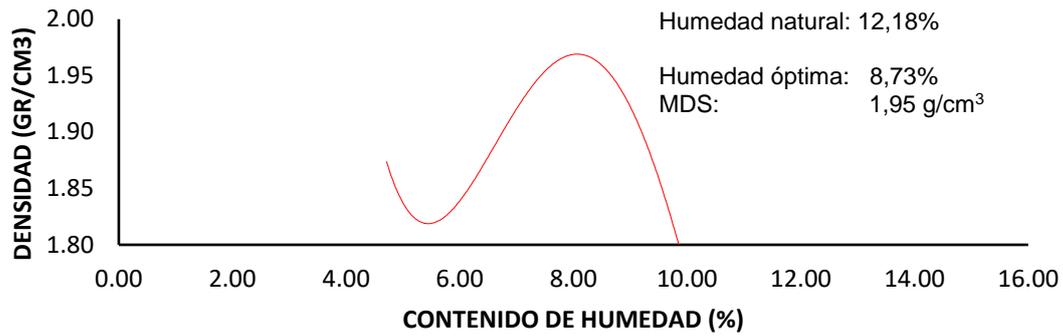


Figura 26. Curva densidad seca vs humedad del ensayo proctor modificado – M3

En la Figura 26, se observa que, la máxima densidad seca que podría alcanzar el suelo subyacente o subrasante es de 1,95 g / cm³ a una humedad de 8,73% (un tanto lejana a la humedad natural de 12,18%).

A los puntos óptimos de humedad reportados en las figuras anteriores, se espera que el suelo soporte una carga o presión apreciable, en relación a la muestra patrón. Para determinar ello, se realizó el ensayo CBR respectivo, a fin de conocer la capacidad de soporte del suelo a las diferentes demandas de carga.

Tabla 24. CBR alcanzado a diferentes demandas de energía o compactación en los tres puntos muestreados

Muestras	Humedad natural (%)	Capacidad de soporte requerido									Máxima capacidad de soporte del suelo (proctor)		
		56			25			12			CBR al 95% MDS (%)	Máxima Densidad seca (g/cm ³)	Humedad (%)
		CBR	Densidad seca	Humedad	CBR	Densidad seca	Humedad	CBR	Densidad seca	Humedad			
M1	13,96	66,6	2,02	8,95	33,1	1,95	8,85	20,3	1,85	8,90	34,5	1,95	13,63
M2	13,44	9,2	1,81	11,1	6,8	1,69	10,9	5,5	1,57	10,7	7,6	1,81	11,18
M3	12,18	27,1	2,09	8,6	22	1,95	11,7	17	1,92	7,6	21,9	1,95	8,73

De la Tabla 24, como es de esperarse, a mayor demanda de energía (mayor número de golpes), mayor es la capacidad de soporte requerida del suelo; siendo que, en el caso de 56 golpes, el CBR en las 3 muestras es de 66,6%, 9,2% y 27,1%, siendo alcanzado solo en el caso de la muestra dos (M2), siendo la máxima densidad seca (1,81 g/cm³), igual a la requerida; en el caso de las otras dos muestras, la máxima capacidad de soporte, solo alcanza la demanda de energía a 25 golpes; y esto, toda vez que, en el caso de M2, la máxima capacidad de soporte apenas es de 9,2%, lo que revela un suelo limoso/arcilloso o más arenoso/granular; es decir, tiene alta plasticidad, por lo que, aun con una alta densificación o compactación no desarrollan una alta capacidad de soporte; entre tanto que, los otros dos puntos analizados, aun con una compactación media (25 golpes), se alcanzan capacidad de soporte de 34,5% y 21,9% al 95% de la MDS, e incluso el punto M1 requiere un contenido de humedad menor al óptimo (en todas las demandas de energía), a diferencia del punto M3 que se requiere un mayor contenido de humedad; siendo que se deberá considerar los límites de plasticidad para garantizar la estabilidad de las propiedades mecánicas del suelo.

En consideración de lo anterior, un análisis que explicaría el impacto de la humedad en alcanzar una determinada densidad seca y capacidad de soporte, ante una baja, mediana o alta demanda de energía (golpes) o compactación, es el análisis granulométrico, así como los límites de consistencia, según se presenta a continuación:

Tabla 25. *Caracterización de los tipos de suelo en los tres puntos muestreados*

Muestras	Límite Líquido (%)	Límite Plástico (%)	Índice Plasticidad (%)	Contenido de humedad (%)	Índice de consistencia	Clasificación SUCS	
M1	35,5	27,5	8	13,96	2,69	GC	Suelo granular grueso (más del 50% retenido en la malla n° 200), grava y suelo gravoso (más del 50% retenido en la malla n° 4)
M2	32,8	20,4	12,4	13,44	1,56	CL	Suelo granular fino (50% o más pasa la malla n° 200), tendencia arcillosa inorgánica de baja plasticidad (LL<50%)
M3	31,5	20,7	10,8	12,18	1,79	CL	Suelo granular fino (50% o más pasa la malla n° 200), tendencia arcillosa inorgánica de baja plasticidad (LL<50%)

En la Tabla 25, se verifica que los puntos M2 y M3 son suelos de grano fino, con tendencia arcillosa (suelos CL), siendo solo el punto M1, el único suelo de grano grueso (grava y suelo gravoso), esto explicaría la alta capacidad de soporte ante una alta compactación (66,6% - Tabla 25). En tal caso, el punto M2, requeriría mejoramiento de la subrasante a fin de que responda a la capacidad de soporte requerido por las solicitudes de tránsito.

Diseño del pavimento rígido para tránsito liviano

Habiendo analizado la capacidad portante del suelo, o las propiedades mecánicas en general del suelo, es necesario conocer las demandas o solicitudes del tránsito, según se presenta a continuación:

Tabla 26. Índice de tráfico medio, diario, mensual y anual

TIPO DE VEHICULO	TPDM (Tránsito Promedio Diario Mensual)	TPDA (Tránsito Promedio Diario Anual)	IMD (Índice Medio Diario)
Moto carguero	484	5808	16
Auto	308	3696	10
Station wagon	140	1680	5
Pick up	100	1200	3
Panel	0	0	0
Rural combi	76	912	2
Micro	0	0	0
Bus 2 e	0	0	0
Bus 3 e	0	0	0
Camion 2 e	0	0	0
Camion 3 e	0	0	0
Total vehiculos	1108	13296	36

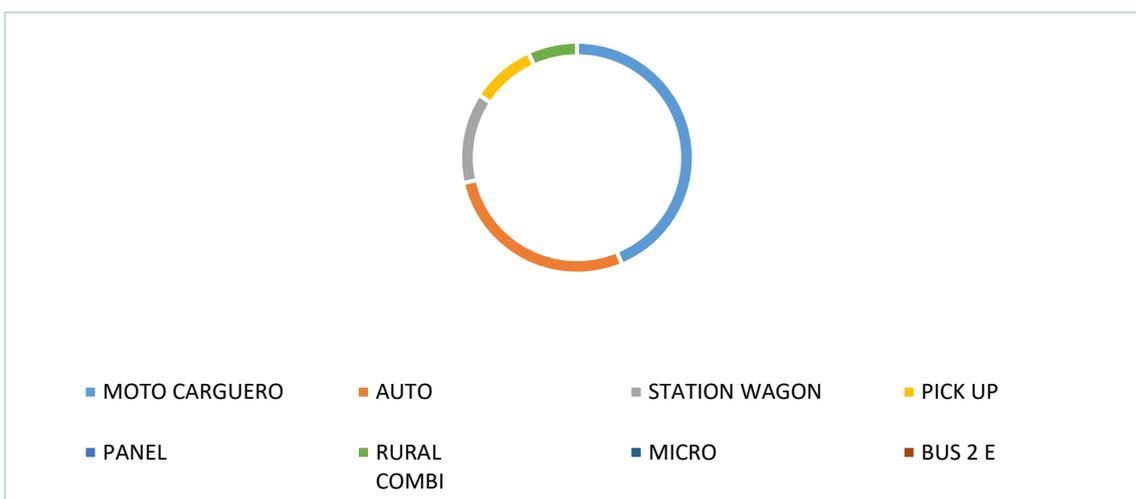


Figura 27. Clasificación vehicular IMDA

De la Tabla 26 y Figura 27, solo se observan vehículos livianos, no existen camiones ni buses, con un IMD de conteo vehicular de 36.

Tabla 27. Factores de Equivalencia de Carga de los vehículos de diseño

Tipo de vehículo	Factores de equivalencia de carga (FEC)				FD TOTAL
	Eje delantero	Ejes posteriores			
		simple	Tandem	Tridem	
Moto carguero	0,00004	0,00038			0,00042
Auto	0,00143	0,00143			0,00286
Station wagon	0,00143	0,00143			0,00286
Pick up	0,00143	0,00143			0,00286
Panel	0,00143	0,00143			0,00286
Rural combi	0,53	3,24			3,77

De la Tabla 27, se observa el FEC cada tipo de vehículo, que relacionan el daño que genera dicho vehículo respecto a un eje simple de 8,2 tn. El vehículo con mayor FEC es la combi rural con un valor de 3,77; es decir, genera 3,77 veces más daño en el pavimento que un eje simple de 8,2 tn.

Tabla 28. Distribución de la carga equivalente del eje simple estándar de 8,2 tn

Tipo de vehículo	IMD	Tasa de crecimiento anual (r %)	Periodo de diseño (años)	Factor de crecimiento (FC)	Equivalent Single Axle Load (ESAL (W 18))
Moto carguero	16	0,59	20	21,16	51,91
Auto	10	0,59	20	21,16	220,91
Station wagon	5	0,59	20	21,16	110,45
Pick up	3	0,59	20	21,16	66,27
Panel	0	0,59	20	21,16	0,00
Rural combi	2	6,65	20	39,46	108604,16
Esal total para el periodo de diseño (w 18)					109.053,70

De la Tabla 28, se observa que, el producto entre el IMD de cada vehículo, su FEC, y el factor de crecimiento determinado para el periodo de diseño de 20 años, se obtiene su aporte en ejes equivalentes de 8,2 tn; observando que, es la combi rural la que generaría el mayor impacto, con un ESAL de 108604,

Sumando los ESAL de todos los vehículos se obtiene un total de 109,053 ejes equivalentes de 8,2 tn que se esperan en el carril de diseño durante los 20 años de vida útil. Este valor de ESAL se utiliza para seleccionar el tipo de pavimento

y espesor de capas necesario para soportar la demanda de carga acumulada del tráfico, durante el periodo de diseño sin fallar prematuramente.

Conociendo ya las solicitaciones del tráfico, a continuación, se presenta los parámetros del diseño del pavimento permeable rígido:

Tabla 29. Elementos para el diseño del pavimento

A. Periodo de diseño (en años)		20,00
B. Numero de ejes equivalentes total (w18)		109.053,70
C. Serviciabilidad inicial (pi)		4,50
D. Serviciabilidad final (pt)		2,00
E. Factor de confiabilidad (r)		0,75
Standard normal deviate (Zr)		(0,67)
Overall standard deviation (So)		0,35
F. Valor CBR (%)		7,60

Tabla 30. Propiedades de los materiales

A. Resistencia a la compresión del concreto f'c (kg/cm²)	218
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	3.094,19
B. Módulo de elasticidad del concreto ec (psi)	3.170.648,95
C. Módulo de rotura s'c (psi)	626,42
D. Módulo de reacción de la subrasante- k (pci)	186,2
E. Transferencia de carga (j)	3,8
F. Coeficiente de drenaje (cd)	1

Tabla 31. Estructura del pavimento

A. Espesor de losa requerido (Df), en in	4,24
B. Espesor de losa requerido (Df), en cm	11,00
C. Espesor de sub base (SB), en in	4
D. Espesor de sub base (SB), en cm	10,00

Nota:

- * Las losas serán dimensionadas de 3,60 m x 4,50 m.
- * Las juntas longitudinales y transversales presentarán una longitud de 3 mm.
- * Las juntas longitudinales no presentarán barras de transferencia de carga.



Figura 28. Sección de vía típica

Tener en consideración que el CBR de la Subrasante sea mayor de 6.00 % si no lo fuera se deberá emprender las siguientes acciones:

- Estabilización mecánica.
- Reemplazo de suelo de Estabilización.
- Estabilización química de suelos.
- Estabilización con geosintéticos, etc.

V. DISCUSIÓN

Discusión general: Los resultados han evidenciado un impacto de la adición de fibra, tanto en la resistencia como en la permeabilidad; explicable, puesto que, las fibras mitigan la contracción térmica (Cheng et al., 2019); así mismo, según Wu, Zhao, Cai, Liang, Qian, Chen, He y Zhang (2022), afirman que, la adecuada incorporación de fibras, en matrices porosas, dada su distribución y longitud, refuerzan las propiedades mecánicas sin deteriorar la capacidad de drenaje; la relación agua/cemento de 0,35, también resulta adecuada para una hidratación balanceada que brinde resistencia estructural sin comprometer la porosidad (Zhang, Li, Lai y Xu, 2018). Bajo las condiciones climáticas y de requerimientos del proyecto en Los Lirios, el refuerzo con fibra de vidrio resulta favorable ante las condiciones climáticas adversas en la zona, caracterizada por lluvias intensas y temperaturas de hasta 9.3°C (Climate-Data.org, 2023), que podrían fragilizar la matriz porosa del concreto; esta doble mejora de resistencia y permeabilidad resulta en un pavimento que puede soportar la carga y evacuar eficientemente el agua superficial, reduciendo encharcamientos.

Discusión 1: Según las Tablas 17, 18 y 19 de los resultados, la diferencia en la resistencia a compresión entre el concreto con fibras de vidrio y el concreto patrón se hace menos significativa, entre tanto más avanza el proceso de curado del concreto poroso; entendiéndose que, las partículas de la mezcla de concreto patrón (sin la fibra) alcanzan una mayor cohesión. Específicamente, conforme se incrementa la edad del curado, el impacto en la resistencia a la compresión de la adición de la fibra de vidrio al 2%, se hace menos significativa en relación a la resistencia alcanzada con la mezcla patrón, acentuándose notable a los 28 días (no se observó diferencia significativa, sig. bilateral = ,266, mayor al máximo error aceptable – Tabla 19); y menos significativa aun es la diferencia al 1% de fibra de vidrio, siendo inclusive no significativo el impacto desde los 14 días; es con una dosis del 3% de fibra de vidrio, que se evidencia una diferencia significativa, manteniéndose significativa desde los 7 días hasta los 28 días, siendo en este caso, considerablemente mayor a la alcanzada con la mezcla de concreto patrón. Según la investigación de Mehta y Monteiro (2017), conforme avanza la edad o tiempo de

curado del concreto, se genera una mayor hidratación del cemento, lo que aumenta la cohesión entre las partículas de la matriz cementante; esto explica por qué la resistencia a compresión del concreto patrón se incrementa de 153.7 kg/cm² a 207.49 kg/cm² entre 7 y 28 días (Tabla 16 y Figura 19); bajo el mismo sentido, Spalvier, Díaz, Marrero, Baliosian, Piellarisi y Segura (2021) mencionan que la densidad del concreto poroso está inversamente relacionada con su resistencia mecánica. Es decir, a mayor densidad mayor resistencia. Por ello, se deduce que, conforme el concreto patrón alcanza mayor densidad y cohesión de partículas durante el tiempo de curado, la incorporación de bajos porcentajes de fibra de vidrio (1% y 2%) resulta insuficiente para brindar un refuerzo estructural efectivo que se traduzca en una diferencia significativa de resistencia frente al patrón a edades avanzadas. Entre tanto que, al 3% de fibra de vidrio, se logra generar un incremento consistente en la resistencia a compresión del concreto poroso, notablemente a los 28 días (incremento del 5.15%; al pasar de 207,49 a 218.18 kg/cm² - Figura 19; diferencia significativa al 0,7% - Tabla 19), al proveer un mayor refuerzo en la matriz que compensa el aumento de densidad en el concreto patrón con la edad, corroborando su efectividad como mecanismo resistente a esfuerzos de compresión; estos incrementos en las propiedades mecánicas concuerdan con Cheng, Lo, Ho, Lin y Yu (2019), quienes afirman que la incorporación de fibras de vidrio refuerza la matriz del concreto poroso al actuar como mecanismo de puente entre partículas, restringiendo la propagación de fisuras y previniendo el agrietamiento prematuro ante contracciones por cambios de temperatura. Asimismo, Beltrán y Villalba (2020) encontraron que al adicionar fibras de vidrio en un 2%, la resistencia a compresión aumentó 14.1 MPa con respecto al concreto poroso sin fibras.

Discusión 2: Los resultados de la resistencia a la flexión, evidencia que, solo a los 28 días, y menor porcentaje de adición de fibra (al 1%), se observa diferencia significativa en relación a la resistencia alcanzada de la mezcla patrón, diferencia de medias de 7,21 kg/cm² (un incremento de 32,67 a 39,88 kg/cm², esto es un 22,07%, significativa al 1,3% - Tabla 22); no se observa diferencias significativas a los 7 días, en ningún nivel de adición de la fibra (1%, 2%, 3%) en comparación con la muestra patrón (Tabla 21). Al respecto, de acuerdo con Wu et al. (2022), la

adecuada incorporación de fibras refuerza las propiedades mecánicas de los pavimentos porosos sin deteriorar su capacidad de drenaje. Esto concuerda con el aumento significativo de resistencia a flexión obtenido al agregar solo 1% de fibras de vidrio, el cual probablemente representa un equilibrio entre la contribución mecánica y efecto de obstrucción de poros. De acuerdo a lo anterior, los resultados sugieren que bajos porcentajes de fibra de vidrio (1%) mejoran la resistencia del concreto poroso a la flexión sin comprometer su permeabilidad; pero se requieren más estudios para optimizar la dosificación de fibras en términos de refuerzo a la flexión. Cabe resaltar que los valores de resistencia a la flexión son considerablemente menores a los de resistencia a compresión registrados; así para la muestra con 1% de fibras se obtuvieron 39.88 kg/cm² en flexión vs 208.18 kg/cm² en compresión a 28 días. Esta diferencia se debe a que el concreto poroso tiene una estructura menos rígida y más propensa a la deformación por tracción debido a su porosidad, por ello soporta mejor los esfuerzos de compresión axial que los esfuerzos de tracción generados por flexión, tal como explican Spalvier et al. (2021).

Discusión 3: Respecto al impacto en la permeabilidad, en la Figura 23, se verifica que, a medida que adiciona una mayor porcentaje de fibra de vidrio, se incrementa el coeficiente de permeabilidad, desde un 0,19 cm/segundo (al 1% de fibra de vidrio) a 0,29 cm/segundo (al 3% de fibra de vidrio), siendo esto notable a los 28 días; con diferencias respectivas al 1%, 2% y 3%, de 0,0271, 0,0653, y de 0,1249 cm/segundo de coeficiente de permeabilidad, respectivamente, significativas al 1% ($p < 0.01$), atribuibles a la incorporación de fibras. Esta mejora, se sustenta en los postulados de Wu, Zhao, Cai, Liang, Qian, Chen, He y Zhang (2022), quienes afirman que la adecuada incorporación de fibras en matrices porosas refuerza las propiedades mecánicas sin deteriorar la capacidad de drenaje. En el presente estudio se cumple esto gracias a la distribución uniforme de las fibras de vidrio, su longitud de 3 mm y diámetro entre 8-30 μm , que permiten la interconexión de poros al actuar como puentes sin obstruir el flujo de agua, según se evidencia en la curva granulométrica.

Discusión 4: Disponiendo de los resultados de las pruebas estadísticas que evidencian el impacto paralelo de la fibra de vidrio en la resistencia mecánica, así como en la permeabilidad, se procedió a determinar los parámetros de diseño para un pavimento rígido permeable; identificando en primera instancia la capacidad portante y estructural del pavimento, determinándose un CBR desde 7,6%, 21,9% y 34,5% al 95% de la MDS (Tabla 24), correspondientes a suelos fino con tendencia arcillosa inorgánica de baja plasticidad (CL) para los dos menores CBR, y a un suelo granular (GC), caso del mayor CBR (Tabla 25); por último se determinó las demandas o solicitudes del tránsito, determinándose un ESAL de 109.053,70, determinado por la Rural combi, con un ESAL de 108604,16; como resultante, se determinó espesores de 11 cm para la losa y 35 cm como sub base granular (capa de transición de 10 cm de 3/8"; y sub base granular de 3/4" – Figura 28). Estos resultados fueron concordantes con la investigación de Guerra y Guerra (2020), quienes determinaron los siguientes parámetros de diseño, losa de 20 cm, subbase granular de 30 a 40 cm y tubería perforada de 25 a 35 cm; aciotando que, el pavimento rígido permeable, representa una alternativa eficiente para la evacuación de las aguas pluviales en la localidad (cumpliendo además los requerimientos de capacidad estructural ante un tránsito vehicular liviano), destacando un tiempo de infiltración de 1,36 horas, desde la superficie del pavimento hasta el subdrenaje, en comparación a las 15,7 horas que tardaba el agua en ser evacuada mediante el pavimento rígido convencional.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión general: El impacto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión, se explica, puesto que las dosis altas (al 3%), proveen un mayor refuerzo en la matriz, al desarrollarse un mecanismo de puente entre partículas; alcanzándose dicho aporte significativo solo al 3% de dosis. Es a este nivel de dosis que se fortalece el aumento de densidad del concreto y la mayor hidratación del cemento (que se alcanza con el concreto patrón, conforme se avanza en la edad de curado), lo que aumenta la cohesión entre las partículas de la matriz cementante. Evidentemente, dado que, el concreto poroso tiene una estructura menos rígida y más propensa a la deformación por tracción debido a su porosidad, la resistencia a la flexión alcanzada resultó menor a la compresión, y no es significativa, dado el equilibrio buscado con respecto al efecto de obstrucción de poros, habiendo garantizado así la permeabilidad, logro que también se le atribuye a la distribución adecuada de la fibra, según su distribución, longitud y diámetro:

Conclusión 1: El impacto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto poroso, es significativo a todas las edades de curado, solo al 3% (particularmente observándose un incremento del 5,15%, al pasar de 207,49 a 218.18 kg/cm², a los 28 días); esto se explica, puesto que las dosis altas (al 3%), proveen un mayor refuerzo en la matriz cementante, al desarrollarse un mecanismo de puente entre partículas, restringiendo la propagación de fisuras o previniendo el agrietamiento prematuro ante contracciones por cambios de temperatura.

Conclusión 2: El impacto de la adición de fibra de vidrio en la resistencia a la flexión, es observable a los 28 días, con una adición mínima, al 1%, evidenciándose en un aumento de 7,21 kg/cm² (incremento del 22,07%, significativa al 1,3%) respecto al concreto patrón sin fibras. Esta mejora se sustenta en que dicha proporción de fibras refuerza adecuadamente las propiedades mecánicas al actuar como contribución estructural adicional mediante el mecanismo de puentes entre partículas, pero generando una mínima obstrucción de poros que no deteriora la permeabilidad. Si bien se requieren más estudios para

optimizar la dosificación de fibras y potenciar al máximo la resistencia a la flexión del concreto poroso, un 1% representa un equilibrio apropiado entre mejora mecánica y efecto sobre la porosidad.

Conclusión 3: Los factores que posibilitan la doble mejora en permeabilidad y resistencia mecánica son: la adecuada granulometría y longitud de fibra (3 mm de largo y 8-30 μm de diámetro) que refuerza la matriz sin obstruir el flujo de agua; la distribución homogénea de fibras que permite la interconexión de poros; y la relación agua/cemento de 0.35 que brinda resistencia estructural sin comprometer la porosidad necesaria para la permeabilidad.

Conclusión 4: A partir de la determinación de la capacidad de soporte de la subrasante con CBR de 7,6%, 21,9% y 34,5% al 95% de la MDS, correspondientes a suelos arcillosos y granulares (dado el análisis granulométrico), así como de la estimación de tránsito de 109.053,70 ESAL, determinado por el tipo de vehículo "Rural combi", se dimensionó técnicamente el pavimento rígido permeable, estableciéndose espesores de 11 cm para la losa y 35 cm de subbase granular permeable; concluyéndose que, esto funciona efectivamente como sistema de drenaje sostenible ante tráficos ligeros, según sostiene un estudio, previéndose una eficiencia significativa en el tiempo evaluación o infiltración de las aguas pluviales.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1: Realizar estudios complementarios variando el porcentaje de fibra de vidrio hasta 5%, para determinar si porcentajes mayores al 3% pueden maximizar el refuerzo a la compresión a todas las edades de curado, compensando la mayor cohesión del matriz cementante, conforme avanza el tiempo de hidratación.

Recomendación 2: Evaluar otras longitudes y diámetros de fibra, así como materiales alternativos como fibras de polipropileno, para identificar la combinación óptima que maximice la resistencia a la flexión sin comprometer significativamente la permeabilidad.

Recomendación 3: Analizar el efecto de la incorporación de fibras con otras variables como la relación agua/cemento y el nivel de compactación, para optimizar la doble contribución en resistencia mecánica y permeabilidad.

Recomendación 4: Caracterizar la microestructura del concreto poroso reforzado con fibras de vidrio mediante técnicas como MEB, EDS o DRX, para entender los mecanismos físico-químicos que explican el efecto positivo en las propiedades mecánicas y de transporte de fluidos.

Recomendación 5: Evaluar el desempeño a largo plazo del concreto poroso con fibras de vidrio ante condiciones reales de servicio, mediante ensayos acelerados de deterioro en laboratorio o en tramos experimentales, para garantizar los beneficios en términos de integridad estructural y evacuación de aguas.

REFERENCIAS

ALI, B; AHMED, H; QURESSHI, L; KURDA, R; HAFEZ, H ; MOHAMED, H y RAZA, A. Enhancing the Hardened Properties of Recycled Concrete (RC) through Synergistic Incorporation of Fiber Reinforcement and Silica Fume. *MDPI Journals Awarded Impact Factor* [en línea]. 2020, vol. 13, n°18. [Fecha de consulta: 05 de agosto de 2023]. DOI /10.3390/ma13184112.ISSN 1996-1944.Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/13/18/4112>

APONTE, L.N. y ROJAS, J.E. *Evaluación teórica, aplicaciones y proceso constructivo del Concreto Permeable para ser implementado como capa de rodadura en una vía*. Repositorio Institucional UNIMILITAR [en línea]. 2021.Tesis de Grado. [Consultado 09 agosto 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/38006>

ARIAS, J.; HOLGADO, J.; TAFUR, T.; y VÁSQUEZ, M. Metodología de la investigación: El método ARIAS para realizar un proyecto de tesis. 1ª ed. Puno: Perú, 2022. ISBN 978-612-5069-04-7 (PDF). Disponible en: https://repositorio.concytec.gob.pe/bitstream/20.500.12390/3109/1/2022_Metodologia_de_la_investigacion_El_metodo_%20ARIAS.pdf

ASCE .*Comprehensive assessment of America's Infrastructure*.American Society of Civil Engineers. Infrastructure Report Card.[en línea]. 2021 [consultado el 10 de agosto de 2023] Disponible en: https://infrastructurereportcard.org/wp-content/uploads/2020/12/National_IRC_2021-report.pdf

AYALA-LÓPEZ, J.E.; GIL-AHUMADA, E.; CORNEJO-RAMOS, R.D. y MUÑOZ-PÉREZ, S.P. Metodologías empleadas para la producción de concreto permeable usando parcialmente materiales reciclados como agregados: una revisión literaria. [en línea]. *Tecnológicas*. 2022, marzo ,vol. 25, n.º 53, e2088. [Fecha de consulta: 04 de agosto de 2023]. DOI 10.22430/22565337.2088. ISSN-e:2256-5337 Disponible en: <https://revistas.itm.edu.co/index.php/tecnologicas/article/view/2080/2323>

BELTRÁN MARTINEZ, A.M. y VILLALBA ZAMUDIO, S.S. *Diseño de mezcla para concreto permeable con fibra de vidrio*. [en línea]. Tesis de Grado. Repositorio Institucional Distrital 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/25180>

CABRERA, N. y VIVANCO, B. *Diseño de Pavimento Rígido Empleando Fibras de Vidrio al Concreto en el Grupo 1a, Sector 6, Villa El Salvador*. [en línea]. Tesis Maestría, Universidad César Vallejo, 2019 [consultado el 10 de agosto de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50908/Cabrera_HNS_Vivanco_AB-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CAHILL, M ; GODWIN, D Y TILT, J. Low-impact development fact sheet porous pavement. *Oregon Sate University* [en línea]. 2018,[Fecha de consulta: 09 de agosto de 2023]. Disponible en <https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/em9210.pdf>

CÁRDENAS, E y LOZANO ,J. *Correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto hidráulico con materiales procedentes del rio coello para el control de pavimentos rígidos*. [Tesis de Grado]. Universidad Piloto de Colombia.2016.[Consultado 15 de agosto de 2023].Disponible en: <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/5684/CORRELACION%20ENTRE%20EL%20MODULO%20DE%20ROTURA%20Y%20LA%20RESISTENCIA%20A%20LA%20COMPRESION%20DEL%20CONCRETO%20HIDRAULICO.pdf?sequence=1>

CEMEX. ¿Por qué se determina la resistencia a la compresión en el concreto?.*CEMEX*. [en línea].2019.[Fecha de consulta : 06 de agosto].Disponible en: <https://www.cemex.com.pe/-/-por-que-se-determina-la-resistencia-a-la-compresion-en-el-concreto-#->

CHAPARRO, A. *Comportamiento a la compresión y flexión de un pavimento en concreto poroso con adición de fibras sintéticas*. [en línea]. Tesis de Grado. Universidad Tecnológica y Pedagógica de Colombia, 2021 [consultado el 10 de agosto de 2023]. Disponible en: https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/8817/Comportamiento_a_la_compresion_y_flexion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CHUNGA, Carlos. Inundaciones en el norte de Perú: "No se ha avanzado nada en prevención y más bien se han agudizado los problemas". *Noticias ambientales* [en línea]. 2023 [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://es.mongabay.com/2023/03/desbordes-inundaciones-por-lluvias-en-piura-peru/>

CLIMATE-DATA.ORG. *Clima Andahuaylas: Temperatura, Climograma y Tabla climática para Andahuaylas*. Datos climáticos mundiales [en línea]. 2023 [consultado el 11 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/apurimac/andahuaylas-27824/>

COMEXPERÚ. Fenómeno de el niño en 2023: más de 8.3 millones de personas en riesgo elevado frente a mayores precipitaciones. *COMEXPERU - Sociedad de Comercio Exterior del Perú* [en línea]. 2023 [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/fenomeno-de-el-nino-en-2023-mas-de-83-millones-de-personas-en-riesgo-elevado-frente-a-mayores-precipitaciones>

COUTINHO, A.P.; MELO, T. dos A.T. de; ALCÂNTARA, L.R.P. de; RABELO, A.E.C. de G. da C.; y SANTOS NETO, S.M. Caracterização hidráulica das camadas de um pavimento permeável. *Águas Subterrâneas* [en línea]. 2020, vol. 34, n.o 2, pp. 191-203. [Fecha de consulta: 07 de agosto de 2023]. DOI 10.14295/ras.v34i2.29575. - ISSN 2179-9784 .Disponible en: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/29575>

ESQUERRE GARCIA, M. y SILVA SILVA, H. *Propuesta de diseño de pavimento drenante para la captación de agua de lluvias en zonas urbanas del norte del Perú* [en línea]. Tesis de grado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2019. [Consultado 30 de julio de 2023]. DOI 10.19083/tesis/625617. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625617/Esquerre_G_M.pdf?sequence=4&isAllowed=y

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. Selección de la muestra. En Metodología de la Investigación (6a ed, pp 170-191). México. McGraw-Hill 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0

GALLEGOS, F. y GUERRERO, A. *Estudio de las propiedades físicas y mecánicas del concreto permeable con adición de fibras de vidrio para pavimentos – Coracora*. [en línea]. Tesis Maestría, Universidad César Vallejo, 2021 [consultado el 10 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79909>

GHANEI, A ; ESKANDARI – NADDAF , H y DAVOODI , A. Corrosion behavior and optimization of air-entrained reinforced concrete, incorporating microsilica. *Willey Online Library*. [En línea] . 2018 [Consultado 14 de agosto de 2023]. DOI 10.1002/suco.201800058 .Disponible en : <https://onlinelibrary.wiley.com/action/showCitFormats?doi=10.1002%2Fsuco.201800058>

GOB.PE. Estadística - Infraestructura de Transportes - Infraestructura Vial. *Plataforma del Estado Peruano* [en línea]. 2022 [consultado el 12 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>

GOMEZ, A. La Teoría del Muestreo: ¿en qué consiste? *Fundación iS+D* [en línea]. 17 de febrero de 2023 [consultado el 19 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://isdfundacion.org/2023/02/17/la-teoria-del-muestreo/>

GUPTA, A.; RODRIGUEZ-HERNANDEZ, J. y CASTRO-FRESNO, D. Incorporation of additives and fibers in porous asphalt mixtures: A review. *MDPI Journals Awarded Impact Factor* [en línea]. 2019, vol. 12, n.º 19. [Fecha de consulta: 09 de agosto de 2023]. DOI 10.3390/ma12193156. EISSN 1996-1944. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma12193156>

IRF. World Road Statistics. World Road Statistics. *International Road Federation* [en línea]. 2022 [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://worldroadstatistics.org/>

KIRANMAYE, B.R.; TARANGINI, D. y REDDY, K.V.R. Effect of glass fiber on properties of pervious concrete. *International Journal of Civil Engineering and Technology* [en línea]. 2018, vol. 9, n.º 4, pp. 1344-1355. [Fecha de consulta: 09 de Agosto de 2023]. ISSN 0976-6316 Disponible en: https://iaeme.com/MasterAdmin/Journal_uploads/IJCIET/VOLUME_9_ISSUE_4/IJCIET_09_04_151.pdf

KUSUMA, Fidyasari, HIDAYAH, Entin y FARID, Mokhammad. Enhancing stormwater management with low impact development (LID): a review of the rain barrel, bioretention, and permeable pavement applicability in Indonesia. *Water Science & Technology* [en línea]. 2023, Vol. 87, (9) [fecha de consulta 30 de julio 2023]. ISSN 0273-1223. Disponible en: <https://iwaponline.com/wst/article/87/9/2345/94232/Enhancing-stormwater-management-with-low-impact>

LEE, M.G.; WANG, W.C.; WANG, Y.C.; HSIEH, Y.C. y LIN, Y.C. Mechanical Properties of High-Strength Pervious Concrete with Steel Fiber or Glass Fiber. Buildings . *MDPI Journals Awarded Impact Factor* [en línea]. 2022, vol. 12, nº 5. [Fecha de consulta: 09 de agosto de 2023]. DOI 10.3390/buildings12050620. ISSN 2075-5309 Disponible en: <https://doi.org/10.3390/buildings12050620>

LLERENA TORREJÓN, L.F. y TICLLA SÁNCHEZ, J.C. *Estudio y Evaluación del concreto permeable en un pavimento rígido según la Norma ACI 522R-10*. [en línea]. Tesis de grado. Universidad Peruana Unión. 2020. [Consultado 10 agosto 2023]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3561/Luis_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MANTEROLA, C.; GRANDE, L.; OTZEN, T.; GARCÍA, M.; SALAZAR, N. y QUIROZ, G. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. *Revista chilena de*

infectología [en línea]. 2018. Vol. 35, (6) [fecha de consulta 30 de julio 2023]. ISSN 0716-1018. Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000600680

MATA, L. El enfoque cuantitativo de investigación. *Investigalia* [en línea]. 2022 [consultado el 19 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/>

MEHTA, K Y MONTEIRO, P. Concrete microstructure , properties , and materials. [en línea]. Tercera Edición (2017). [fecha de consulta 11 Agosto 2023]. DOI: 10.1036/0071462899 .Disponible en : <http://worksaccounts.com/wp-content/uploads/2020/08/Concrete-Microstructure-Properties-and-Materials.pdf>.

National Ready Mixed Concrete Association. Hormigon el concreto en la práctica. ¿Qué, Por qué y Comó?. CIP 16 – Resistencia a flección del concreto. *NRMCA*. [En línea]. 2017. Disponible en : <https://concretesupplyco.com/wp-content/uploads/2017/01/16pes.pdf>

NESHVADIAN , K ; SPEAKMON, T y zollinger, D. Improved Infiltration Modeling for Partially Sealed Joints in Concrete Pavement Design .[en línea]. 2017. Mayo. Vol. 29 (9). Disponible en : [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0001856](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0001856)

ORE, H, y PORTILLO, M. *Propuesta de diseño de mezcla para un concreto permeable de FC=175kg/cm² en veredas*. [en línea]. Tesis de grado. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas .2019 [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/635423/Ore_AH.pdf?sequence=3&isAllowed=y

OYOLA A. La variable. *Rev. Cuerpo Med. HNAAA* [en línea]. 2021, vol. 14, n° 1. [Fecha de consulta: 14 de agosto de 2023]. DOI 10.35434/rcmhnaaa.2021.141.905 . ISSN 2227-4731. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-47312021000100016#B1

PANDURO SABOYA, S.J. y SINTI RIOS, R.B. *Propuesta de diseño de pavimento, utilizando concreto permeable para el control del drenaje pluvial en el distrito de la banda de shilcayo, provincia y departamento de san Martín*. [en línea]. Tesis de grado. Universidad Científica del Perú. 2021 [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1743>

PIARC. All News | PIARC. PIARC | *Association mondiale de la Route* [en línea]. 2022 [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://www.piarc.org/en/News-Agenda-PIARC/News>

PROVIASDES. PROVIAS DESCENTRALIZADO. Provias Descentralizado. Ministerio de Transportes y Comunicaciones [en línea]. 2021 [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: http://proviadesdes.gob.pe/intranet/legal/legal_consulta_web.asp?s_menu=3&s_buscar=1

RAMOS SALCEDO, C.M. *Mejoramiento al concreto absorbente con inserción de fibra de vidrio para aumentar su resistencia a la compresión en la ciudad de Tarma*. [en línea]. Tesis de Grado. Universidad Católica Sedes Sapientiae. 2019. [consultado el 15 de agosto de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14095/713/Ramos_Carina_tesis_bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RAN, T; PANG , J Y YU , J. Performance of Rubber Concrete Containing Polypropylene and Basalt Fibers under Coupled Sulfate Attack and Freeze–Thaw Conditions: An Experimental Evaluation. *MDPI Journals Awarded Impact Factor* [en línea]. 2019, vol. 12, n.º 09. [Fecha de consulta: 07 de agosto de 2023]. ISSN 2073-4360. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/ma12193156>

SÁNCHEZ MENDIETA, C; CAMPUZANO VERA, L.; ESPINOZA CORREA, J. y CABELLO SEQUERA, S. Concreto poroso: Constitución, Variables influyentes y protocolos para su caracterización. *Cumbres* [en línea]. 2021, n.º 64, pp. 64-69

[Fecha de consulta: 09 de agosto de 2023]. Disponible en <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/4>

SLEBI, C. Evaluación experimental de mezclas asfálticas porosas reforzadas con fibras a través del diseño de experimentos integrado con análisis de toma de decisiones de criterios múltiples. University of Cantabria Doctoral School Doctoral Program In Civil Engineering [en línea]. 2020. Disponible en: <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/20147/Tesis%20CJSA.pdf?sequence=1>

SPALVIER, A; DÍAZ, A; MARRERO, I; BALIOSIAN, T ; PIELARISI, R Y SEGURA, L. Recomendaciones sobre Pavimentos de Hormigón Permeable. *Grupo de Hormigón Estructural, Instituto de Estructuras y Transporte, Facultad de Ingeniería, Universidad de la República, Uruguay*. [en línea].2021. [fecha de consulta 12 Agosto 2023]. Disponible en : https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/sites/ministerio-ambiente/files/documentos/publicaciones/Pavimentos%20de%20hormig%C3%B3n%20permeable_FING.pdf

SUPO, José. Niveles de investigación. *BIOESTADISTICO* [en línea]. 2 de abril de 2023 [consultado el 19 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://bioestadistico.com/niveles-de-investigacion>

ULLOA-MAYORGA, V.A.; URIBE-GARCÉS, M.A.; PAZ-GÓMEZ, D.P.; ALVARADO, Y.A.; TORRES, B. y GASCH, I. Performance of pervious concrete containing combined recycled aggregates. *Ingeniería e Investigación* [en línea]. 2018, vol. 38, n° 2, pp. 34-41. [Fecha de consulta: 09 de agosto de 2023]. DOI 10.15446/ing.investig.v38n2.67491. ISSN 2248-8723. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v38n2.67491>

WILLIAMS , C y CASCIONE, A. Assessment of Asphalt Interlayer Designed on Jointed Concrete. [en línea]. *Iowa State University*.2014. [fecha de consulta 13 Agosto 2023].Disponible en : <https://dr.lib.iastate.edu/entities/publication/4ed71b18-5772-4907-80f5-3b7dbd8b767d>

WU, M.; ZHAO, J.; CAI, H.; LIANG, J.; QIAN, S.; CHEN, H.; HE, Q. y ZHANG, Y. Effect of Fibers on the Performance of a Porous Friction Course. *ACS Omega* [en línea]. 2022, vol. 7, n° 32, pp. 28324-28333. [Fecha de consulta: 09 de agosto de 2023]. DOI 10.1021/acsomega.2c02853. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02853>

ZHANG, Y ;LI , J; LAI , H y XU , Y. Effect of Homogenization on Microstructure Characteristics, Corrosion and Biocompatibility of Mg-Zn-Mn-xCa Alloys. *MDPI Journals Awarded Impact Factor* [en línea]. 2018, vol. 11, n° 2. [Fecha de consulta: 09 de agosto de 2023]. DOI 10.3390/ma11020227. ISSN 1996-1944. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1944/11/2/227>

GUERRA CHAYÑA, P. R., & GUERRA RAMOS, C. E. (2020). Diseño de un pavimento rígido permeable como sistema urbano de drenaje sostenible. *FIDES ET RATIO*, 20(20), Pág. 121 a 140. Recuperado a partir de <https://www.fidesetratio.ulasalle.edu.bo/index.php/fidesetratio/article/view/72>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

Título: Diseño de pavimento permeable adicionando fibras de vidrio y su impacto en las propiedades del concreto poroso, Los Lirios, Andahuaylas, 2023					
Autor: LEGUIA BALDARRAGO, JOHN					
VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
Fibra de vidrio	Filamentos continuos de vidrio con diámetros comprendidos entre 8 y 30 μm , longitud media suele estar entre 10 y 200 mm; se producen haciendo pasar vidrio fundido a través de finos orificios en un horno, estirándolo en largos filamentos que luego se entrelazan formando hebras (Páez, 2017)	Materiales formados por delgados filamentos de vidrio que se entrelazan entre sí; se fabrican estirando vidrio fundido a través de orificios finos para formar filamentos continuos de diámetros entre 8 y 30 micras; longitud media suele estar entre 3 y 200 mm; pudiendo utilizarse dosificaciones a la mezcla de concreto desde 0,5% hasta 3%	Dosificación	% de fibra de vidrio con respecto al peso del cemento (1%, 2% y 3%)	De razón
			Longitud de la fibra	valor nominal aprox. 3 mm	
			Diámetro de la fibra	38 μm	
Propiedades del concreto poroso	Son características o atributos presentes en el estado plástico y sólido, definidas por propiedades físicas, químicas y mecánicas, las primeras incluyen "[...] densidad, porosidad, permeabilidad, absorción capilar del agua y cambios volumétricos por retracción y temperatura" (p. 389), (Mehta y Monteiro (2017) e Illston (2020)); implica además la capacidad del material endurecido para	Son características o atributos definidos por la estructura de poros interconectados, una mayor porosidad (medida como porcentaje de volumen de poros), nivel de permeabilidad o velocidad de paso de fluidos a través del material, medida en m/s; así mismo las propiedades del concreto, implica la capacidad del concreto para soportar cargas o fuerzas aplicadas sin sufrir fallas ni deformaciones excesivas. Es una propiedad fundamental del	Propiedad física	Permeabilidad	De razón
			Resistencia a la compresión	Carga máxima de rotura en Kg	
				Área de la sección transversal de la probeta en cm^2	
Resistencia a la flexión	Carga máxima aplicada en el centro del tramo en Kg				

	<p>soportar cargas y esfuerzos principalmente de compresión, tracción y flexión, sin fracturarse o agrietarse; siendo la principal resistencia la de compresión, definida como, la "[...] capacidad para soportar una carga por unidad de área ...", la resistencia a la flexión, es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto; expresada en kg/cm², MPa, o en pulgada cuadrada (Mehta y Monteiro (2017), Cemex (2019) y NRMCA (2017))</p>	<p>concreto y juega un papel crucial en la determinación de su idoneidad para diferentes aplicaciones estructurales. Esta resistencia depende de la calidad de los materiales utilizados y del proceso de curado; además, el concreto puede tener propiedades de flexión, dureza, durabilidad y resistencia a la abrasión, las cuales se relacionan tanto con su composición como con su proceso de endurecimiento y curado.</p>		<p>Luz libre entre apoyos en cm</p> <hr/> <p>Ancho promedio de la probeta en cm</p> <hr/> <p>Altura promedio de la probeta en cm</p>	
--	--	--	--	--	--

Anexo 2. Matriz de consistencia

Título: Diseño de pavimento permeable adicionando fibras de vidrio y su impacto en las propiedades del concreto poroso, Los Lirios, Andahuaylas, 2023							
Autor: LEGUIA BALDARRAGO, JOHN							
Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Fibra de vidrio	Dosificación	% de fibra de vidrio con respecto al peso del cemento (1%, 2% y 3%)	ASTM Internacional; ACI 522R.06; NTC 1299; ASTM C1666/C1666M – 08	Tipo de investigación: Aplicada. Enfoque de investigación: Cuantitativo. Diseño de investigación: Experimental puro Nivel de investigación: Explicativa. Variables: Independiente: Fibra de vidrio Dependiente: Propiedades del concreto.
¿En qué medida la adición de fibra de vidrio impacta en las propiedades del concreto poroso para su utilización en el diseño de un pavimento permeable, Los Lirios, Andahuaylas 2023?	Determinar el impacto de la adición de fibra de vidrio en las propiedades del concreto poroso para su utilización en el diseño de un pavimento permeable, Los Lirios, Andahuaylas, 2023	La adición de fibras de vidrio impacta significativamente en las propiedades del concreto poroso para su utilización en el diseño de un pavimento permeable, Los Lirios, Andahuaylas, 2023		Longitud de la fibra	valor nominal aprox. 3 mm	ASTM C1666/C1666M – 08	
				Diámetro de la fibra	8-30 µm		
Problemas Específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:					Población y muestra: 64 probetas (36 probetas para el ensayo de resistencia a la compresión; 16 probetas para el ensayo de resistencia a la flexión; y 12 probetas para el ensayo de permeabilidad). Técnicas/Instrumentos:
¿En qué medida la adición de fibra de vidrio impacta en la resistencia a la compresión del concreto poroso?	Medir el impacto de la adición de fibras de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto poroso	La adición de fibras de vidrio impacta significativamente en la resistencia a la compresión del concreto poroso	Propiedades del concreto	Resistencia a la compresión	Carga máxima de rotura en Kg (P)	f'c = P / A "Ensayo normalizado ASTM C39"	
					Área de la sección transversal de la probeta en cm2 (A)		
¿En qué medida la adición de fibra de vidrio impacta	Medir el impacto de la adición de fibras de vidrio en	La adición de fibras de vidrio impacta significativamente en la		Resistencia a la flexión	Carga máxima aplicada en el centro del tramo en Kg (P)	MR = P.L / (b.d ²) "Ensayo normalizado ASTM C78"	

en la resistencia a la flexión del concreto poroso?	la resistencia a la flexión del concreto poroso	resistencia a la flexión del concreto poroso			Luz libre entre apoyos en cm (L)		Observación /Fichas estandarizadas de laboratorio. Validez y confiabilidad Certificados de los diferentes ensayos; y experiencia de los expertos de laboratorio y de la calibración de los equipos, según normativa.
					Ancho promedio de la probeta en cm (b)		
					Altura promedio de la probeta en cm (d)		
¿En qué medida la adición de fibra de vidrio impacta en la permeabilidad como propiedad física del concreto poroso?	Medir el impacto de la adición de fibras de vidrio en la permeabilidad como propiedad física del concreto poroso	La adición de fibras de vidrio impacta significativamente en la permeabilidad del concreto poroso		Propiedad física	Permeabilidad	$k = (a \times L) / (h \times A \times t)$ "Ensayo ACI 522R-10"	
No corresponde pregunta de investigación, dado que es un objetivo consecuente que se desprende del logro de los objetivos anteriores	Establecer los parámetros de diseño del pavimento flexible para tránsito liviano, teniendo en cuenta una zona de lluvias intensas y heladas.	No corresponde hipótesis, al tratarse de un objetivo que responde al valor agregado y no a un objetivo que busca determinar relación causal entre variables	Pavimento poroso	Estructura	Espesor de la losa de concreto o carpeta de rodadura Espesor de la capa base y sub base	Método AASHTO 93	
				Solicitaciones de tránsito	Tránsito promedio diario Factor de crecimiento del tránsito	$TPD = (D1 + D2 + D3 + \dots + Dn) / n$ $F = (1+i)^n$ i = tasa de crecimiento anual n = años del período de diseño	

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO (ASTM C136, NTP 400.037)

TÍTULO:

ELABORADO:

UBICACIÓN:

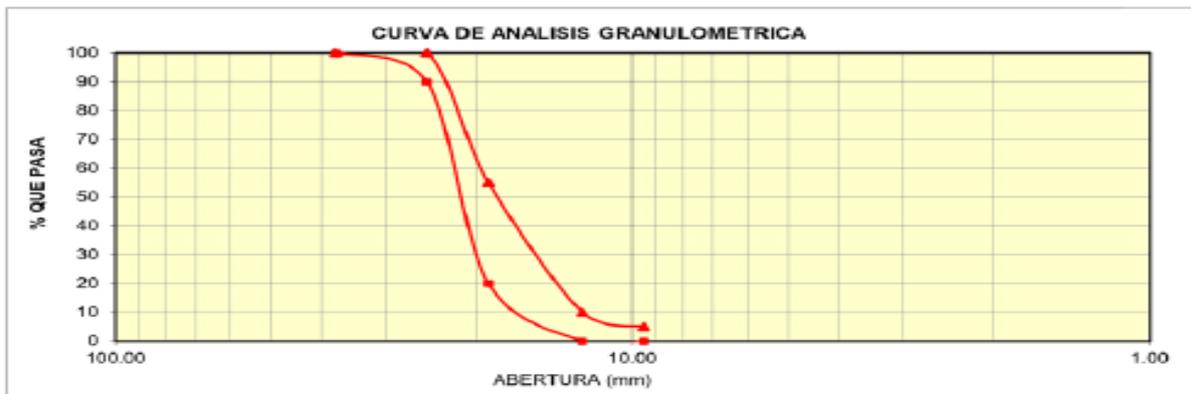
CANTERA:

FECHA:

MATERIAL:

TAMIZ N°	ABERTURA DEL TAMIZ (mm)	RETENIDO EN EL TAMIZ			PASA POR EL TAMIZ		% QUE PASA NORMA ASTM C-33
		GRAMOS	% PARCIAL	% ACUMULADO	GRAMOS	%	
2 1/2"	63.000						
2"	50.000						
1 1/2"	37.500						100 100
1"	25.000						90 100
3/4"	19.000						20 55
1/2"	12.500						50 85
3/8"	9.500						0 10
N° 4	4.750						0 5
N° 8	2.360						
Cazoleta							
Peso total + Caz.		0.00					

M.F=





FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PESO UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (ASTM C29, NTP 400.017)

TITULO:

ELABORADO:

UBICACIÓN:

CANTERA:

MATERIAL:

FECHA:

I. PESO UNITARIO SUELTO

N°	DESCRIPCION	UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g			
2	Peso del Molde	g			
3	Peso de la Muestra (1-2)	g			
4	Volumen del Molde	cm ³			
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cm ³			
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		kg/m ³			

II. PESO UNITARIO COMPACTADO

N°	DESCRIPCION	UND	M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g			
2	Peso del Molde	g			
3	Peso de la Muestra (1-2)	g			
4	Volumen del Molde	cm ³			
5	Peso Unitario Compacto de la Muestra	g/cm ³			
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTO		kg/m ³			

III. HUMEDAD

N°	DESCRIPCION	UND	M - 1		
1	Peso de la tara + Muestra Húmeda	g			
2	Peso de la Tara + Muestra Seca	g			
3	Peso del Agua Contenida (1-2)	g			
4	Peso de la Muestra Seca	g			
	Contenido de Humedad (3/4)*100	%			



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

MEDICION DEL CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO (ASTM C231, NTP 339.046)

TITULO:

ELABORADO:

UBICACIÓN:

CANTERA:

FECHA:

MATERIAL:

Contenido de aire del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$			
Dosificación (%)	Contenido de aire de diseño (%)	Contenido de aire de olla de Washington (%)	Verificación (Cumple/no cumple)
Concreto patrón			
0.15			
Fibra reciclados			
0.15			
0.15			
0.15			
0.15			

ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO

PROYECTO:

UBICACIÓN:

SOLICITA:

FECHA :

cm

H2 = cm

cm

H1 = cm

$$k = \frac{A_1 l}{A_2 t} \log \left(\frac{h_2}{h_1} \right)$$

A1: área de tubo de ensayo
 k: coeficiente de permeabilidad
 A2: área de la muestra
 l: altura de la muestra
 t: tiempo

A1 cm
 A2 cm
 l cm
 t segundos

$$k = \frac{A_1 \cdot l}{A_2 \cdot t} \cdot \text{Log} \left(\frac{H_2}{H_1} \right)$$

k =

CONCRETO POROSO			
PATRON			
EDAD	28 DIAS		
MUETRA	1	2	3
TIEMPO (s)			
k			
ADITIVO 1% fibra de vidrio			
EDAD	28 DIAS		
MUETRA	1	2	3
TIEMPO (s)			
k			
ADITIVO 2% fibra de vidrio			
EDAD	28 DIAS		
MUETRA	1	2	3
TIEMPO (s)			
k			
ADITIVO 3% fibra de vidrio			
EDAD	28 DIAS		
MUETRA			
TIEMPO (s)			
k			

Anexo 4. Validez



Evaluación por juicio de expertos

Respetado experto: Ing. Freddy Gobes Bocagel

Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos: **Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño de pavimento permeable adicionando fibras de vidrio y su impacto en las propiedades del concreto poroso, los lirios, Andahuaylas, 2023**

La validación de los instrumentos es de gran relevancia para que la información que se recoja a través de ellos, tenga un rigor científico y sean utilizados eficientemente, aportando de esta manera a la calidad de las obras con asfalto, por ello se debe someter a la evaluación de juicio de expertos para su respectiva validación. Agradezco su valiosa colaboración.

1. Datos generales del experto

Nombre del experto	Freddy Gobes Bocagel	
Grado profesional	Ingeniero (<input checked="" type="checkbox"/>)	Doctor (<input type="checkbox"/>)
Mención de la maestría		
Institución donde labora	Residente de obra	
Experiencia laboral general	1 a 5 años (<input type="checkbox"/>)	Más de 6 años (<input checked="" type="checkbox"/>)
Experiencia profesional en asfaltos	2 a 4 años (<input type="checkbox"/>)	Más de 5 años (<input type="checkbox"/>)

2. Propósito de la evaluación

Validar los formatos como instrumentos, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Formatos:	Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño del pavimento rígido adicionando fibras de vidrio para la Urbanización Los Lirios 18 de Diciembre Andahuaylas, 2023
Autor :	John Leguía Baldarrago (2023)
Procedencia:	Andahuaylas
Administración:	Aplicación en formato físico
Tiempo de aplicación:	20 minutos



4. Soporte teórico

VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSION	DEFINICION
Fibra de vidrio	Dosificación	Filamentos continuos de vidrio con diámetros comprendidos entre 8 y 30 μm , longitud media suele estar entre 10 y 200 mm; se producen haciendo pasar vidrio fundido a través de finos orificios en un horno, estrándolo en largos filamentos que luego se entrelazan formando hebras (Páez, 2017)
	Longitud de la fibra	
	Diámetro de la fibra	
Propiedades del concreto poroso	Propiedad física	Son características o atributos presentes en el estado plástico y sólido, definidas por propiedades físicas, químicas y mecánicas, las primeras incluyen "[...] densidad, porosidad, permeabilidad, absorción capilar del agua y cambios volumétricos por retracción y temperatura" (p. 389), (Mehta y Monteiro (2017) e Illston (2020)); implica además la capacidad del material endurecido para soportar cargas y esfuerzos principalmente de compresión, tracción y flexión, sin fracturarse o agrietarse; siendo la principal resistencia la de compresión, definida como, la "[...] capacidad para soportar una carga por unidad de área ...", la resistencia a la flexión, es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto; expresada en kg/cm^2 , MPa, o en pulgada cuadrada (Mehta y Monteiro (2017), Cemex (2019) y NRMCA (2017))
	Resistencia a la compresión	
	Resistencia a la flexión	

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el *Cuestionario para valorar los formatos en los cuales se recopilará información relevante de los ensayos de laboratorio para la tesis en cuestión* elaborado por *John Leguia Baldarrago* en el año 2023 de acuerdo con los siguientes indicadores le solicito que califique cada uno de los ítems según corresponda.

Criterio	Valoración	Indicador
CLARIDAD El formato se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El Formato no es claro.
	2. Bajo Nivel	El formato debe ser sustituido
	3. Moderado nivel	El formato requiere modificaciones
	4. Alto nivel	El formato es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El formato tiene	1. No cumple con el criterio	El formato no es adecuado para la dimensión
	2. Bajo Nivel	El formato tiene una relación tangencial

relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.		/lejana con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El formato tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Alto nivel	El formato es el adecuado y está relacionado con la dimensión.
RELEVANCIA El formato es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El formato puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El formato tiene alguna relevancia, pero otro formato puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El Formato es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El formato es muy relevante y debe ser incluido.

FORMATO DE VALIDACIÓN

Estimado Juez: leer y analizar con detenimiento los formatos y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

Variable: FIBRAS DE VIDRIO

Dimensión: DOSIFICACION

Objetivo de la dimensión: Analizar si los formatos presentados para la dimensión y sub dimensión son adecuados para recoger la información suficiente y necesaria.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
% que pasa por el tamiz N° 200	- Formato de análisis granulométrico por tamizado MCT E107, ASTM D422, AASHTO T88.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato de límites de consistencia malla N° 40 MTC 111, ASTM D4318, AASHTO T89 -T90.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato de determinación de humedad natural MTC E108, ASTM D2218.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato resumen general.	4	4	4	NINGUNO

Variable/categoría: PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO

Dimensión: PROPIEDAD FISICA

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si los formatos presentados son adecuados para recoger información suficiente y necesaria para medir la variable en estudio.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
<p>resistencia</p> <p>Permeabilidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Formato de análisis granulométrico por tamizado (ASTM C138, NTP 400.037). - PESO UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (ASTM C29, NTP 400.17). - Medición de contenido de aire del concreto (ASTM C231, NTP 339.046). - Formato de determinación de humedad natural MTC E108, ASTM D2216. - Formato de análisis granulométrico por tamizado de agregado - Formato resumen general - Formato gravedad específica y absorción de los agregados ASTM C128/C129. - Formato resistencia a la compresión ntp 339.034 - Formato resistencia a la flexión ntp 339.078 - Formato a la prueba de la permeabilidad "ley de darcy" 	4	4	4	NINGUNA

Variable: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Dimensión: Estructura del pavimento

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si los formatos presentados son adecuados para recoger información suficiente y necesaria para medir la variable en estudio.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Espesor	Formato, DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 1993	4	4	4	NINGUNA

Dimensión: Costo

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si el formato elaborado es adecuad para resumir la información del presupuesto.

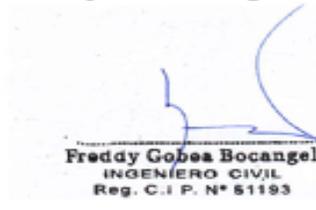
Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Presupuesto	Formato elaboración propia	4	4	4	NINGUNA

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez evaluador: Ing. Apellido y Nombre: **Freddy Gobes Bocangel**

18 de diciembre 2023



Freddy Gobes Bocangel
INGENIERO CIVIL
Reg. C. I. P. N° 51193

Firma del evaluador
DNI. 23877596
N° de CIP. 51193

Evaluación por juicio de expertos

Respetado experto: Ing. GERARDO HUARACA SOLANO

Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos: **Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño de pavimento permeable adicionando fibras de vidrio y su impacto en las propiedades del concreto poroso, los lirios, Andahuaylas, 2023**

La validación de los instrumentos es de gran relevancia para que la información que se recoja a través de ellos, tenga un rigor científico y sean utilizados eficientemente, aportando de esta manera a la calidad de las obras con asfalto, por ello se debe someter a la evaluación de juicio de expertos para su respectiva validación. Agradezco su valiosa colaboración.

1. Datos generales del experto

Nombre del experto	Gerardo Huaraca Solano	
Grado profesional	Maestría (X)	Doctor ()
Mención de la maestría		
Institución donde labora	Empresa particular	
Experiencia laboral general	1 a 5 años ()	Más de 6 años (X)
Experiencia profesional en asfaltos	2 a 4 años ()	Más de 5 años ()

2. Propósito de la evaluación

Validar los formatos como instrumentos, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Formatos:	Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño del pavimento rígido adicionando fibras de vidrio para la Urbanización Los Lirios 18 de Diciembre Andahuaylas, 2023
Autor :	John Leguía Baldarrago (2023)
Procedencia:	Andahuaylas
Administración:	Aplicación en formato físico
Tiempo de aplicación:	20 minutos



4. Soporte teórico

VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSION	DEFINICION
Fibra de vidrio	Dosificación	Filamentos continuos de vidrio con diámetros comprendidos entre 8 y 30 µm, longitud media suele estar entre 10 y 200 mm; se producen haciendo pasar vidrio fundido a través de finos orificios en un horno, estirándolo en largos filamentos que luego se entrelazan formando hebras (Páez, 2017)
	Longitud de la fibra	
	Diámetro de la fibra	
Propiedades del concreto poroso	Propiedad física	Son características o atributos presentes en el estado plástico y sólido, definidas por propiedades físicas, químicas y mecánicas, las primeras incluyen [...] densidad, porosidad, permeabilidad, absorción capilar del agua y cambios volumétricos por retracción y temperatura" (p. 389), (Mehta y Monteiro (2017) e Illston (2020)); implica además la capacidad del material endurecido para soportar cargas y esfuerzos principalmente de compresión, tracción y flexión, sin fracturarse o agrietarse; siendo la principal resistencia la de compresión, definida como, la "[...] capacidad para soportar una carga por unidad de área ...", la resistencia a la flexión, es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto; expresada en kg/cm ² , MPa, o en pulgada cuadrada (Mehta y Monteiro (2017), Cemex (2019) y NRMCA (2017))
	Resistencia a la compresión	
	Resistencia a la flexión	

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el *Cuestionario para valorar los formatos en los cuales se recopilará información relevante de los ensayos de laboratorio para la tesis en cuestión* elaborado por *John Leguía Baldarrago* en el año 2023 de acuerdo con los siguientes indicadores le solicito que califique cada uno de los ítems según corresponda.

Criterio	Valoración	Indicador
CLARIDAD El formato se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El Formato no es claro.
	2. Bajo Nivel	El formato debe ser sustituido
	3. Moderado nivel	El formato requiere modificaciones
	4. Alto nivel	El formato es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El formato tiene	1. No cumple con el criterio	El formato no es adecuado para la dimensión
	2. Bajo Nivel	El formato tiene una relación tangencial

relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.		/lejana con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El formato tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Alto nivel	El formato es el adecuado y está relacionado con la dimensión.
<p>RELEVANCIA</p> <p>El formato es esencial o importante, es decir debe ser incluido.</p>	1. No cumple con el criterio	El formato puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El formato tiene alguna relevancia, pero otro formato puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El Formato es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El formato es muy relevante y debe ser incluido.

FORMATO DE VALIDACIÓN

Estimado Juez: leer y analizar con detenimiento los formatos y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

Variable: FIBRAS DE VIDRIO

Dimensión: DOSIFICACION

Objetivo de la dimensión: Analizar si los formatos presentados para la dimensión y sub dimensión son adecuados para recoger la información suficiente y necesaria.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
% que pasa por el tamiz N° 200	- Formato de análisis granulométrico por tamizado MCT E107, ASTM D422, AASHTO T88.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato de límites de consistencia malla N° 40 MTC 111, ASTM D4318, AASHTO T89 -T90.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato de determinación de humedad natural MTC E108, ASTM D2216.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato resumen general.	4	4	4	NINGUNO

Variable/categoría: PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO

Dimensión: PROPIEDAD FISICA

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si los formatos presentados son adecuados para recoger información suficiente y necesaria para medir la variable en estudio.



Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
resistencia	- Formato de análisis granulométrico por tamizado (ASTM C136, NTP 400.037). - PESO UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (ASTM C29, NTP 400.17). - Medición de contenido de aire del concreto (ASTM C231, NTP 339.046).	4	4	4	NINGUNA
Permeabilidad	- Formato de determinación de humedad natural MTC E108, ASTM D2216. - Formato de análisis granulométrico por tamizado de agregado - Formato resumen general - Formato gravedad específica y absorción de los agregados ASTM C128/C129. - Formato resistencia a la compresión ntp 339.034 - Formato resistencia a la flexión ntp 339.078 - Formato a la prueba de la permeabilidad "ley de darcy"				

Variable: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Dimensión: Estructura del pavimento

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si los formatos presentados son adecuados para recoger información suficiente y necesaria para medir la variable en estudio.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Espesor	Formato, DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 1993	4	4	4	NINGUNA

Dimensión: Costo

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si el formato elaborado es adecuada para resumir la información del presupuesto.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Presupuesto	Formato elaboración propia	4	4	4	NINGUNA

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez evaluador: Ing. Apellido y Nombre: **Gerardo Huaraca Solano**

18 de diciembre 2023



Gerardo Huaraca Solano
Gerardo Huaraca Solano
INGENIERO CIVIL
CIP N° 51193

Firma del evaluador
DNI. 23877596
N° de CIP. 51193

Evaluación por juicio de expertos

Respetado experto: Ing. Cecilio I. Llocclla Huaman

Usted ha sido seleccionado para evaluar los instrumentos: **Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño de pavimento permeable adicionando fibras de vidrio y su impacto en las propiedades del concreto poroso, los lirios, Andahuaylas, 2023**

La validación de los instrumentos es de gran relevancia para que la información que se recoja a través de ellos, tenga un rigor científico y sean utilizados eficientemente, aportando de esta manera a la calidad de las obras con asfalto, por ello se debe someter a la evaluación de juicio de expertos para su respectiva validación. Agradezco su valiosa colaboración.

1. Datos generales del experto

Nombre del experto	Cecilio I. Llocclla Huaman	
Grado profesional	Maestría (<input checked="" type="checkbox"/>)	Doctor ()
Mención de la maestría		
Institución donde labora	Privado	
Experiencia laboral general	1 a 5 años ()	Más de 6 años (<input checked="" type="checkbox"/>)
Experiencia profesional en asfaltos	2 a 4 años ()	Más de 5 años ()

2. Propósito de la evaluación

Validar los formatos como instrumentos, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Formatos:	Formatos para recojo de información de los ensayos de laboratorio de la tesis Diseño del pavimento rígido adicionando fibras de vidrio para la Urbanización Los Lirios 18 de Diciembre Andahuaylas, 2023
Autor :	John Leguía Baldarrago (2023)
Procedencia:	Andahuaylas
Administración:	Aplicación en formato físico
Tiempo de aplicación:	20 minutos

4. Soporte teórico

VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSION	DEFINICION
Fibra de vidrio	Dosificación	Filamentos continuos de vidrio con diámetros comprendidos entre 8 y 30 μm , longitud media suele estar entre 10 y 200 mm; se producen haciendo pasar vidrio fundido a través de finos orificios en un horno, estirándolo en largos filamentos que luego se entrelazan formando hebras (Páez, 2017)
	Longitud de la fibra	
	Diámetro de la fibra	
Propiedades del concreto poroso	Propiedad física	Son características o atributos presentes en el estado plástico y sólido, definidas por propiedades físicas, químicas y mecánicas, las primeras incluyen "[...] densidad, porosidad, permeabilidad, absorción capilar del agua y cambios volumétricos por retracción y temperatura" (p. 389), (Mehta y Monteiro (2017) e Illston (2020)); implica además la capacidad del material endurecido para soportar cargas y esfuerzos principalmente de compresión, tracción y flexión, sin fracturarse o agrietarse; siendo la principal resistencia la de compresión, definida como, la "[...] capacidad para soportar una carga por unidad de área ...", la resistencia a la flexión, es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto; expresada en kg/cm^2 , MPa, o en pulgada cuadrada (Mehta y Monteiro (2017), Cemex (2019) y NRMCA (2017))
	Resistencia a la compresión	
	Resistencia a la flexión	

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el *Cuestionario para valorar los formatos en los cuales se recopilará información relevante de los ensayos de laboratorio para la tesis en cuestión* elaborado por *John Leguía Baldarrago* en el año 2023 de acuerdo con los siguientes indicadores le solicito que califique cada uno de los ítems según corresponda.

Criterio	Valoración	Indicador
CLARIDAD El formato se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El Formato no es claro.
	2. Bajo Nivel	El formato debe ser sustituido
	3. Moderado nivel	El formato requiere modificaciones
	4. Alto nivel	El formato es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El formato tiene	1. No cumple con el criterio	El formato no es adecuado para la dimensión
	2. Bajo Nivel	El formato tiene una relación tangencial

relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.		lejana con la dimensión.
	3. Moderado nivel	El formato tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.
	4. Alto nivel	El formato es el adecuado y está relacionado con la dimensión.
<p>RELEVANCIA</p> <p>El formato es esencial o importante, es decir debe ser incluido.</p>	1. No cumple con el criterio	El formato puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El formato tiene alguna relevancia, pero otro formato puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El Formato es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El formato es muy relevante y debe ser incluido.

FORMATO DE VALIDACIÓN

Estimado Juez: leer y analizar con detenimiento los formatos y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente.

Variable: FIBRAS DE VIDRIO

Dimensión: DOSIFICACION

Objetivo de la dimensión: Analizar si los formatos presentados para la dimensión y sub dimensión son adecuados para recoger la información suficiente y necesaria.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
% que pasa por el tamiz N° 200	- Formato de análisis granulométrico por tamizado MCT E107, ASTM D422, AASHTO T88.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato de límites de consistencia malla N° 40 MTC 111, ASTM D4318, AASHTO T89 -T90.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato de determinación de humedad natural MTC E108, ASTM D2216.	4	4	4	NINGUNO
	- Formato resumen general.	4	4	4	NINGUNO

Variable/categoría: PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO

Dimensión: PROPIEDAD FISICA

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si los formatos presentados son adecuados para recoger información suficiente y necesaria para medir la variable en estudio.



Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
resistencia Permeabilidad	<ul style="list-style-type: none">- Formato de análisis granulométrico por tamizado (ASTM C136, NTP 400.037).- PESO UNITARIOS DE LOS AGREGADOS (ASTM C29, NTP 400.17).- Medición de contenido de aire del concreto (ASTM C231, NTP 339.046).- Formato de determinación de humedad natural MTC E108, ASTM D2216.- Formato de análisis granulométrico por tamizado de agregado- Formato resumen general- Formato gravedad específica y absorción de los agregados ASTM C128/C129.- Formato resistencia a la compresión ntp 339.034- Formato resistencia a la flexión ntp 339.078- Formato a la prueba de la permeabilidad "ley de darcy"	4	4	4	NINGUNA

Variable: DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
Dimensión: Estructura del pavimento

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si los formatos presentados son adecuados para recoger información suficiente y necesaria para medir la variable en estudio.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Espesor	Formato, DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO AASHTO 1993	4	4	4	NINGUNA

Dimensión: Costo

Objetivo de la dimensión: Analizar y validar si el formato elaborado es adecuad para resumir la información del presupuesto.

Indicadores	Formatos	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Presupuesto	Formato elaboración propia	4	4	4	NINGUNA

Observaciones (precisar si hay suficiencia):

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez evaluador: Ing. Apellido y Nombre: **Cecilio I. Lloclla Human**

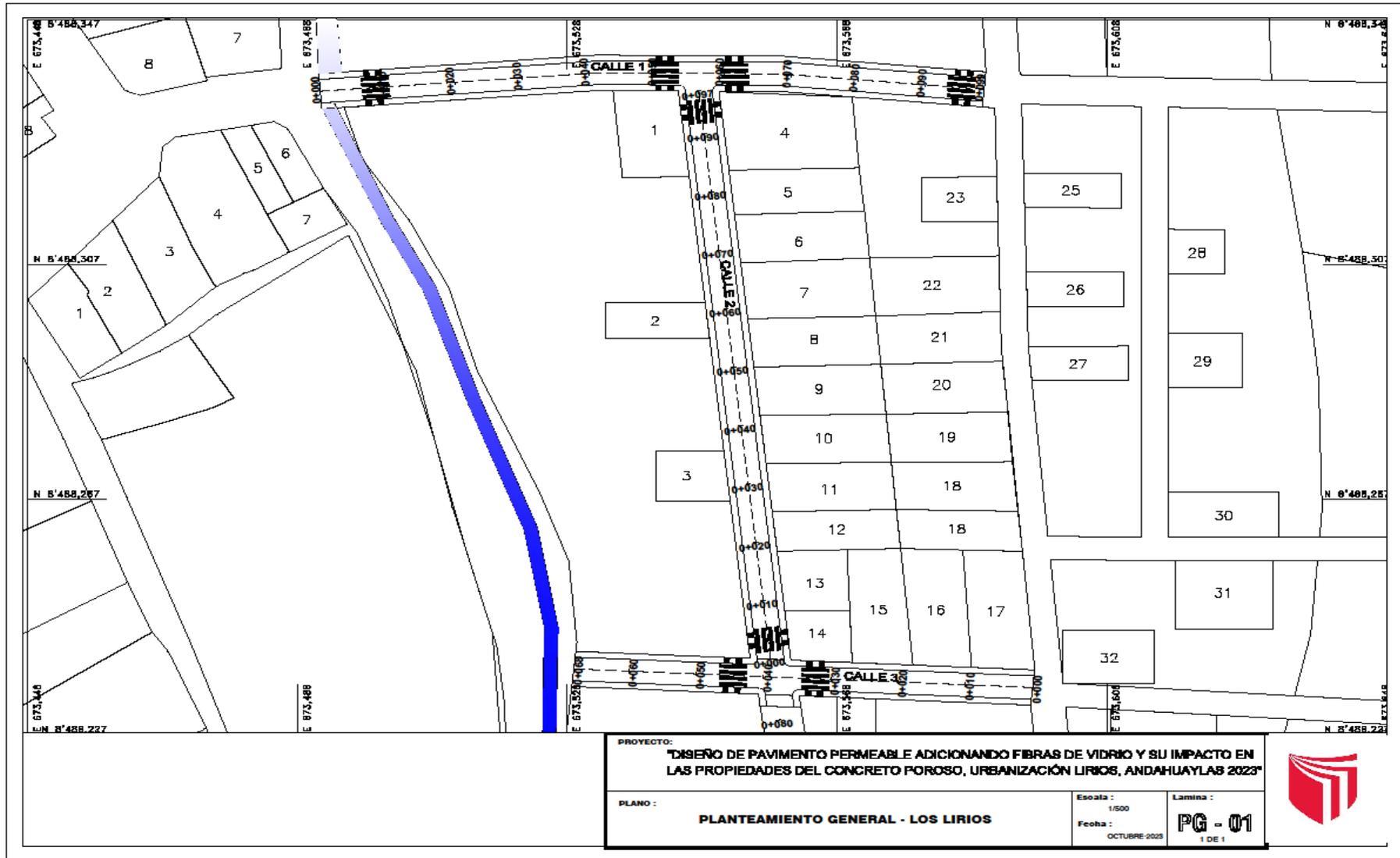
18 de diciembre 2023



Cecilio I. Lloclla Human
INGENIERO CIVIL
CIP 143862

Firma del evaluador
DNI. 31031610
N° de CIP. 143862

Anexo 5. Mapas y Planos



Anexo 6. Panel fotográfico



Figura 01: Calicata C-03 progresiva
0+40 Calle 3.



Figura 02: Calicata C-02 progresiva
0+70 Calle 2.



Figura 03: Calicata C-01 progresiva 0+60
Calle 1.

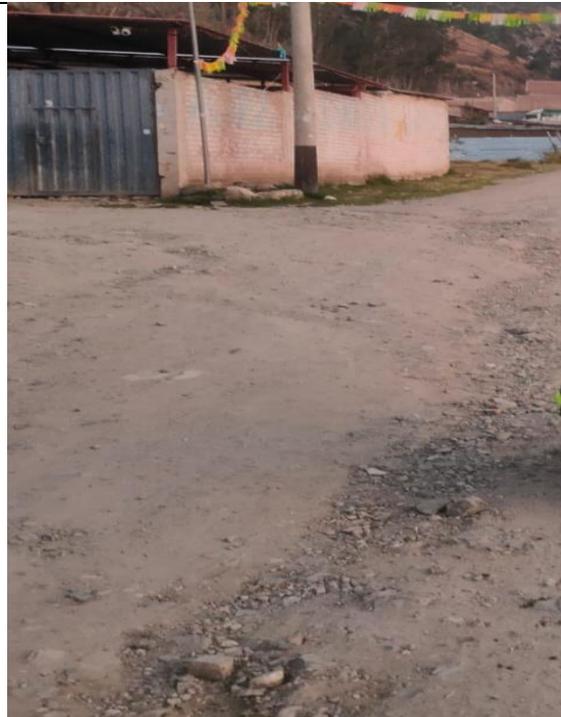


Figura 04: Urbanización los Lirios.



Figura 05: Conteo vehicular.



Figura 06: Conteo vehicular.



Figura 07: Fibra de vidrio.



Figura 08: Dosificación fibra de vidrio.



Figura 09: Ensayo de los materiales, ensayo limite liquido, limite plastico.

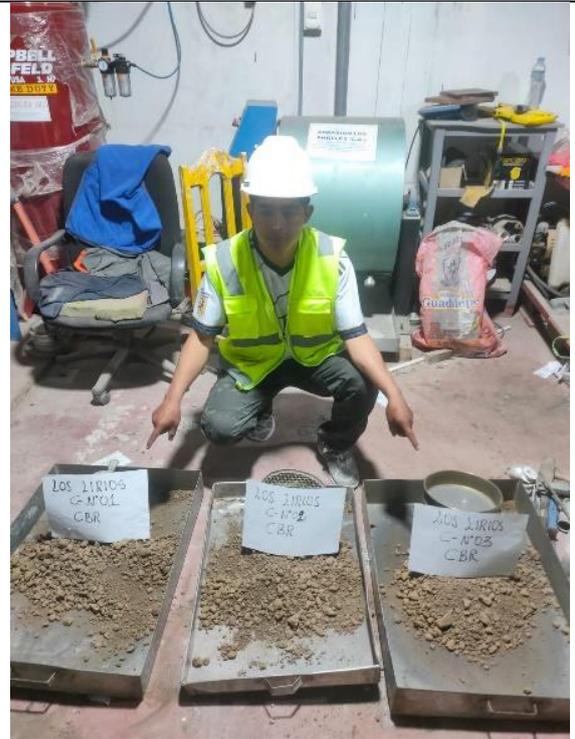


Figura 10: Ensayo de CBR.

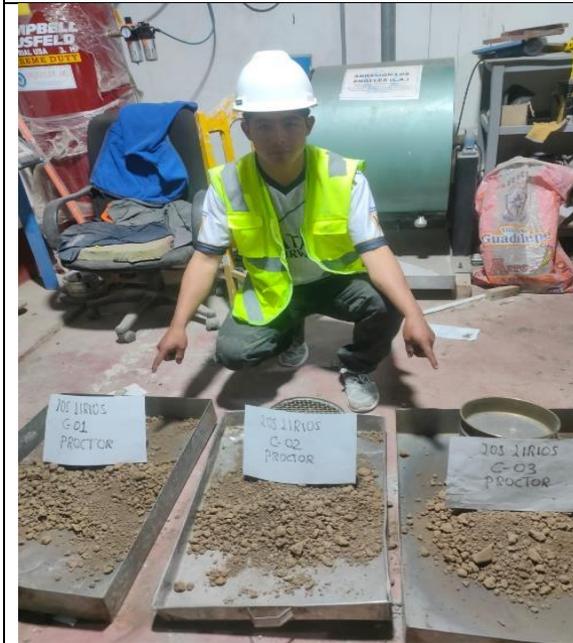


Figura 11: Ensayo de proctor.



Figura 12: Ensayo de CBR.

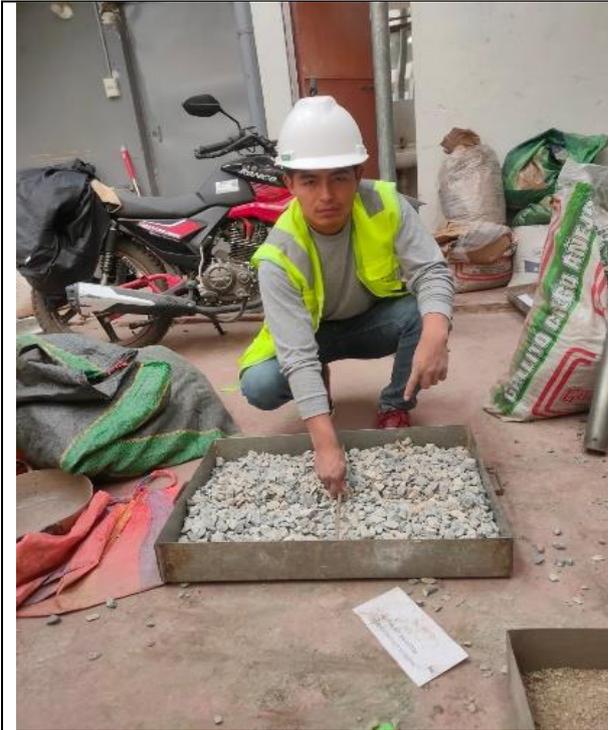


Figura 13: Ensayo de agregado grueso, diseño de mezcla.



Figura 14: Secado de las muestras.

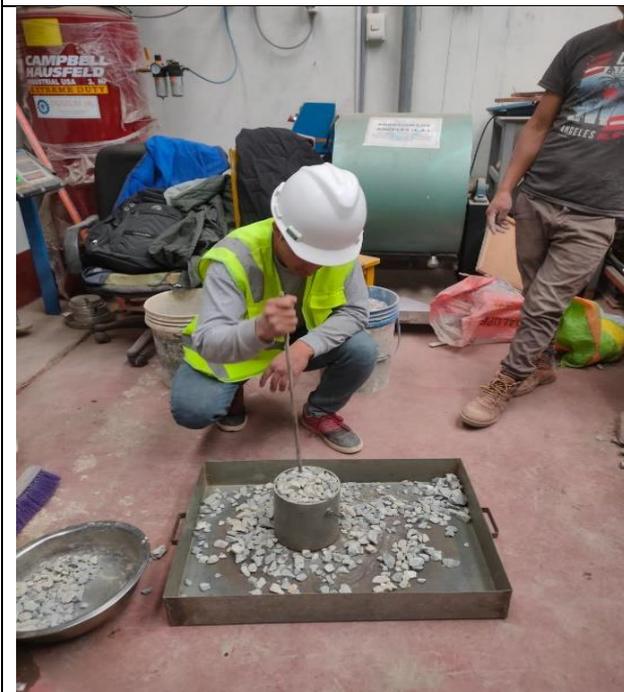


Figura 15: Ensayo densidad de agregado grueso.



Figura 16: Elaboración de probetas.



Figura 17: Adición fibra de vidrio 1%.



Figura 18: Concreto poroso con fibra de vidrio al 1%.



Figura 19: Elaboración de probetas al 1% con fibra de vidrio.

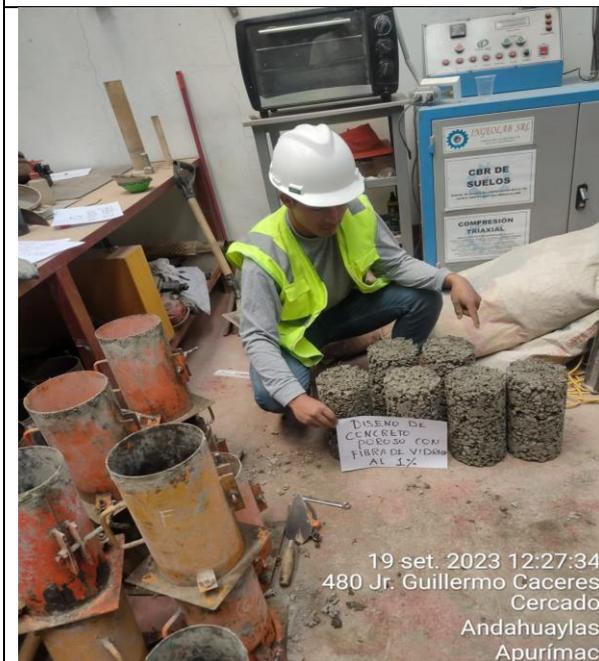


Figura 20: Ensayo del SLUMP.



18 set. 2023 11:42:32
490 Jr. Guillermo Caceres
Cercado
Andahuaylas
Apurímac

Figura 21: Desencofrado de las probetas patrón.



19 set. 2023 12:27:34
480 Jr. Guillermo Caceres
Cercado
Andahuaylas
Apurímac

Figura 22: Desencofrado de las probetas con fibras al 1%.



19 set. 2023 13:43:08
480 Jr. Guillermo Caceres
Cercado
Andahuaylas
Apurímac

Figura 23: Curado de las probetas con fibras de vidrio al 1%.



Figura 24: Concreto poroso con fibra de vidrio al 2%.



Figura 25: Elaboración de probetas al 2% con fibras de vidrio.



Figura 26: Desencofrado de probetas al 2% de fibra de vidrio.



Figura 27: Curado de las probetas con fibras de vidrio al 2%.



Figura 28: Concreto poroso con fibra de vidrio al 3%.



Figura 29: Adición fibra de vidrio 3%.



Figura 30: Elaboración de probetas al 3% con fibra de vidrio.



Figura 31: Curado de las probetas con fibras de vidrio al 3%.

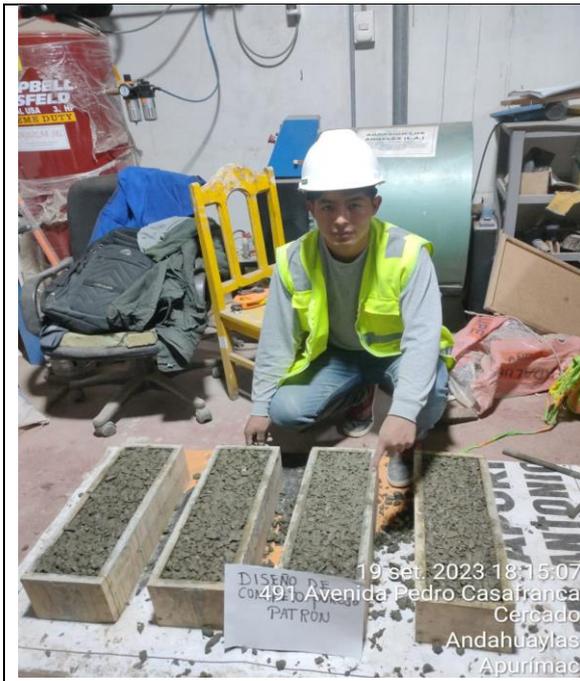


Figura 32: Elaboración de concreto poroso patron para el ensayo a flexión.



Figura 33: Elaboración de concreto poroso con fibra de vidrio al 1% para el ensayo a flexión.



Figura 34: Elaboración de concreto poroso con fibra de vidrio al 2% para el ensayo a flexión.



Figura 35: Elaboración de concreto poroso con fibra de vidrio al 3% para el ensayo a flexión.

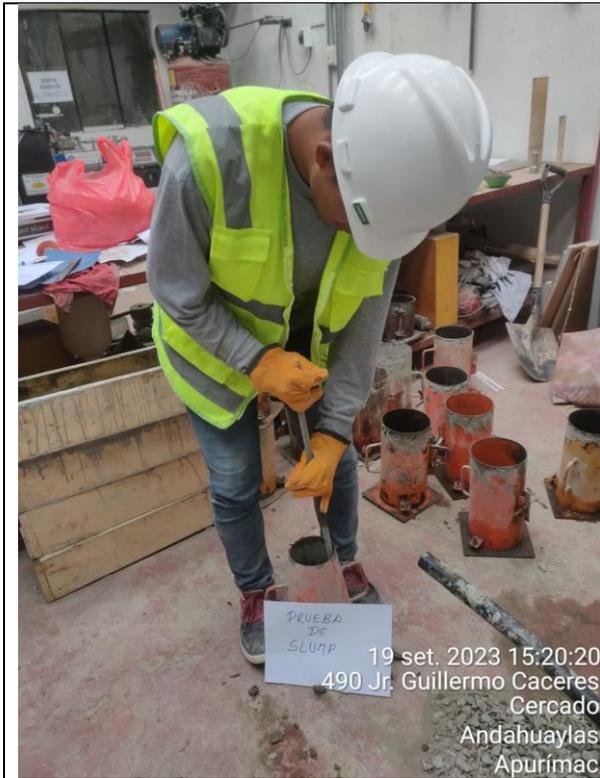


Figura 36: Ensayo de SLUMP.



Figura 37: Desencofrado de los testigos.



Figura 38: Desencofrado de los testigos.



Figura 39: Curado de todas las muestras.



Figura 40: Ensayo resistencia a la compresión a los 7 días, testigo patron.



Figura 41: Ensayo resistencia a la flexión a los 7 días, testigo patron.



Figura 42: Ensayo resistencia a la flexión a los 7 días, testigo al 2% fibra de vidrio.



Figura 43: Ensayo resistencia a la flexión a los 7 días, testigo al 3% fibra de vidrio.



Figura 44: Ensayo resistencia a la compresión a los 14 días, testigo patron.



Figura 45: Ensayo resistencia a la compresión a los 14 días, testigo al 1% fibra de vidrio.



Figura 46: Ensayo resistencia a la compresión a los 14 días, testigo al 1% fibra de vidrio.



Figura 47: Ensayo resistencia a la flexión a los 14 días, testigo al 2% fibra de vidrio.



Figura 48: Ensayo resistencia a la compresión a los 28 días, testigo patrón.



Figura 49: Ensayo resistencia a la flexión a los 28 días, testigo patrón.



Figura 50: Ensayo resistencia a la flexión a los 28 días, testigo al 2% fibra de vidrio.



Figura 51: Ensayo resistencia a la flexión a los 28 días, testigo patrón.



Figura 52: Ensayo de la permeabilidad de la probeta patron.



Figura 53: Ensayo de la permeabilidad de la probeta al 1% con fibra de vidrio.



Figura 54: Ensayo de la permeabilidad de la probeta al 2% con fibra de vidrio.



Figura 56: Ensayo de la permeabilidad de la probeta al 3% con fibra de vidrio.

Anexo 9. Certificados de laboratorio de los ensayos



CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

PROYECTO: "DISEÑO DE HAVIVENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAY UAYLAS 2023"

MUESTRA: N-1
PROF. : 1.50m
UBICACIÓN: Urbanización Los Lirios - Andahuaylas
 REGION APURIMAC
SOLICITADO: MAGILICHEN LECHE BALDARRAGO
FECHA : OCTUBRE DEL 2023

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	23.04	22.89	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	46.71	51.81	
Peso de la Cápsula + Suelo Seco gr.	43.44	48.56	
Peso del Agua gr.	3.27	3.05	
Peso de Suelo Seco gr.	20.40	25.67	
Porcentaje de Humedad %	16.03	11.88	13.96



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guileo Rayán Quispe
 C.R. 10000
 GEOTECHNICA



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de riego, etc.), Geología, Minería, geotecnia, impacto ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGENIERÍA S.R.L.

ENSAYO DE LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO FORMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANTA HUAYLAS 2023

MUESTRA:

M-1

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

Urbanización Los Lirios - Anta Huaylas

REGION APURÍMAC

SOLICITADO:

BACH. JOHIN LEGUIA BALDARAGO

FECHA:

OCTUBRE DEL 2023

LÍMITE LÍQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	13.88	13.64	13.38	13.41
Peso capsula + suelo húmedo	28.12	27.86	28.28	27.76
Peso capsula + suelo seco	24.58	24.06	24.34	23.86
Numero de golpes	44	33	21	13
Peso suelo seco	10.70	10.42	10.96	10.45
Peso agua	3.54	3.60	3.94	3.90
% humedad	33.1	34.5	35.9	37.3

OBSERVACIONES:

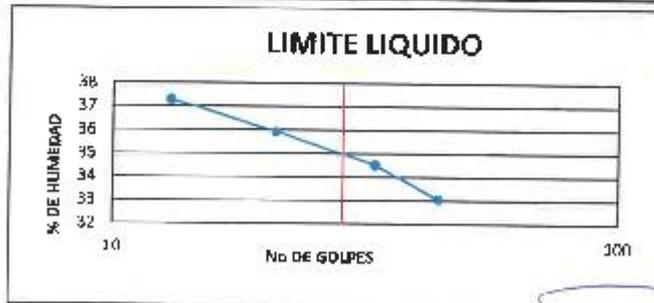


LÍMITE PLÁSTICO

Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.52	13.44	13.48
Peso capsula + suelo húmedo	25.42	25.68	25.54
Peso capsula + suelo seco	22.84	23.04	22.94
Peso suelo seco	9.32	9.60	9.46
Peso agua	2.88	2.62	2.60
% humedad	27.7	27.3	27.5

RESULTADOS

LÍMITE LÍQUIDO	35.5
LÍMITE PLÁSTICO	27.5
ÍNDICE PLÁSTICO	8.0



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

INGENIERÍA S.R.L.
 Ing. Guillo Andén Quispe
 CIP. 14019
 05/07/2023



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, suelos, represas, reservorios, canales de irrigación, etc); Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental Consultoría y asesoría en general

INGECCAS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

MTC E 107- 2000

PROYECTO:

"DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONADO FIBRAS DE MIMBO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PULSADO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANCAJUY LAS 2022"

MUESTRA:

M-1

PROF. :

1.5cm

UBICACIÓN:

Urbanización Los Lirios - Andahuayla

REGION APURIMAC

SOLICITADO:

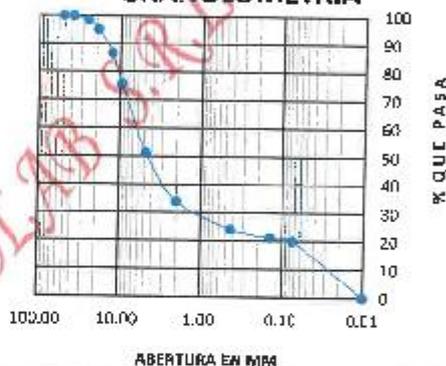
ING. JOHN FIGUEROA DALDARAGO

FECHA :

OCTUBRE DEL 2022

TAMANO DE TAMIZER	RETEENIDO	RETENIDO	%	% QUE PASA
(Pulg.)	(mm.)	(gr)	(%)	(%)
2"	101.60	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	28.00	1.85	98.15
3/4"	19.00	55.00	3.74	96.26
1/2"	12.70	144.00	9.48	90.52
3/8"	9.50	103.00	7.77	92.23
Nº 4	4.75	417.00	26.84	73.16
Nº 10	2.00	294.00	17.30	82.70
Nº 40	0.43	106.00	9.77	90.23
Nº 60	0.25	51.00	3.00	97.00
Nº 200	0.07	21.00	1.24	98.76
CAZAFIA		340	20.01	80.00
TOTAL :		1,690	100	

GRAFICO DE GRANULOMETRIA



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS

SUELO DE GRANU GRUPO		GW	Grupos de clasificación: arenas de grano grueso y arena con poca arcilla (G)	DATOS PARA CLASIFICACION
SUELO DE GRANU GRUPO MAS DEL 85% RETENIDO EN LA MALLA Nº 200	GW	Grupos de clasificación: arenas de grano grueso y arena con poca arcilla (G)	PASA Nº 4	51.32
	GP	Grupos de clasificación: arenas de grano grueso y arena con poca arcilla (G)	PASA Nº 10	34.02
	GM	Grupos de clasificación: arenas de grano grueso y arena con poca arcilla (G)	PASA Nº 40	24.25
	GC	Grupos de clasificación: arenas de grano grueso y arena con poca arcilla (G)	PASA Nº 200	20.01
SUELO DE GRANU GRUPO -IND. 85% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	EW	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	RETIENE Nº 4	48.68
	SP	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	D10	0.037
	SM	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	D30	1.35
	SC	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	D60	6.44
SUELO DE GRANU GRUPO -IND. 85% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	ML	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	CU	174.23
	CL	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	Cc	7.877
	OL	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	Uc	95.9%
	MP	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	LP	27.5%
SUELO DE GRANU GRUPO -IND. 85% O MAS PASA LA MALLA Nº 200	CH	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	IP	8.0%
	DH	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	CLASIFICACION	
Alimento Orgánico	Pt	Grupos de clasificación: arenas con arena con poca arcilla (G)	ASSTHO	A-24
			SUCS	GC

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotécnica, Ingesta Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEODCAR S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

"OBRA DE PAVIMENTO ASFALTADO CON FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, UBICACIÓN LÍNEA ANZALUJILLA 2023"

MUESTRA: W-1

PROF.: 1,50m

UBICACIÓN: Urbanización Los Urtes - Anzálujilla

RECIBO APURADO

SOLICITADO: FACI JOHN LEGUIA HALEYBRACO

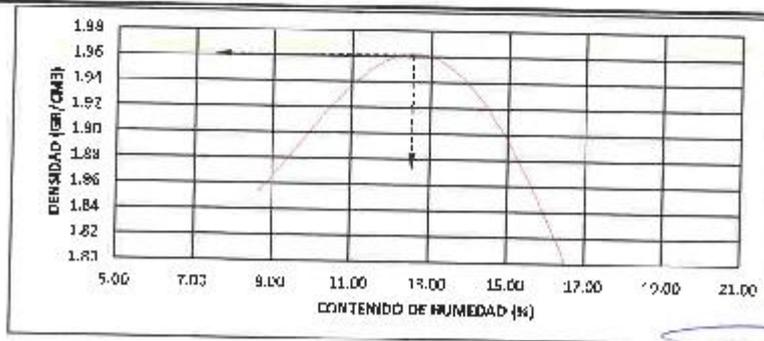
FECHA: 02/08/2023

Peso del Molde (gr) :	2,910.00	Colpes por golpe:	56.00
Diámetro del molde (Cm) :	15.20	Altura (Cm) :	11.60
		Volumen (cc) :	2100

MOLDE No	1	2	3	4	5
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	7388.00	7281.00	7598.00	7262.00	7022.00
Peso del Molde (gr)	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4241.00	4434.00	4651.00	4415.00	4175.00
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105
Densidad Humeda (T/m ³)	2.01	2.10	2.21	2.11	1.98

CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Cápsula (gr)	22.04	23.54	22.91	22.12	14.57	14.75	23.45	23.61	22.02	22.15
Peso Cápsula + Suelo Humedo (gr)	60.12	61.46	55.47	51.14	57.51	58.03	60.11	62.46	63.45	65.11
Peso Cápsula + Suelo Seco (gr)	57.11	58.21	55.10	48.52	52.21	53.72	54.97	58.95	58.82	59.44
Peso Suelo Humedo (gr)	3.01	3.04	0.20	2.62	5.30	5.14	5.14	5.49	6.63	6.67
Peso Suelo Seco (gr)	35.14	34.67	17.22	28.40	37.68	38.97	31.52	33.35	34.90	36.29
Contenido de Humedad (w)	8.95	8.72	10.18	9.37	14.08	13.19	16.31	16.48	19.05	18.38
Contenido de Humedad real	8.05	8.05	10.05	13.63	16.36	16.72				
Densidad Seca (T/m ³)	1.85	1.91	1.95	1.81	1.87					

HUMEDAD OPTIMA (%)	13.63
DENSIDAD SECA MAXIMA (T/m ³)	1.95



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

INGEODCAR S.R.L.

 Ing. John Leguia Halebraco
 S.R. de Ingeniería



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería geotécnica, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOGAS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

Trabajo de Pavimento Permeable Adicionando Fibras de Vidrio y su Impacto en las Propiedades de Compresión Porosa, Urbanización U.I.K'S ANDHJAYLABAYAS

MUESTRA:

M-1

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

Urbanización Las Luces - Arequipa, Perú
REGION AREQUIBA

SOLICITADO:

BACH. JOHN LEON BALDIVARSO

FECHA:

01/10/2023

DATOS GENERALES

Max. Hr. Densidad Seca (Mg/m ³)	1.95	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Óptima	13.65%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	13.66%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm)

	MOLDE Nº 1	MOLDE Nº 2	MOLDE Nº 3
	56 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE Nº 1	MOLDE Nº 2	MOLDE Nº 3
	18 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compactada (gr)	8,628	8,457	8,224
Peso del Molde (gr)	3,900	3,851	3,852
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,668	4,606	4,372
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.20	2.17	2.01
Densidad seca (g/cm ³)	2.02	1.95	1.86

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Tarro (gr)	13.12	13.20	13.60	13.68	14.07	14.70
Peso del Tarro + Muestra Humeda (gr)	47.68	52.34	51.10	48.01	53.20	54.23
Peso del Tarro + Suelo Seco (gr)	44.32	48.03	49.74	46.18	48.62	49.04
Peso del Agua (gr)	2.68	3.1	3.36	2.80	3.28	3.19
Peso del Suelo Seco (gr)	31.43	35.43	37.14	32.60	36.28	38.34
Contenido de Humedad	8.5%	8.8%	9.0%	8.7%	9.0%	8.4%
Contenido de Humedad Promedio	8.9%					

DATOS DE ABSORCIÓN

	MOLDE Nº 1	MOLDE Nº 2	MOLDE Nº 3
Peso MHC. después de Inmersión (gr)	8,687	8,578	8,418
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	4,628	4,467	4,224
Porcentaje de Absorción	1.73%	2.65%	4.43%

ENSAYO DE EXPANSION

CIE. DIAL EXPANSION			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
FECHA	HORA	TIEMPO TRANS.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
26/09/2023	12:30 pm	30 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
27/09/2023	12:30 pm	36 horas	26.00	0.025	0.84%	33.00	0.030	0.85%	36.00	0.035	0.76%
28/09/2023	12:30 pm	48 horas	29.00	0.029	0.89%	35.00	0.035	0.78%	37.00	0.037	0.80%
29/09/2023	12:30 pm	72 horas	31.00	0.030	0.85%	36.00	0.036	0.78%	38.00	0.038	0.82%
30/09/2023	12:30 pm	84 horas	32.00	0.032	0.89%	37.00	0.037	0.80%	39.00	0.039	0.85%

ENSAYO DE PENETRACION

CIE. ANILLO Nº 101 S/CIV-0.1712			MOLDE Nº 1			MOLDE Nº 2			MOLDE Nº 3		
ARLA WISTON			25 GOLPES			25 GOLPES			12 GOLPES		
TIEMPO	Penetración (mm)	Pulg. Cuadrado	Dial	Carga b (kg)	Fuer. PSI	Dial	Carga Lb	Estac. PSI	Dial	Carga Lb	Estac. PSI
0.5 min	0.04	0.002	104	195	52	79	79	26	34	37	11
1.0 min	1.27	0.020	543	549	168	231	234	78	128	129	45
1.5 min	1.9	0.075	1450	1470	490	507	543	181	248	250	77
2.0 min	2.54	0.100	1976	1989	660	651	692	231	324	310	108
4.0 min	6.08	0.200	2490	2522	841	1858	1860	377	1077	1085	393
6.0 min	7.62	0.300	2726	2751	917	2156	2161	427	1464	1480	493
8.0 min	10.16	0.400	3012	3017	1018	2437	2442	622	1808	1827	690
10.0 min	12.70	0.500	3012	3047	1016	2437	2485	822	2026	1827	690



INGEOLAB S.R.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, puentes, puentes, puentes, reservorios, canales de irrigación etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRAFICOS CBR

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE AUMENTANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO USANDO CENIZAS VOLCANICAS ANDINAS LAS 2027

MUESTRA: N° 1

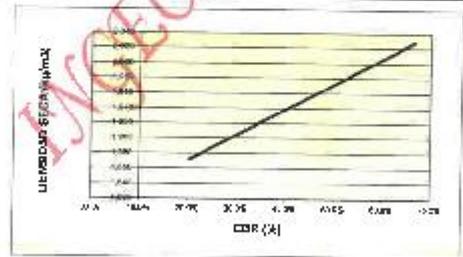
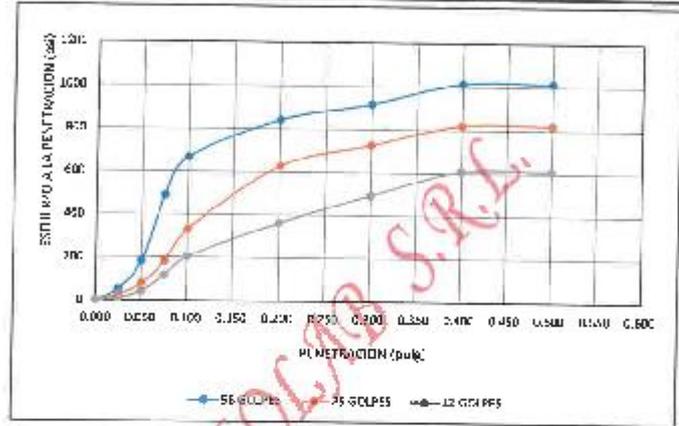
PROF.: 10%

UBICACIÓN: Jirón de Salcedo Lites - Arequipa

R75 ON APLASMAC:

SOLICITADO: INGENIERIA S.R.L. (EQUIVALENCE)

FECHA: AGOSTO DEL 2021



RESULTADOS

MAXIMA DENSIDAD SECA (kg/m³) =	1.85	CBR AL 99% DE MDS =	34.5%
HUMEDAD OPTIMA (%) =	13.83%	CBR AL 100% DE MDS =	87%

	(%) HUMEDAD	(%) ABSOR.
56 GOLPES	0.68%	1.20%
25 GOLPES	0.60%	1.69%
12 GOLPES	0.85%	4.49%

VERIFICACION DE RESULTADOS: REPETICION
 CBR (E.1") / CBR (E.2") = 1.19
 OBSERVACION: CONFORME

V°B°

LABORATORISTA:

[Handwritten Signature]
 INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Cecilia Patricia Campillo
 CIP 18019
 GEOTECNIA



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de riego, etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

PROYECTO:

"OBRAS DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIERAS DE VULCANIZADO Y B.J IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CUNDRITO POROSO URBANIZACIÓN LINDOS, ANDAHUAYLAS 2023"

MUESTRA:

Nº:

PROF. :

1.50m

UBICACIÓN:

Urbanización Los Lindos - Andahuaylas

FUSION APURIMAC

SOLICITADO:

ING. JOHN LECUÑA DALDARRAGO

FECHA :

OCTUBRE DEL 2023

Nº MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	22.74	22.42	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	91.48	86.26	
Peso de la Cápsula + Suelo Seco gr.	83.21	78.81	
Peso del Agua gr.	8.27	7.45	
Peso de Suelo Seco gr.	60.47	56.39	
Porcentaje de Humedad %	13.88	13.21	13.44

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 13.44



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

Ing. John Lecuña Daldarrago
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:

TUSADO DE PAVIMENTO HERMETICO ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FORTOSO, URBANIZACIÓN EL TIPO, ANDAHUAYLAS 2023

MUESTRA: M2

PROF.: 1.50m

UBICACIÓN: Urbanización El Tipo - Andahuayas

REGION AQUIBAMAC

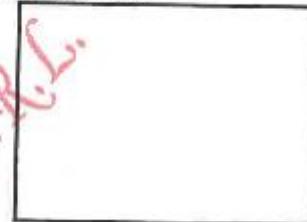
SOLICITADO: BACH. JOSE LEGUIA BALDARRAGO

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO

Muestra N°	4	3	2	1
Peso de la capsula	12.94	13.17	13.05	12.45
Peso capsula + suelo húmedo	29.38	28.23	24.13	27.53
Peso capsula + suelo seco	25.46	25.32	21.38	23.75
Número de golpes	43	34	24	13
Peso suelo seco	12.52	12.15	8.34	11.30
Peso agua	3.82	3.91	2.74	3.78
% humedad	31.3	32.2	32.9	33.5

OBSERVACIONES:



LIMITE PLASTICO

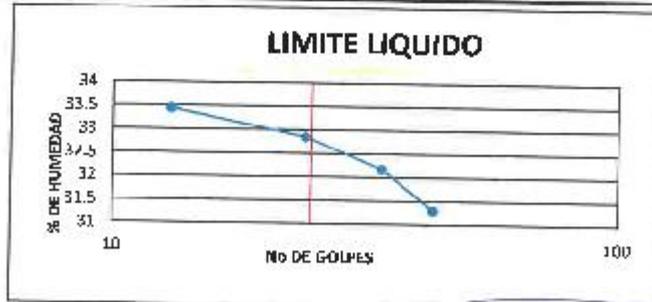
Muestra	1	2	3
Peso de la capsula	13.20	13.37	13.29
Peso capsula + suelo húmedo	25.76	26.16	25.96
Peso capsula + suelo seco	23.63	24.00	23.82
Peso suelo seco	10.43	10.63	10.53
Peso agua	2.13	2.16	2.15
% humedad	20.4	20.3	20.4

RESULTADOS

LIMITE LIQUIDO

LIMITE PLASTICO

INDICE PLASTICO



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Gerardo Fortúa Quiroga
 S.P. 70019
 098-255157



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y Asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO

MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

PROYECTO DE PAVIMENTO PERMANENTE CONVENCIONAL, FERRAS DE VIBRO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO. URBANIZACIÓN URBIS, AMBULAYLAS DE Y.

MUESTRA:

M-2

PROF.:

1.60m

UBICACIÓN:

Universidad Los Ríos - Ambulaylas
INTECIN APURIMAC

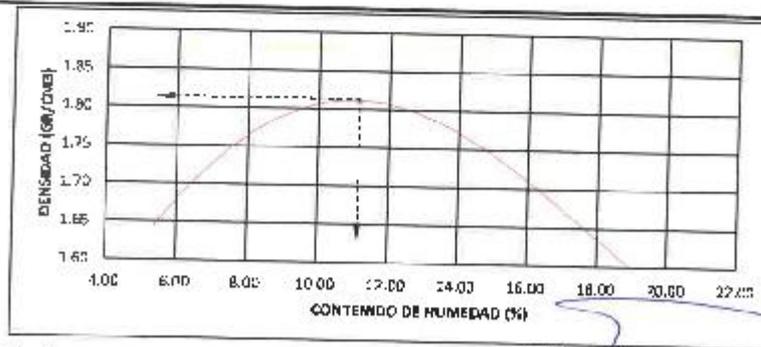
SOLICITADO:

BACH. JÓHN LEGUIA BARRAHUAGO

FECHA:

OCTUBRE DEL 2023

Peso del Molde (gr.)	2,916.00	Golpes por capa:		55.00						
Diámetro del molde (Cm):	15.20	Altura (Cm)	11.80	Volumen (c.c.): 2110						
MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo + Molde (gr)	6493.00	6340.00	6087.00	7004.00	8796.00					
Peso del Molde (gr)	2947.00	2847.00	2847.00	2947.00	2947.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	3546.00	3493.00	3240.00	4057.00	5849.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (T/m ³)	1.73	1.90	2.01	1.97	2.81					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Capsula (gr)	23.78	23.33	23.99	23.87	23.77	23.76	23.41	23.76	23.93	24.73
Peso Capsula + Suelo Humedo (gr)	70.02	67.59	67.59	69.85	74.43	78.97	59.82	74.08	66.01	66.81
Peso Capsula - Suelo Seco (gr)	67.67	66.34	64.41	66.39	65.76	71.55	54.83	69.92	59.34	59.73
Peso Suelo Humedo (gr)	2.36	2.25	3.18	3.76	4.89	5.36	5.09	7.11	7.47	8.88
Peso Suelo Seco (gr)	45.88	41.81	40.49	41.72	41.88	47.80	21.42	40.17	35.11	35.03
Contenido de Humedad (w)	5.35	5.38	7.87	7.81	11.15	11.21	16.20	16.47	21.10	19.66
Contenido de Humedad real	5.30		7.84		11.18		16.32		20.98	
Densidad Seca (T/m ³)	1.84		1.76		1.81		1.70		1.58	
HUMEDAD OPTIMA (%) =	11.18									
DENSIDAD SECA MAXIMA (T/m³) =	1.81									



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

INGEOLAB S.R.L.
Ing. Juan Carlos Leguia Barrahuago
CIP 20049
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc.), Geología, Minería, geotécnica, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

TRAYECTO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONALMENTE FERRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN URBOS, ADMINISTRATIVAS 2002

MUESTRA:

662

PROF.:

1.20m

UBICACIÓN:

Urbanización Los Lirios - Andahuaylas
REGION APUÍMAYO

SOLICITADO:

BACI - JOHN LESQUIER BALDANIZADO

FECHA:

OCTUBRE DEL 2002

DATOS GENERALES

Máxima Densidad Seca (Kg/m ³)	1.81	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Óptima	11.18%	Alfura del martillo	10 pulg
H ₂ O _{sc} /Suelo Natural	13.44%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
66 GOLPES	26 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
Altura	11.70	11.70	11.70
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.70	2123.10	2125.70

DATOS DE COMPACTACIÓN	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
66 GOLPES	26 GOLPES	26 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,783	8,625	8,130
Peso del Molde (gr)	4,527	4,553	4,454
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,256	4,072	3,676
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.01	1.87	1.73
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.81	1.66	1.57

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD	1	2	3	4	5	6
Peso del Torno (gr)	11.52	11.40	23.18	23.01	22.74	22.84
Peso del Torno + Suelo Humedo (gr)	57.34	60.80	60.56	59.95	68.40	67.82
Peso del Torno + Suelo Seco (gr)	52.50	54.90	64.83	63.96	63.83	62.34
Peso del Agua (gr)	4.82	4.60	4.53	4.40	4.47	4.28
Peso del Suelo Seco (gr)	40.68	41.40	41.85	40.62	41.10	40.30
Contenido de Humedad	11.85%	11.11%	10.8%	10.8%	10.8%	10.6%
Porcentaje de Humedad Promedio	11.1%	10.9%	10.9%	10.9%	10.7%	10.7%

DATOS DE ABSORCIÓN	MOLDE 1	MOLDE 2	MOLDE 3
Peso M.H.C. después de Inmersión (gr)	9,354	9,210	8,901
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,788	8,535	8,158
Porcentaje de Absorción	13.28%	16.97%	20.10%

ENSAYO DE EXPANSIÓN			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
DTE. TIAL EXPANSION			0.001								
FECHA	HORA	TIEMPO DE INMERS.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.	Dial	Pulg.	% Exp.
13/08/2002	16:00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
14/08/2002	16:00	24 horas	402.00	0.482	6.73%	404.00	0.484	10.51%	595.00	0.718	13.32%
10/08/2002	16:00	48 horas	487.00	0.487	10.01%	627.00	0.627	15.81%	721.00	0.721	15.83%
16/08/2002	16:00	72 horas	553.00	0.653	12.01%	667.00	0.667	14.46%	794.00	0.794	16.37%
17/08/2002	16:00	86 horas	672.00	0.672	14.60%	715.00	0.715	15.32%	753.00	0.753	16.46%

ENSAYO DE PENETRACIÓN			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
DTE. ANILLO			1 C115 D V40 1/22								
TIEMPO	Carga (kg)	Pulg. Carga/seg	56 GOLPES			26 GOLPES			12 GOLPES		
			Dial	Carga - lb	Est. res. PSI	Dial	Carga - lb	Fuer. PSI	Dial	Carga - lb	Est. res. PSI
0.5 min	0.64	0.008	175	176	68	130	132	44	110	111	37
1.0 min	1.27	0.016	223	225	75	161	162	54	134	135	45
1.6 min	1.81	0.024	251	253	84	183	185	62	152	153	51
3.0 min	2.54	0.100	274	277	97	202	204	65	163	165	55
4.0 min	3.00	0.200	364	368	119	254	257	80	188	190	63
6.0 min	4.62	0.300	425	430	143	280	283	98	207	209	70
8.0 min	6.18	0.400	498	504	166	320	321	100	221	223	74
10.0 min	7.70	0.500	498	504	166	320	324	108	226	227	74



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

GRÁFICOS CBR

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO "CONCRETO" ADOSADO POR LAS 4 VERTICALES DEL VEHICULO + SU IMPACTO EN LAS FIBRAS DE CONCRETO FORMAS DE TRAFICADO EN UNOS ANILLOS EN LAS 2022

MUESTRA: M7

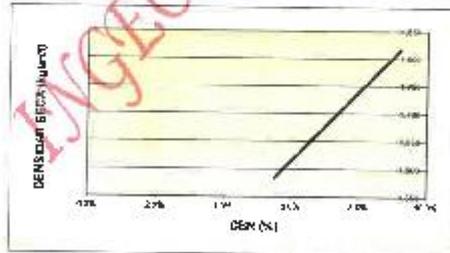
PROF: 15cm

UBICACIÓN: Urbanización Los Lirios - Andahuaylas

REGIONAL: REGIÓN AYacucho

BOQUINADO: BACH JORGE GUERRA BALBUENA

FECHA: OCT. 2022



RESULTADOS

MÁXIMA DENSIDAD (g/cm³) =	1.81	CBR AL 90% DE MDS =	7.6%
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	11.18%	CBR AL 100% DE MDS =	9.2%

	(%) EXPANSION	(%) ABSOR.
56 GOLPES	14.59%	13.28%
25 GOLPES	15.52%	16.57%
12 GOLPES	16.16%	20.76%

VERIFICACIÓN DE RESULTADOS, RELACION:
 CBR (0.1') / CBR (1.7') = 1.15

OBSERVACION: CONFORME

V-B*

LABORATORISTA:

INGEOLAB S.R.L.
 ING. GUSTAVO RIVERA QUISPE
 CIP 78018
 Q.E.P.A.



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (certificaciones, caméras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, impacto ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D - 2216 / MTC E 108 - 2000

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS ANDALAYAS 2023

MUESTRA:

M-5

PROP. :

1.50%

UBICACIÓN:

Urbanización Los Lirios - Andalayayas

SOLICITADO:

BACH. JOH N. LUGUA BALDARRAGO

FECHA :

OCTUBRE DEL 2023

N° MUESTRAS	1	2	PROMEDIO
Peso de la Cápsula gr.	13.65	13.90	
Peso de la Cápsula + Suelo Humedo gr.	45.82	47.78	
Peso de la Cápsula + Suelo Seco gr.	42.85	44.09	
Peso del Agua gr.	3.47	3.70	
Peso de Suelo Seco gr.	28.70	30.18	
Porcentaje de Humedad %	12.08	12.28	12.18

PROMEDIO DE HUMEDAD % = 12.18



NOTA: Muestra preparada por el Interusado

INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Arturo Quiroga
C.R. 12018
GEOLOGO



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

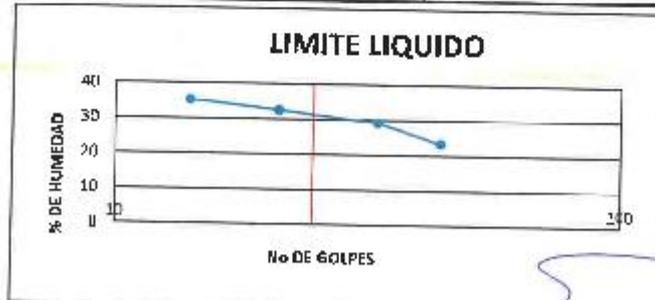
INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D - 4318

PROYECTO:
 TIRISEO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO LITAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO. URBANIZACIÓN UHIC. ANDAHUYLLAS 2023

MUESTRA: V-3
PROF.: 1.50m
UBICACIÓN: Urbanización UHIC - Andahuyllas
 REGION: APURIMAC
SOLICITADO: BACH. JOHNNY GUERRA BALDARRAGO
FECHA: OCTUBRE DEL 2023

LIMITE LIQUIDO					OBSERVACIONES:	
Muestra N°	1	2	3	4		
Peso de la capsula	12.12	12.63	12.74	12.58		
Peso capsula + suelo humedo	27.45	29.02	26.25	27.33		
Peso capsula + suelo seco	24.54	25.36	22.93	23.48		
Numero de golpes	14	33	21	14		
Peso suelo seco	12.42	12.53	10.19	10.90		
Peso agua	2.91	3.68	3.32	3.85		
% humedad	23.4	29.2	32.6	35.3		
LIMITE PLASTICO						RESULTADOS
Muestra	1	2	3	4		
Peso de la capsula	12.56	12.89	10.73			LIMITE LIQUIDO <input type="text" value="31.5"/> LIMITE PLASTICO <input type="text" value="20.7"/> INDICE PLASTICO <input type="text" value="10.8"/>
Peso capsula + suelo humedo	24.13	24.60	24.37			
Peso capsula + suelo seco	22.13	22.61	22.37			
Peso suelo seco	9.57	9.72	9.65			
Peso agua	2.00	1.99	2.00			
% humedad	20.9	20.5	20.7			



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado


 INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Ferris Quispe
 GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de ingeniería (edilificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Espacio Aéreo, Consultoría y asesoría en general
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
MTC E 107- 2000

PROYECTO:
 USLINO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO LIEVAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN - FUSC, ANCAHUAYLAS 2023

MUESTRA: M 3
PROP. : 1.00m
UBICACIÓN: Urbanización de las Llevas - Ancahuayas
 RES ON APURUKAC
SOLICITADO: ENCH. JOHN LESGIA GILBARRADO
FECHA : 02 DE ABRIL DE 2023

TAMIZO DL	Peso	%	%	
TAMIZES	HECH MILK	RETENIDO	QUE PASA	
(Pulg.)	(mm.)	(g)	(%)	
2"	101.60	3.70	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.10	16.03	1.53	98.47
1/2"	12.70	0.00	0.51	97.00
3/8"	9.50	0.00	0.51	97.16
Nº 4	4.75	0.00	0.91	99.09
Nº 10	2.00	10.00	1.02	95.29
Nº 40	0.425	25.00	2.04	92.59
Nº 100	0.150	175.00	17.17	74.83
Nº 200	0.075	25.00	2.64	72.26
GAZUELA	712	72.26	0.00	
TOTAL :	985	100		



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107- 2000				DATOS PARA CLASIFICACION	
SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS				PASAJE N° 4	
SUELO DE GRANO GRUESO MAS DEL 50% RETENIDO EN LA MALLA N° 200	GRUPO DE SUELOS	GW	Grupos bien y muy bien graduados, con poca o ninguna arena y poca o ninguna limo.	98.24	
		GP	Grupos bien graduados, mas o menos limo y poca o ninguna arena.	95.23	
		GM	Grupos bien graduados, mas o menos arena y poca o ninguna limo.	92.59	
		GC	Grupos bien graduados, mas o menos arena y poca o ninguna limo.	72.26	
		SW	Grupos bien graduados, con poca o ninguna arena y poca o ninguna limo.	3.76	
SUELO DE GRANO FINO MAS DEL 75% PASAJE EN LA MALLA N° 200	GRUPO DE SUELOS	ML	Grupos muy bien graduados, limo y arena, o arena y limo, o arena y limo y arena.	D10	0.010
		CL	Grupos bien graduados, con poca o ninguna arena y poca o ninguna limo.	D30	0.03
		CH	Grupos bien graduados, con poca o ninguna arena y poca o ninguna limo.	D60	0.06
		MH	Grupos muy bien graduados, limo y arena, o arena y limo, o arena y limo y arena.	Cu	6.00
		OH	Grupos bien graduados, con poca o ninguna arena y poca o ninguna limo.	Cc	1.500
Atalante Organico	PL	PL	Grupos muy bien graduados, limo y arena, o arena y limo, o arena y limo y arena.	LL	31.5%
				LP	20.7%
				IP	10.8%
				CLASIFICACION	
				ASSIHO	A-B
				SUCS	CL

NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

Ing. John Lesgia Gilbarrado
 Gerente



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc); Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE COMPACTACION DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115 - 2000

PROYECTO:

"DISEÑO DE PAVIMENTO FERMOSUIT ADICIONANDO LÍMITES DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO. URBANIZACIÓN LIRIOS ANDAHUAYLES 2025"

MUESTRA:

M3

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

Urbanización Lirios, Dist. Andahuayles, REGIÓN ARIKAWAC

BDI ENTREGADO:

BACIL JOHN LECUÑA BALTANAZO

FECHA:

OCTUBRE DEL 2025

Peso del Molde (gr)	2,990.00	Peso del molde: 56.00								
Diámetro del molde (Cm)	15.20	Altura (Cm): 19.60		Volumen (cc): 2106						
MOLDE No	1	2	3	4	5					
Peso del Suelo Humedo+Molde (gr)	6917.00	7054.30	7330.00	7220.00	6912.00					
Peso del Molde (gr)	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00	2847.00					
Peso del Suelo Humedo sin Molde (gr)	4130.00	4207.00	4483.00	4373.00	4065.00					
Volumen del Molde (Cc)	2105	2105	2105	2105	2105					
Densidad Humeda (Tn/m ³)	1.96	2.00	2.12	2.06	1.93					
CAPSULA No	1	2	3	4	5					
Peso de la Cápsula (gr)	24.52	11.38	23.34	23.02	27.74	22.80	25.00	25.10	20.13	20.45
Peso Cápsula + Suelo Humedo (gr)	80.22	75.31	76.30	76.45	74.22	80.30	82.50	81.20	75.46	78.31
Peso Cápsula + Suelo Seco (gr)	77.55	73.30	73.02	73.25	70.04	75.72	78.15	76.95	69.00	71.00
Peso Suelo Humedo (gr)	7.67	2.71	3.28	3.20	4.18	4.58	4.35	5.15	6.45	7.31
Peso Suelo Seco (gr)	59.03	61.74	49.86	53.23	47.30	53.72	53.15	56.65	48.87	50.55
Contenido de Humedad (%)	8.00	4.39	6.60	6.37	8.84	8.52	8.18	10.17	13.20	14.45
Contenido de Humedad real	4.71	6.49	6.73	6.73	3.18	3.18	12.93			
Densidad Seca (Tn/m ³)	1.87	1.88	1.95	1.80	1.70					
HUMEDAD OPTIMA (%) =	8.73									
DENSIDAD SECA MAXIMA (Tn/m³) =	1.85									



NOTA: Muestra proporcionada por el interesado

INGEOLAB S.R.L.
Ing. Carlos Portillo Quintana
DIR. TÉCNICO
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, construcciones, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEGCAS S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE VALOR SOPORTE DE LOS SUELOS (CBR) MTC E 132 - 2000

PROYECTO:

TIEMPO DE FAVORABLE PERMISIBLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIRRO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FORTADO, URBANIZACION UROS AMALHAYLAS 2021

MUESTRA:

M3

PROF.:

1.50m

UBICACIÓN:

Urbanización UROS Amalhaylas
MPO CHALUPALSA

EDIFICADO:

BACH. XIII IN. ESUIA BALDWIN 4490

FECHA:

11/11/2021

DATOS GENERALES

Maxima Densidad Saca (Kg/m ³)	1.90	Peso del martillo	10 lbs
Humedad Optima	8.73%	Altura del martillo	18 pulg
Humedad Natural	12.18%	Número de Capas	5 capas

DATOS DEL MOLDE (cm.)

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	66 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Altura	17.70	17.70	14.20
Diámetro	15.20	15.20	15.20
Volumen	2123.10	2123.10	2123.10

DATOS DE COMPACTACION

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
	66 GOLPES	25 GOLPES	12 GOLPES
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,873	8,695	8,427
Peso del Molde (gr)	4,308	4,060	4,345
Peso de la Muestra Compacta (gr)	4,567	4,635	4,082
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.06	2.17	2.08
Densidad Saca (gr/cm ³)	2.01	1.95	1.92

DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD

	1	2	3	4	5	6
Peso del Taro (gr)	22.09	22.09	22.70	23.92	23.14	23.26
Peso del Taro + Suelo Humedo (gr)	65.14	65.00	64.80	63.61	66.00	60.78
Peso de Taro + Suelo Seco (gr)	61.92	58.70	61.42	60.72	62.54	57.80
Peso del Agua (gr)	3.22	3.30	6.00	2.82	2.82	2.70
Peso del Suelo Seco (gr)	33.04	37.12	30.72	36.60	39.10	34.14
Conversión de Humedad	8.2%	8.9%	16.9%	7.8%	7.2%	8.1%
Contenido de Humedad Promedio	8.0%		11.7%			7.6%

DATOS DE ABSORCIÓN

	MOLDE: 1	MOLDE: 2	MOLDE: 3
Peso MTC despues de Inmersión (gr)	8,922	8,805	8,880
Peso del Molde y Muestra Compacta (gr)	8,873	8,695	8,427
Porcentaje de Absorción	1.32%	5.20%	12.62%

ENSAYO DE EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO INMERSO	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			Diá	Pulg.	% Exp.	Diá	Pulg.	% Exp.	Diá	Pulg.	% Exp.
20/05/2021	16.00	00 horas	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%	0	0.000	0.00%
21/05/2021	16.00	24 horas	45.00	0.945	0.58%	62.00	1.260	1.93%	84.00	0.091	1.82%
22/05/2021	16.00	48 horas	30.00	0.600	1.38%	83.00	1.660	1.43%	90.00	0.090	1.93%
23/05/2021	16.00	72 horas	51.00	1.020	1.11%	70.00	1.400	1.82%	82.00	0.382	2.00%
24/05/2021	16.00	96 horas	51.00	1.020	1.11%	71.00	1.414	1.64%	82.00	0.382	2.00%

ENSAYO DE PENETRACION

TIEMPO	PENETRACION			MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	mm	cm	Psi	Diá	Carga lb	Esfuer. PSI	Diá	Carga lb	Esfuer. PSI	Diá	Carga lb	Esfuer. PSI
0.5 min	0.04	0.026	85	85	28	68	57	19	22	23	8	
1.0 min	1.27	0.043	310	312	105	238	238	80	184	125	42	
1.5 min	1.27	0.075	641	648	216	493	459	163	301	305	102	
2.0 min	2.64	0.100	805	814	271	652	689	230	400	411	140	
4.0 min	5.08	0.220	1551	1589	525	1304	1313	440	888	906	203	
6.0 min	7.62	0.350	1933	1955	652	1641	1680	559	1170	1487	485	
8.0 min	10.16	0.480	2311	2387	788	2138	2160	723	1538	1890	593	
10.0 min	12.70	0.500	2561	2307	758	2136	2180	720	1656	1930	583	



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asistencia en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

GRÁFICOS CBR

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMANENTE ASfaltado CON MODO TRÁFICO DE VEHICULO SUJETO EN LAS PROVEEDURAS DE CONCRETO PULVERIZADO, RÍO SAN ANDRÉS 2022

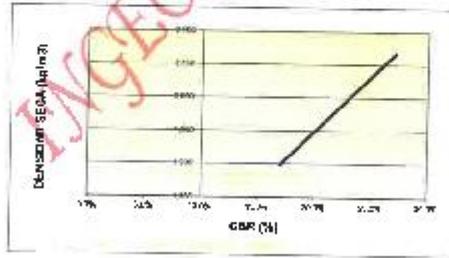
MUESTRA: N°2

PROF.: 15cm

UBICACIÓN: Av. Ecuador - Tr. Int. 500m/500m
REGION 4 SUR MAC

SOLICITADO: INGEN. JUAN CARLOS VILLABARRA

FECHA: OCTUBRE DEL 2022



RESULTADOS

VÁXIMA DENSIDAD SECA (kg/m³) =	1.85	CBR AL 90% DE MDS =	21.8%
HUMEDAD ÓPTIMA (%) =	8.73%	CBR AL 100% DE MDS =	27.1%

	(%) OPTIMO	(%) ADECU.
56 GOLPES	1.11%	1.02%
25 GOLPES	1.54%	5.20%
12 GOLPES	2.00%	12.62%

VERIFICACION DE RESULTADOS, RELACION (CBR (12'') / CBR (0.2'')) =	0.78
OBSERVACION	CONFORME

V.B.

LABORATORISTA

INGEOLAB S.R.L.
Ing. Juan Carlos Villabarra
CIP 10016
SUPERINTENDE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: laboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: TUBERCULO Y MOVIMIENTO PERMANENTE AUTOCANALADO EN LAS DE VIEJO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN JIRÓN, ANDAHUYLAS JIRÓN

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUYLAS
 PROVINCIA DE ANDAHUYLAS - REGIÓN APUÍMBO

ESTRUCTURA: CAS QUENES INDIAN

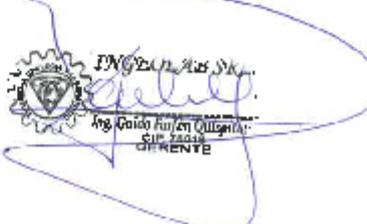
SOLICITA: BACH. GILIN LEGUIA BARRAGÁN

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOULDEO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm ²	DISEÑO F _c	RESIST. %
1	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	26/10/2023	7	28032	161.97	210	77
2	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	25/10/2023	7	28024	158.56	210	76
3	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	25/10/2023	7	28751	159.87	210	76
4	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	27/10/2023	14	30125	170.47	210	81
5	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	27/10/2023	14	31091	175.94	210	84
6	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	27/10/2023	14	31112	176.06	210	84
7	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	16/10/2023	28	36854	208.55	210	99
8	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	18/10/2023	28	36525	206.69	210	98
9	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDIO AL 1%	18/08/2023	18/10/2023	28	36986	205.30	210	100

OBSERVACION: LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUE ENEMAS PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.




Ing. Guido Enrique Quiroga
 SUPLENENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología (Minería, geotecnia, Impacto Ambiental), Consultoría y asesoría general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE ROTURA DE PRÓBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PORFISABLE ADICIONADO FIERRA DE VIGUETA Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PORCELO.
REANIMACION, TRICOR, ANICA-HUAYLAS 2023

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS
PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS - ICA - PERU - ICA - ICA - ICA

ESTRUCTURA: LAS OLF 8F INDICAN

SOLICITA: BRICKLEY LEGUI EN DARRABO

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

N°	ESTRUCTURA PROCEDENCIA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm ²	DISEÑO f'c	RESIST. %
1	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	18/09/2023	23/09/2023	7	29523	167.07	210	80
2	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	19/09/2023	24/09/2023	7	26654	167.83	210	80
3	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	10/09/2023	23/09/2023	7	30558	172.97	210	82
4	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	19/09/2023	27/09/2023	14	31589	178.76	210	85
5	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	19/09/2023	31/09/2023	14	31588	178.75	210	85
6	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	19/09/2023	31/09/2023	14	31554	178.56	210	85
7	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	19/09/2023	17/10/2023	28	37150	210.23	210	100
8	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	19/09/2023	17/10/2023	28	37105	209.97	210	100
9	CONCRETO CON ADICION DE FIERRA DE VIGUETA AL 3%	19/09/2023	17/10/2023	28	36987	209.30	210	100

OBSERVACION: LAS PRÓBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PRÓBETAS AL LABORATORIO.



INGEOLAB S.R.L.
Ing. Guido Ramón Quevedo
CIP. 19018
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, presas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería geotécnica, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE APLICANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PORCELA, URBANIZACIÓN TRUJILLO, ANCAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANCAHUAYLAS
PROVINCIA DE ANCAHUAYLAS - REGIÓN ARIARIKMAQ

ESTRUCTURA: LAF-MUC-SCINDIZAN

SOLICITA: RACH, JOHN LESGUA BALLESTRERO

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

N°	ESTRUCTURA PROFUNDIDAD	FECHA MÓLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO F _c	RESIST. %
28	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 5%	20/08/2023	27/08/2023	7	30566	172.99	210	82
29	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 5%	20/08/2023	27/08/2023	7	30589	173.10	210	82
30	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 5%	20/08/2023	27/08/2023	7	30587	173.09	210	82
31	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 3%	20/08/2023	4/10/2023	14	31987	181.01	210	86
32	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 3%	20/08/2023	4/10/2023	14	32569	184.42	210	88
33	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 5%	20/08/2023	4/10/2023	14	32947	186.44	220	89
34	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 3%	20/08/2023	18/10/2023	28	33698	218.99	210	104
35	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 3%	20/08/2023	18/10/2023	28	37594	214.95	210	102
36	CONCRETO CON ADICIÓN DE FIBRA DE VIDRIO AL 3%	20/08/2023	18/10/2023	28	38367	220.62	210	105

OBSERVACION: LAS PRÓBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUIENES PROPORCIONARON LAS PRÓBETAS AL LABORATORIO.



INGEOLAB S.R.L.
Ing. John Lesgua Ballestrero
GERENTE



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería geológica, Impacto Ambiental, Consultoría y asistencia general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS DE CONCRETO

PROYECTO: TRABAJO DE PAVIMENTO FIRMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO FORZADO LIGANIFICACIÓN LIRIDA, AN. AMBUAYLAS 2023

UBICACIÓN: DISTRITO DE AMBUAYLAS
MUNICIPALIDAD DE AMBUAYLAS - REGION APURIMAC

ESTRUCTURA: LAS QUE SE INDICAN

SOLICITA: INGEN. JOHN LUIS TALDARRAGO

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

Nº	ESTRUCTURA PROFUNDIDAD	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	EDAD DÍAS	LECTURA DIAL	RESIST. Kg/cm2	DISEÑO f _c	RESIST. %
1	CONCRETO MATRIZ	17/08/2023	24/08/2023	7	27220	154.03	210	73
2	CONCRETO MATRIZ	17/08/2023	24/08/2023	7	27112	153.42	200	73
3	CONCRETO MATRIZ	17/08/2023	24/08/2023	7	27150	153.64	210	73
4	CONCRETO PATRÓN	17/08/2023	17/08/2023	14	19839	165.19	210	62
5	CONCRETO MATRIZ	17/08/2023	17/08/2023	14	30659	173.49	210	83
6	CONCRETO MATRIZ	17/08/2023	17/08/2023	14	30150	170.61	220	81
7	CONCRETO MATRIZ	17/08/2023	15/09/2023	28	37059	209.71	210	100
8	CONCRETO PATRÓN	17/08/2023	15/09/2023	28	35153	204.54	210	97
9	CONCRETO PATRÓN	17/08/2023	15/09/2023	28	35789	208.14	210	99

OBSERVACION : LAS PROBETAS FUERON REALIZADAS POR LOS RESPONSABLES DE LA OBRA QUINEMES PROPORCIONARON LAS PROBETAS AL LABORATORIO.



INGEOLAB S.R.L.
Ing. John Luis Taldarrago
Gerente



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

ENSAYO DE ROTURA DE CONCRETO POR FLEXION NTP 330.076

TÍTULO: ENSAYO DE ROTURA DE CONCRETO POR FLEXION - BLOQUES DE VIERNO Y GUARDAPUERTOS DE LAS PROTECCIONES DEL CONCRETO HUMEDO, INSTALACION 10035.

UBICACIÓN: INSTITUTO DE INGENIERIAS, PRODUCCION Y SERVICIOS, SECCION AFUNIMAC

FE INICIACIÓN: LUGAR DE FLEXION

BOQUETA: BATERIA DE VIERNO Y GUARDAPUERTOS

FECHA: OCTUBRE DEL 2022

Nº	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DIAS)	DIAL CARGA (Kg-f)	ESTRÉS (kg/cm ²)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D. Apoyo	MOLDEO	ROTURA				
1	Concreto Patron sin Adición de Fibras de vidrio	15.3	15.2	45	2.5	20/09/2022	26/09/2022	7	1080	39.66	Centro
2	Concreto Patron sin Adición de Fibras de vidrio	15.1	15.2	45	2.5	20/09/2022	25/09/2022	7	1512	25.36	Centro
3	Concreto Patron con Adición de Fibras de vidrio al 2%	15.1	15.5	45	2.5	20/09/2022	26/09/2022	7	1780	33.21	Centro
4	Concreto Patron con Adición de Fibras de vidrio al 1%	15.4	15.2	45	2.5	20/09/2022	26/09/2022	7	1790	33.31	Centro
5	Concreto Patron con Adición de Fibras de vidrio al 2%	15.1	15.4	45	2.5	21/09/2022	27/09/2022	7	1850	34.20	Centro
6	Concreto Patron con Adición de Fibras de vidrio al 2%	15.2	15.2	45	2.5	21/09/2022	27/09/2022	7	1620	30.40	Centro
7	Concreto Patron con Adición de Fibras de vidrio al 2%	15.3	15.4	45	2.5	21/09/2022	27/09/2022	7	2150	40.30	Centro
8	Concreto Patron con Adición de Fibras de vidrio al 2%	14.7	15.2	45	2.5	21/09/2022	27/09/2022	7	2200	42.00	Centro

INGEOLAB S.R.L.

INGEOLAB S.R.L.
Ing. Carlos Jordan Quiroz
C.R. 10010



INGEOLAB S.R.L.

INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificios, puentes, carreteras, puentes, represas, muros, etc.), Geología, Minería, Geotecnia, Medio Ambiente, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE ROTURA DE CONCRETO POR FLEXIÓN NTP 339.078

TEMA: ENSAYO DE FLEXIÓN Y ROTURA POR FLEXIÓN DE PRUEBAS DE VIGAS DE VIGAS Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN PRUEBA (SUBSTRATO, ETC.)

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANTIQUILLAS, PROVINCIA DE AZUAYAS, SECCION 11 MUNICIPIO

CONSTRUCCION: LAS OBRAS EN CONSTRUCCION

SOLICITA: SRA. E. JOE N. EN SU CALIDAD DE JEFE DE OBRAS

FECHA: OCTUBRE DEL 2025.

N°	Descripción del Elemento	MEDIDAS (cm)				FECHA		EDAD (DÍAS)	CARGA (Kg-f)	ESFUERZO (Kg/cm²)	LUGAR DE FALLA
		H	A	L	D. Apoyo	MOLEDO	ROTURA				
1	Concreto Puro sin Adición de Fibra de vidrio	15.3	15.2	45	2.5	21/09/2025	17/10/2025	28	1820	12.66	Centro
2	Concreto Puro sin Adición de fibra de vidrio	15.1	15.2	45	2.5	20/09/2025	17/10/2025	28	1695	12.69	Centro
3	Concreto Puro con Adición de Fibra de vidrio al 1%	15.1	15.2	45	2.5	20/09/2025	17/10/2025	28	1540	10.72	Centro
4	Concreto Puro con Adición de Fibra de vidrio al 1%	15.4	15.2	45	2.5	23/09/2025	17/10/2025	25	1888	13.74	Centro
5	Concreto Puro con Adición de Fibra de vidrio al 2%	15.3	15.4	45	2.5	21/09/2025	18/10/2025	28	2065	15.33	Centro
6	Concreto Puro con Adición de Fibra de vidrio al 2%	15.3	15.2	45	2.5	21/09/2025	18/10/2025	28	2145	11.61	Centro
7	Concreto Puro con Adición de Fibra de vidrio al 3%	15.3	15.4	45	2.5	21/09/2025	18/10/2025	28	1925	11.16	Centro
8	Concreto Puro con Adición de Fibra de vidrio al 3%	15.3	15.3	45	2.5	21/09/2025	18/10/2025	28	1748	10.44	Centro

INGEOLAB S.R.L.





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservoirios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOCAR S.R.L.

ENSAYO GRAVEDAD ESPECIFICA - ABSORCION Y PESO UNITARIO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023"

CANTERA: CANTERA NAVARRO

UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APURIMAC

SOLICITANTE: BACH. JOHN LEGUIA BALDARRAGO

FECHA : OCTUBRE DEL 2023

Objeto: determinar la gravedad específica (bulk) y la gravedad específica aparente, el porcentaje de absorción del agregado así como el peso unitario varillado

DATOS: AGREGADO ARENA			AGREGADO FINO RESULTADOS		
Peso del material seco al horno a 105 °C	A		Gravedad específica bulk (Base seca)	G _s	
Peso probeta + agua	B		Gravedad específica bulk (Base húmeda)	G _m	
Peso material saturado superficialmente seco (SSS)	C		Gravedad específica aparente	G _a	
Peso de material SSE (sumergido al agua)	D		Porcentaje de Absorción	%A _{ab}	
Peso del material SSS + probeta + Agua	E		DATOS: ENSAYO PESO UNIT. SUELTO		
Volumen del molde	F		A. FINO	A. GRUESO	
Volumen de la masa	G		Peso material seco al horno por molde (gr)		8472
			Peso del molde (gr)		4356
			Peso del material seco al horno (gr)		4116
			Volumen de molde		2850.0
P.E. bulk (Base seca)	MF		Peso Unitario (kg/m ³)		1444
F.E. bulk (Base saturada)	CF		RESULTADOS AGREGADO GRUESO		
P.E. Aparente (Base seca)	AF		Gravedad específica bulk (Base seca)	G _s	2.63
% de Absorción	(C-B)/B*100%		Gravedad específica bulk (Base saturada)	G _m	2.65
			Gravedad específica aparente	G _a	2.67
			Porcentaje de Absorción	%A _{ab}	0.60%
AGREGADO PIEDRA CRANICADA			OBSERVACIONES:		
DATOS			Muestra proporcionada por el interesado		
Peso del material seco al horno a 105 °C	A	497			
Peso del material SSS (Saturado en Agua)	B	511			
Peso de material saturado superficialmente seco (SSS)	C	500			
PROCESO					
Peso de material SSS + probeta + agua		500.00			
Volumen del molde		189.00			
Volumen de la masa		186.00			
% de Absorción		0.6%			
P.E. bulk (Base seca)	MF	2.63			
F.E. bulk (Base saturada)	CF	2.65			
P.E. Aparente (Base seca)	AF	2.67			
% de Absorción	(C-B)/B*100%	0.6%			
DATOS: ENSAYO PESO UNIT. VARILLADO			AGREG. FINO	AGREG. GRUESO	MEDIDAS MOLDE
Peso del material seco al horno por molde (gr)			8891		ALT = 17 Cm.
Peso del molde (gr)			4356		D'AM = 15 Cm.
Peso del material seco al horno (gr)			4535		
Volumen del molde			2850.0		Volumen (cm ³): 2850.0
Peso Unitario (kg/m ³)			1591		


 Ing. John Leguia Baldarrago
 C.O.P. 19838
 QUESADA



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGENIERÍA S.R.L.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y GRANULOMÉTRICAS DE AGREGADO GRUESO PARA CONCRETO

PROYECTO: "DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO PIEDRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023"

CANTERA: CANTERA NAVARRO

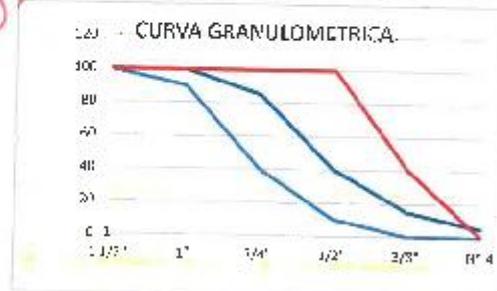
UBICACIÓN: DISTRITO DE ANDAHUAYLAS, PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS, DEPARTAMENTO DE APUÍMAC

SOLICITANTE: BACH JOHN LEGUIA BALDARRAC

FECHA: OCTUBRE DEL 2023

GRANULOMETRÍA PIEDRA CHANGADA TAMAÑO MÁXIMO 1"					CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		V. Usuales	Calculado
MALLA	PESO RETENIDO (gr)	(%) RETENIDO	(%) RETENIDO ACUMUL.	(%) PASA ACUMUL.	1) Módulo de flexión	(5.5-8.0)	6.40	
2"	0	0	0	100	2) Peso específico (gr/cm ³)	(2.4 - 2.8)	2.67	
1 1/2"	0	0	0	100	3) Peso unitario suelto (gr/cm ³)	(1200 - 1800)	1444	
1"	0	0	0	100	4) Peso unitario compacto (gr/cm ³)	(1400-1900)	1591	
3/4"	0	0	0	100	5) (%) Humedad	(0.0 - 20)	28.9%	
1/2"	0	0	0	100	6) (%) Absorción	(0.2 - 4.0)	0.8%	
3/8"	269	59	59	40.0	LÍMITES PARA SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN AGREG. FINO		ASTM-C33	
Nº 4	182	40	100	0.4	Abresión máquina de los ángeles		Máximo	
Nº 8	2	0	100	0.0	OBSERVACIONES:		Calculado	
Nº 16	0	0	100	0	Material grueso con mayor porcentaje retenido en la malla		3/8"	
TOTAL	453	100			HUSD Nº 06			

PARAMETROS	MALLA	RESULTADOS
100	100	1 1/2"
90	100	1"
40	85	3/4"
10	40	1/2"
0	15	3/8"
0	5	Nº 4



INGENIERÍA S.R.L.
 Ing. John Leguia Baldarrac
 GERENTE

Nota: muestra proporcionada por el interesado



INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

DISEÑO DE MEZCLA

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PLURIFUNCIONAL CON UNO (1) CMAS DE VIDRIO Y 3% IMPACTO EN LAS PROFUNDIDADES DEL DÓNCHITO FORZADO, URBANIZACIÓN URBOS, ANDAHUAYLAS 2021
UBICACIÓN: URBANIZACIÓN LOS FLORES-DISTRITO DE ANDAHUAYLAS
 PROVINCIA DE ANDAHUAYLAS - REGIÓN APURÍMAC
SOLICITA: BACIL JOHN LUCAS BAI BARRERO
FECHA: OCTUBRE DEL 2021

CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

PESO ESPECÍFICO DE CEMENTO	3130	kg/m ³
PESO ESPECÍFICO DE AGREGADO GRUESO	2670	kg/m ³
Vp (volumen de cemento)	0.2	m ³
PESO ESPECÍFICO DEL AGUA	1000	kg/m ³
RELACION A/C	0.35	
PESO ESPECÍFICO DE FIBRA DE VIDRIO	2700	kg/m ³

A) CEMENTO

$V_p = \text{Volumen de cemento} + \text{Volumen de agua}$

$$V_p = \frac{\text{Cemento}}{\text{Peso Esp. cemento}} + \frac{\text{Agua}}{\text{Peso Esp. agua}}$$

CEMENTO	299	kg/m ³
---------	-----	-------------------

B) AGUA DE DISEÑO

$$\text{Agua de diseño} = \frac{a}{c} \times \text{Cemento}$$

Agua.D	105	litros
--------	-----	--------

C) AGREGADO GRUESO

$$A_G = 1 \text{ m}^3 - 0.096 \text{ m}^3 - 0.105 \text{ m}^3 - 0.150 \text{ m}^3$$

A _G	0.650	m ³
----------------	-------	----------------

Clasificación para el diseño de mezcla Testigo

Materia	Peso kg	Densidad kg/m ³	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	299	3130	0.095
Agua	105	1000	0.105
Aire atrapado = 15%	-	-	0.150
Fibra de vidrio 0%	-	-	-
Grava	1755.6	2670	0.650

CLASIFICACION DE FIBRA DE VIDRIO RESPECTO A: PESO DEL CEMENTO:

A-1 (1% fibra de vidrio)	299	0.01	2.99	kg
A-2 (2% fibra de vidrio)	299	0.02	5.97	kg
A-3 (3% fibra de vidrio)	299	0.03	8.96	kg





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc.), Geología, Minería, geotecnia, Impacto Ambiental, Consultoría y asesoría en general.

INGEOLAB S.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

DISEÑO DE MEZCLA

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE APLICANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CURADO. URBANIZACIÓN LIRIOS, AMBA-UNIVLAS 2022

UBICACIÓN: URBANIZACIÓN LOS LIRIOS-DEPARTAMENTO DE ANDEHUAYLAS

SOLICITA: ENGEN. JOHN LUISA BALBUENA

FECHA: OCTUBRE DEL 2022

A-1 (1% fibra de vidrio)	7.99	kg
A-2 (2% fibra de vidrio)	5.97	kg
A-3 (3% fibra de vidrio)	8.96	kg

Dosificación para el diseño de mezcla con 1% de fibra de vidrio

Material	Peso kg	Densidad kg/m ³	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	299	3130	0.095
Agua	105	1000	0.105
Aire atrapado = 15%	-	-	0.150
Fibra de vidrio 1%	7.99	2700	0.001
Grava	1735.5	2670	0.650

Dosificación para el diseño de mezcla con 2% de fibra de vidrio

Material	Peso kg	Densidad kg/m ³	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	299	3130	0.095
Agua	105	1000	0.105
Aire atrapado = 15%	-	-	0.150
Fibra de vidrio 2%	5.97	2700	0.002
Grava	1735.5	2670	0.650

Dosificación para el diseño de mezcla con 3% de fibra de vidrio

Material	Peso kg	Densidad kg/m ³	Volumen Absoluto (m ³)
Cemento	299	3130	0.095
Agua	105	1000	0.105
Aire atrapado = 15%	-	-	0.150
Fibra de vidrio 3%	8.96	2700	0.003
Grava	1735.5	2670	0.650





INGENIERÍA, GEOLOGÍA Y LABORATORIOS S.R.L.

Realizamos trabajos en: Elaboración y ejecución de proyectos de Ingeniería (edificaciones, carreteras, puentes, represas, reservorios, canales de irrigación, etc), Geología, Minería, geotecnia, medio Ambiente, Consultoría y asesoría en general.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

INGEOLAB S.R.L.

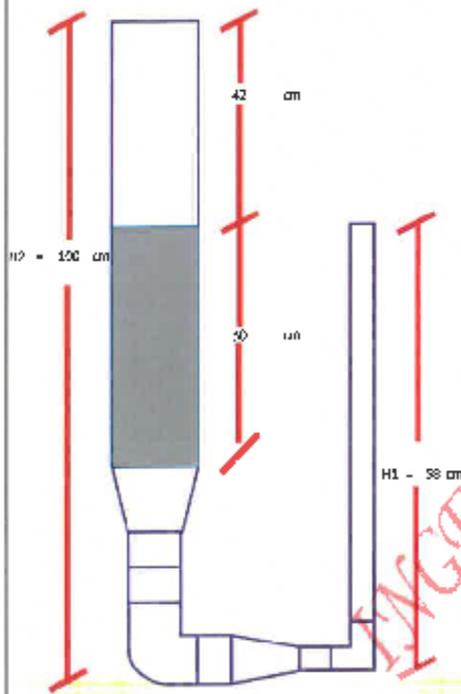
ENSAYO DE PERMEABILIDAD DE CONCRETO

PROYECTO: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADOSADO A LOS FRENOS DE VEHÍCULO Y SU INVIADO EN LAS PROPIEDADES DEL COMPLEJO FORTALEZA, JURISDICCIÓN LINDO, DEPARTAMENTO DE AZUAY

UBICACIÓN: URBANización QUITA MANO DEL CANTÓN DE ANAHUAYLAS, PROVINCIA DE HYBA-LAYLAS - ECUADOR

SOLICITA: ESCOLARIDAD, EN LA FASE DE DISEÑO

FECHA: OCTUBRE DEL 2022



$$k = \frac{A_1 \cdot l}{A_2 \cdot t} \log \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

- A1 = Área de tubo de ensayo
 A2 = Área transversal de permeabilidad
 l = Área de la muestra
 t = altura de la muestra
 t = tiempo
- A1 = 141.37 cm²
 A2 = 176.71 cm²
 l = 30 cm
 t = 45.89 segundos

$$k = \frac{A_1 \cdot l}{A_2 \cdot t} \cdot \log \left(\frac{h_1}{h_2} \right)$$

0.164

CONCRETO PULVEROSO

PATRON

EDAD 28 DIAS

MUESTRA	1	2	3
TIEMPO (s)	41.38	42.47	43.29
k	0.164	0.167	0.164

CUMPLE CUMPLE CUMPLE

ADITIVO 1%

fibra de vidrio

EDAD 28 DIAS

MUESTRA	1	2	3
TIEMPO (s)	30.25	37.43	37.25
k	0.196	0.190	0.191

CUMPLE CUMPLE CUMPLE

ADITIVO 2%

fibra de vidrio

EDAD 28 DIAS

MUESTRA	1	2	3
TIEMPO (s)	30.25	37.77	36.58
k	0.225	0.227	0.224

CUMPLE CUMPLE CUMPLE

ADITIVO 3%

fibra de vidrio

EDAD 28 DIAS

MUESTRA	1	2	3
TIEMPO (s)	24.26	24.3	24.9
k	0.293	0.292	0.285

CUMPLE CUMPLE CUMPLE

según el MO 522 R-10 indica que el rango de permeabilidad de un concreto permeable es desde 0.124 cm/seg a 1.22 cm/seg, verificando que los valores de permeabilidad que obtuvimos de todos los probetas están dentro del rango establecido.

INGEOLAB S.R.L.
 Ing. Guido Torres Quispe
 GERENTE

CONTEO VEHICULAR CON FINES DE DISEÑO DE PAVIMENTO
DIA 01

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS

ESTACIÓN DE CONTROL:

URBANIZACION LOS LIRIOS

FECHA:

10/09/2023

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIAGRA. VEH.											
7:00 a. m.	1	1									
8:00 a. m.	2	1		1		1					
9:00 a. m.	2	1	1	1							
10:00 a. m.	2		1								
11:00 a. m.	2	1									
12:00 p. m.	2	1				1					
1:00 p. m.	1	1		1							
2:00 p. m.	3	1	2	1							
3:00 p. m.	1					1					
4:00 p. m.	2	1		1							
5:00 p. m.	1		1								
6:00 p. m.	2	1	1								
7:00 p. m.	2										
TOTAL	23	9	6	5	0	3	0	0	0	0	0



Gerardo Huarcaya Solano
 Gerardo Huarcaya Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 200310

CONTEO VEHICULAR CON FINES DE DISEÑO DE PAVIMENTO
DIA 02

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO,
 URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:
 ESTACIÓN DE CONTROL:
 FECHA:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS
 URBANIZACION LOS LIRIOS
 11/09/2023

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIAGRA. VEHL.											
7:00 a. m.	2	1	1								
8:00 a. m.	2		1	1		1					
9:00 a. m.	2			1							
10:00 a. m.	2										
11:00 a. m.	3					1					
12:00 p. m.	1	1		1							
1:00 p. m.											
2:00 p. m.	1		1								
3:00 p. m.				1							
4:00 p. m.	1			1							
5:00 p. m.	1					2					
6:00 p. m.	1	1									
7:00 p. m.		1									
TOTAL	16	4	3	5	0	4	0	0	0	0	0



Gerardo Huarcaca Solano
 Gerardo Huarcaca Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 293310

CONTEO VEHICULAR CON FINES DE DISEÑO DE PAVIMENTO

DIA 03

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS

ESTACIÓN DE CONTROL:

URBANIZACION LOS LIRIOS

FECHA:

12/09/2023

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIAGRA. VEH.											
7:00 a. m.		3									
8:00 a. m.	1	1		1		1					
9:00 a. m.	1	2									
10:00 a. m.	1	1	1								
11:00 a. m.	2	1									
12:00 p. m.	1	1	1								
1:00 p. m.	1	2	1								
2:00 p. m.	1										
3:00 p. m.	1	1		1							
4:00 p. m.						1					
5:00 p. m.	1	1									
6:00 p. m.		1									
7:00 p. m.											
TOTAL	10	14	3	2	0	2	0	0	0	0	0



Gerardo Huafra Solano
 Gerardo Huafra Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 259310

CONTEO VEHICULAR CON FINES DE DISEÑO DE PAVIMENTO
DÍA 04

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO,
URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:
ESTACIÓN DE CONTROL:
FECHA:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS
URBANIZACION LOS LIRIOS
13/09/2023

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIAGRA. VEH.											
7:00 a. m.	1	1	1								
8:00 a. m.	1	1									
9:00 a. m.	1	1				1					
10:00 a. m.	1	3									
11:00 a. m.	1					1					
12:00 p. m.	1	1	1								
1:00 p. m.	1	2									
2:00 p. m.	1										
3:00 p. m.		2		1		1					
4:00 p. m.	2	1		1							
5:00 p. m.		2									
6:00 p. m.	1		1	1							
7:00 p. m.	1		1								
TOTAL	12	14	4	3	0	3	0	0	0	0	0


 Gerardo Huataca Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 49314


CONTEO VEHICULAR CON FINES DE DISEÑO DE PAVIMENTO
DÍA 05

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS

ESTACIÓN DE CONTROL:

URBANIZACION LOS LIRIOS

FECHA:

14/08/2023

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIAGRA. VEH.											
7:00 a. m.	1	2	1								
8:00 a. m.	1	1									
9:00 a. m.	1										
10:00 a. m.	1		1	1							
11:00 a. m.	2			1		1					
12:00 p. m.	1										
1:00 p. m.	1	1				1					
2:00 p. m.	1					1					
3:00 p. m.	1										
4:00 p. m.	3										
5:00 p. m.	1	1									
6:00 p. m.	1	1									
7:00 p. m.	2	1									
TOTAL	17	7	2	2	0	3	0	0	0	0	0

CONTEO VEHICULAR CON FINES DE DISEÑO DE PAVIMENTO

DÍA 06

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO,
URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS

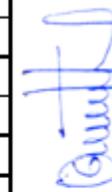
ESTACIÓN DE CONTROL:

URBANIZACION LOS LIRIOS

FECHA:

16/09/2023

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIAGRA. VEH.											
7:00 a. m.	2	2	2								
8:00 a. m.	2	2	1								
9:00 a. m.	3	1	1	1							
10:00 a. m.	2	2									
11:00 a. m.	1										
12:00 p. m.	1		1			1					
1:00 p. m.	1	1	1								
2:00 p. m.	4	1	1								
3:00 p. m.	1					1					
4:00 p. m.	2	1		1							
5:00 p. m.	2										
6:00 p. m.	1	1	1								
7:00 p. m.	1	1									
TOTAL	23	12	8	2	0	2	0	0	0	0	0


 Gerardo Huaraca Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 49310



CONTEO VEHICULAR CON FINES DE DISEÑO DE PAVIMENTO

DÍA 07

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO,
URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS

ESTACIÓN DE CONTROL:

URBANIZACION LOS LIRIOS

FECHA:

16/08/2023

HORA	MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIADRA. VEH.											
7:00 a. m.	2	2									
8:00 a. m.	1	1	1	1		1					
9:00 a. m.	2	2	1								
10:00 a. m.	1	2	1	1							
11:00 a. m.	2	1	1								
12:00 p. m.	3	1	1	1							
1:00 p. m.	3		1								
2:00 p. m.	2	2		1							
3:00 p. m.	1	1	1	1							
4:00 p. m.	2	2	1			1					
5:00 p. m.		1									
6:00 p. m.	1	1	1	1							
7:00 p. m.		1									
TOTAL	20	17	9	6	0	2	0	0	0	0	0


 Gerardo Huérfano Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 48014


**RESUMEN SEMANAL DE CONTEO VEHICULAR
DEL DIA 04 AL 10**

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS

ESTACIÓN DE CONTROL:

URBANIZACION LOS LIRIOS

FECHA:

10/08/2023 HASTA 18/08/2023

HORA	MOTO CARGUERO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION	
				PICK UP	PANEL	RURAL COMBI		2 E	3 E	2 E	3 E
DIAGRA. VEH.											
DIA 01	23	9	6	5	0	3	0	0	0	0	0
DIA 02	16	4	3	5	0	4	0	0	0	0	0
DIA 03	10	14	3	2	0	2	0	0	0	0	0
DIA 04	12	14	4	3	0	3	0	0	0	0	0
DIA 05	17	7	2	2	0	3	0	0	0	0	0
DIA 06	23	12	8	2	0	2	0	0	0	0	0
DIA 07	20	17	9	6	0	2	0	0	0	0	0
TOTAL	121	77	35	25	0	19	0	0	0	0	0



Gerardo Huaraca Solano
Gerardo Huaraca Solano
INGENIERO CIVIL
CIP N° 58310

CÁLCULO DEL ÍNDICE MEDIO DIARIO (IMD)

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIROS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN: URBANIZACION LOS LIROS-ANDAHUAYLAS
 ESTACIÓN DE CONTROL: URBANIZACION LOS LIROS
 FECHA: 10/09/2023 HASTA 16/09/2023

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO

TIPO DE VEHICULO	TPD						
	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO
MOTO CARGUERO	23	18	10	12	17	23	20
ALTO	9	4	14	14	7	12	17
STATION WAGON	8	3	3	4	2	8	9
PICK UP	5	5	2	3	2	2	6
PANEL	0	0	0	0	0	0	0
RURAL COMBI	3	4	2	3	3	2	2
MICRO	0	0	0	0	0	0	0
BUS 2 E	0	0	0	0	0	0	0
BUS 3 E	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 2 E	0	0	0	0	0	0	0
CAMION 3 E	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL VEHICULOS	48	32	31	38	31	47	54

TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL

TIPO DE VEHICULO	TPDS			
	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04
MOTO CARGUERO	121	121	121	121
ALTO	77	77	77	77
STATION WAGON	35	35	35	35
PICK UP	25	25	25	25
PANEL	0	0	0	0
RURAL COMBI	19	19	19	19
MICRO	0	0	0	0
BUS 2 E	0	0	0	0
BUS 3 E	0	0	0	0
CAMION 2 E	0	0	0	0
CAMION 3 E	0	0	0	0
TOTAL VEHICULOS	277	277	277	277

ÍNDICE MEDIO DIARIO

TIPO DE VEHICULO	TPDM	TPDA	IMD
MOTO CARGUERO	484	5808	18
ALTO	308	3696	10
STATION WAGON	140	1680	5
PICK UP	100	1200	3
PANEL	0	0	0
RURAL COMBI	78	912	2
MICRO	0	0	0
BUS 2 E	0	0	0
BUS 3 E	0	0	0
CAMION 2 E	0	0	0
CAMION 3 E	0	0	0
TOTAL VEHICULOS	1108	13296	38

PORCENTAJE VEHICULAR

TIPO	IMD	%
LIVIANO	38	100.00
BUSES	0	0.00
CAMIONES	0	0.00
TOTAL	38	100.00



Gerardo Huaraca Solano
 Gerardo Huaraca Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 158310

CÁLCULO DE EQUIVALENT SINGLE AXLE LOAD

PROYECTO:

DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

UBICACIÓN:

URBANIZACION LOS LIRIOS-ANDAHUAYLAS

ESTACIÓN DE CONTROL:

URBANIZACION LOS LIRIOS

FECHA:

10/09/2023 HASTA 16/09/2023

VEHICULOS DE DISEÑO Y CARGAS

TIPO DE VEHICULO		CARGAS POR EJES (TON)			
		EJE DELANTERO	EJES POSTERIORES		
			SIMPLE	TÁNDEM	TRIDEM
MOTO CARGUERO		0.5	1		
AUTO		1.5	1.5		
STATION WAGON		1.5	1.5		
PICK UP		1.5	1.5		
PANEL		1.5	1.5		
RURAL COMBI		7	11		
MICRO		7	11		
BUS 2 E		7	11		
BUS 3 E		7		18	
CAMION 2 E		7	11		
CAMION 3 E		7		18	



Gerardo Huaraca Solano
INGENIERO CIVIL
CIP N° 168310

FACTORES EQUIVALENCIAS DE CARGAS DE LOS VEHICULOS DE DISEÑO

TIPO DE VEHICULO	FACTOR DE EQUIVALENCIA DE CARGA (FEC)				FD TOTAL
	EJE DELANTERO	EJES POSTERIORES			
		SIMPLE	TÁNDEM	TRIDEM	
MOTO CARGUERO	0.00004	0.00038			0.00042
AUTO	0.00143	0.00143			0.00286
STATION WAGON	0.00143	0.00143			0.00286
PICK UP	0.00143	0.00143			0.00286
PANEL	0.00143	0.00143			0.00286

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Método AASHTO 1993

Proyecto: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN URBOS, ANCAHUAYLAS 2023

Fecha: OCTUBRE DEL 2023

ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20.00	
b. NUMERO DE Ejes EQUIVALENTES TOTAL (WES)	1,09E+02	E.E
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.50	
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.00	
e. FACTOR DE CONTABILIDAD (R)	75%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-0.634	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35	
f. Valor CBR (%)	7.60E+02	E.M.5

Datos de Campo	
Datos del CE, OJD - MTC	

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO Fc (kg/cm2)	208.00	
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO Fc (psi)	2,952.25	
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	3,097,073.98	
c. MODULO DE ROTURA Sc (psi)	623.22	
d. MODULO DE REACON DE LA SUBRASANTE - K (psi)	186.20	
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.80	
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.00	

CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

$$D_{req} = 145.75 \left(\frac{W_{ES}}{AN} \right)^{0.25} \left(\frac{1000}{CBR} \right)^{0.2} \left(\frac{1000}{K} \right)^{0.1} \left(\frac{1000}{S_c} \right)^{0.1} \left(\frac{1000}{S_o} \right)^{0.1} \left(\frac{1000}{R} \right)^{0.1} \left(\frac{1000}{Z_r} \right)^{0.1} \left(\frac{1000}{p_i} \right)^{0.1} \left(\frac{1000}{p_f} \right)^{0.1}$$

D (pulg)	G _s	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
4.220	-0.07908	5.04	5.04

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), pulgadas	4.22	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), centímetros	11.00	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE (SB), pulgadas	4	pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE (SB), centímetros	10.00	cm

Comentarios:

- * Las losas serán moduladas de 3.60 m x 4.50m.
- * Las juntas longitudinales y transversales serán de 3mm.
- * No llevara barras de transferencia de carga en las juntas longitudinales.
- * Considerar dowels en las juntas de construcción tanto longitudinales como transversales.

SECCION DE VIA TIPICA



Gerardo Huarcá Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 148010

Nota: Tener en consideración que el CBR de la Subrasante sea mayor de 6.00% si no lo fuera se tendrá que:

- Estabilización mecánica.
- Reemplazo de suelo de Estabilización.
- Estabilización química de suelos.
- Estabilización con geosintéticos, etc.

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Método AASHTO 1993

Proyecto: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LINDOS, ANDAHUAYLAS 2023

Fecha: OCTUBRE DEL 2023

ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20.00	
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (WES)	1.02E+02	E.E
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.50	
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.00	
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	75%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zi)	-0.674	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.35	
f. Valor CBR (%)	7.60E+03	E.M.S

	Datos de Campo
	Datos del CE, OJO - MTC

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (kg/cm2)	209.00
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO f'c (psi)	2,966.45
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO Ec (psi)	5,104,509.95
c. MODULO DE ROTURA S'c (psi)	623.55
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE- K (psi)	186.20
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.80
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.00

CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

$$D_{req} = \left(\frac{WES \cdot (1.22 \cdot S_o)^{1.8} \cdot (1 + \Delta) \cdot 10.2 \cdot (1.22)^{0.07}}{K \cdot (0.95)^{0.07} \cdot \left(\frac{1.18 \cdot 10^6}{(1.22)^{0.07}} \right)^{0.13}} \right)^{0.25} \cdot \left(\frac{1.45 \cdot (1.02)^{0.07} \cdot (1.15)}{(1.22)^{0.07}} \right)^{0.25}$$

D (pulg)	G _s	NBS NOMINAL	NBS CALCULO
4.220	-0.07908	5.04	5.04

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), pulgadas	4.22	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (Df), centímetros	11.00	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE (SB), pulgadas	4	pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE (SB), centímetros	10.00	cm

Consideraciones:

- * Las losas serán modulares de 3.60 m x 4.50m.
- * Las juntas longitudinales y transversales serán de 3mm.
- * No llevara barras de transferencia de carga en las juntas longitudinales.
- * Considerar dowels en las juntas de construcción tanto longitudinales como transversales.

SECCION DE UNA TÍPICA



Nota: Tener en consideración que el CBR de la Subrasante sea mayor de 6.00 % si no lo fuera se tendrá que:

- Estabilización mecánica.
- Reemplazo de suelo de Estabilización.
- Estabilización química de suelos.
- Estabilización con geosintéticos, etc.


Gerardo Huarcaya Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 269310

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

Método AASHTO 1993

Proyecto: DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO, URBANIZACIÓN LIRIOS, ANDAHUAYLAS 2023

Fecha: OCTUBRE DEL 2023

ELEMENTOS PARA EL DISEÑO DE PAVIMENTO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20.00	
b. NUMERO DE Ejes EQUIVALENTES TOTAL (W _{18E})	1.09E+05	E.E
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (p _i)	4.50	
d. SERVICIABILIDAD FINAL (p _f)	2.00	
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	75%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Z _R)	-0.674	
OVERALL STANDARD DEVIATION (S _o)	0.35	
f. Valor CBR (%)	7.80E+03	L.M.S
<input type="checkbox"/> Datos de Campo		
<input type="checkbox"/> Datos del CE. 010 - MTC		

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

a. RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F _c (kg/cm ²)	218.00	
RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO F _c (psi)	3,094.19	
b. MODULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO E _c (psi)	5,170,648.95	
c. MODULO DE ROTURA S _c (psi)	626.42	
d. MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE-K (pci)	186.20	
e. TRANSFERENCIA DE CARGA (J)	3.80	
f. COEFICIENTE DE DRENAJE (Cd)	1.00	

CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

$$D_{req} = \left(\frac{W_{18E} \cdot S_o}{F_c \cdot (1 - p_f/p_i)^{0.45}} \right)^{0.25} \cdot \left(\frac{K_c \cdot (0.0007)^{0.11} \cdot (1.15)}{1.45 \cdot (0.0007)^{0.11} \cdot (5.72)^{0.11}} \right)^{0.25}$$

D (pulg)	G _s	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
4.240	-0.07928	5.04	5.04

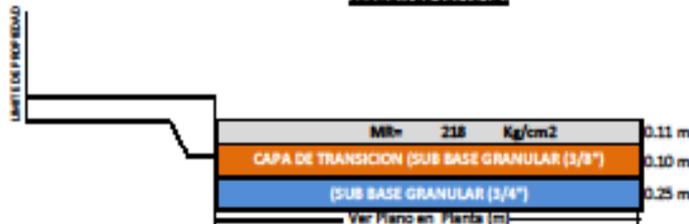
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

A. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D _f), pulgadas	4.24	pulg.
B. ESPESOR DE LOSA REQUERIDO (D _f), centímetros	11.00	cm
C. ESPESOR DE SUB BASE (SB), pulgadas	4	pulg.
D. ESPESOR DE SUB BASE (SB), centímetros	10.00	cm

Consideraciones:

- * Las losas serán moduladas de 3.60 m x 4.50m.
- * Las juntas longitudinales y transversales serán de 3mm.
- * No llevara barras de transferencia de carga en las juntas longitudinales.
- * Considerar dowels en las juntas de construcción tanto longitudinales como transversales.

SECCION DE TIPA TIPICA



Nota: Tener en consideración que el CBR de la Subrasante sea mayor de 6.00 % si no lo fuera se tendrá que:

- Estabilización mecánica.
- Reemplazo de suelo de Estabilización.
- Estabilización química de suelos.
- Estabilización con geosintéticos, etc.



Gerardo Huaraca Solano
 INGENIERO CIVIL
 CIP N° 128310

Anexo 10. Certificado de calibración del equipo



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



REGISTRO LC 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 229 - 2023

Página: 1 de 3

Expediente : 217-2023
 Fecha de Emisión : 2023 08 20

1. Solicitante : INGOLAB S.R.L.
 Dirección : JR. GARCIBARREROS NRO. 492 CERCADO - ANDAHUAYLAS-ANDAHUAYLAS -APURIMAC

2. Instrumento de Medición : BALANZA
 Marca : CHAUSS
 Modelo : R31P30
 Número de Serie : 8338530178
 Alcance de Indicación : 30000g
 División de Escala de Verificación (°) : 1g
 División de Escala Real (g) : 1g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LOCAL

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con requisitos de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a regulaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 de Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase 1 y II del INACAL-DA.

4. Lugar de Calibración

PROLONGACIÓN AYACUCHO N° 199 SAN MIGUEL - LIMA




 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. OIP N° 152831

Av. Los Angeles 853- LIMA 42 Tel. 262-5100



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro P-18-733

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 228 - 2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	28,2 °C	28,1 °C
Humedad Relativa	88%	70%

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Pesas (oxalúrid F1 y F2)	M 0680-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-326-2018
		LM-114-2018 / LM-115-2018
		LM-116-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrología Peruana DG - 2009 Instrumentos de Pesar de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NOTIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NOTIENE
PLATAFORMA	TIENE	SET. DE TRABAJO	NO TIENE
INTELIGENCIA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	28,2	28,3

Medición N°	Carga L1 = 10000 g			Carga L2 = 20000 g		
	Med	Δ (g)	E(g)	Med	Δ (g)	E(g)
1	10000	0,6	-0,1	20000	0,7	-0,2
2	10000	0,6	-0,3	20000	0,6	-0,1
3	10000	0,9	-0,1	20000	0,9	-0,4
4	15000	0,7	-0,2	20001	0,8	0,7
5	16000	0,8	-0,1	20001	0,6	0,8
6	15001	0,6	0,7	20001	0,8	0,7
7	15000	0,6	-0,1	20000	0,7	-0,2
8	15000	0,8	-0,3	20000	0,9	-0,1
9	15001	0,9	0,6	20000	0,8	-0,3
10	15000	0,7	-0,2	20000	0,9	-0,4
Diferencia Máxima			1,1			1,3
Especificación perm. (e)		2 g			3 g	



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CP N° 152631

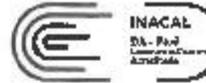
Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntoprecision.com.pe E-mail: info@puntoprecision.com.pe / puntoprecision@puntoprecision.com.pe



Punto de Precisión SAC

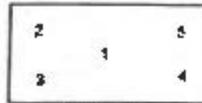
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Regist. LC-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 229 - 2023

Página 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE ENCEPCIONADO

Posición de la Carga	Carga nominal (g)	Determinación de E ₁			Determinación del Error corregido				
		E ₁	M ₁	E ₂	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅
		20,2	20,1						
1	0	10	0,7	-0,2	10000	0,6	-0,3	-0,1	
2	0	10	0,8	-0,4	9999	0,6	-1,4	-1,0	
3	0	10	0,7	-0,2	9998	0,6	-2,1	-1,9	
4	0	10	0,6	-0,1	10001	0,7	0,0	0,0	
5	0	10	0,8	-0,3	10000	0,6	-0,1	0,2	

(*) ver anexo 0104

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	E ₁	CRECIENTES			DECRECIENTES			masa (g)
		E ₁	E ₂	E ₃	E ₁	E ₂	E ₃	
10	0	0,7	-0,2					
50	60	0,6	-0,1	0,1	50	0,0	-0,3	-0,7
100	100	0,0	-0,3	-0,1	100	0,0	-0,1	0,1
2000	2000	0,6	-0,1	0,1	2000	0,8	-0,4	-0,2
5000	5000	0,6	-0,3	-0,1	5000	0,7	-0,2	0,0
7000	7000	0,6	-0,1	0,1	7000	0,6	-0,1	0,1
10000	10000	0,6	-0,3	-0,1	10000	0,6	-0,3	-0,1
15000	15000	0,6	-0,1	0,1	15000	0,7	-0,2	0,0
20000	20000	0,9	-0,4	-0,2	20000	0,9	-0,1	0,1
25000	25000	0,6	-0,1	0,1	25000	0,9	-0,3	-0,1
30000	30000	0,7	-1,2	-1,0	29999	0,7	-1,2	-1,0

(*) ver anexo parámetro

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,00000843 \times R$$

$$U_x = 2 \sqrt{0,426 \text{ g}^2 + 0,0000000387 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza M: Carga teorica G: Empleado E₁: Error de caso E₂: Correción

R: es g

FORM. 00000000



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Cepcha
 Reg. CP N° 162631

Av. Los Angeles 853 - LIMA 42 Tel: 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotm.com



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 230 - 2023

Página 1 de 3

Expediente : 217 - 2023
 Fecha de Emisión : 2023-10-20

1. Solicitante : INGÉLAB S.R.L.
 Dirección : JR. GARCERAN NRO. 482 CERCAO - ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - AFURMAC

2. Instrumento de Medición : BALANZA
 Marca : OHAUS
 Modelo : SCOUT PRO SP682
 Número de Serie : B23864844
 Alzas de Indicación : 600 g
 División de Escala de Verificación (s) : 0,01 g
 División de Escala Real (s) : 0,01 g
 Procedencia : CHINA
 Identificación : NO INDICA
 Tipo : ELECTRÓNICA
 Ubicación : LOCAL

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de producción o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a regulaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del INACAL-DA.

4. Lugar de Calibración:

PROLONGACIÓN AYACUCHO N° 109 SAN MIGUEL- LIMA



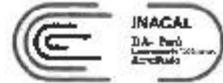
Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CP N° 162831

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-6108



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 833



Reg. N° LC-833

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 290 - 2023

Página: 2 de 2

5. Condiciones Ambientales

	Inicio	Fin
Temperatura	26,1 °C	27,8 °C
Humedad Relativa	71 %	71 %

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL-DM	Pesos (excluso F 1)	M-0660-2018 LM-325-2018

7. Observaciones

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud B, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2006, Instrumentos de Peseo de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta adhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
ALBITEADO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATFORMA	TIENE	SIST. DE TRABAJO	NO TIENE
INCLINACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Med. Final
Temp. (°C) 25,1 25,0

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 600,00 g		
	Med.	Med.	Error	Med.	Med.	Error
1	298,99	7	-10	570,00	6	-4
2	300,00	8	-4	600,00	8	-23
3	299,99	8	-14	599,99	8	-13
4	300,00	9	-3	599,99	9	-24
5	300,00	6	-1	599,99	7	-12
6	298,99	7	-12	599,99	6	-14
7	299,99	9	-13	600,00	8	-3
8	300,00	8	-4	600,00	8	-3
9	300,00	9	-4	600,00	8	-4
10	300,00	8	-3	599,99	9	-14
Diferencia Máxima			13	23		
Error máximo permitido ±			50 mg	± 30 mg		



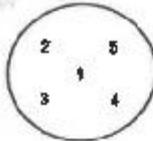
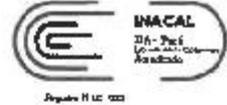
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 432631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Vista Frontal

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 230 - 2023

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXACTITUD

Posición de la Carga	Carga estándar (g)	Inicio			Final				
		Temp. (°C)			Temp. (°C)				
		30,0	30,0	29,0	30,0	30,0	29,0		
Distribución de Δ y de E_p		Distribución del Error corregido							
		Val	Δ (mg)	E_p (mg)	Val	Δ (mg)	E_p (mg)		
1	0,10	0,10	7	-2	200,00	199,99	6	-11	-0
2		0,10	5	-1		200,00	9	-4	-6
3		0,10	9	-4		200,00	8	-3	1
4		0,10	8	-3		199,98	7	-32	-10
5		0,10	7	-2		199,99	9	-14	-12

Cilindro de 0,10g

Error máximo permitido : \pm 20 mg

ENSAYO DE PESAJE

Carga (kg)	Inicio					Final				
	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	
	Val	Δ (mg)	E_p (mg)	E_{rel} (%)	Val	Δ (mg)	E_p (mg)	E_{rel} (%)	exp(*)	
0,10	0,10	6	-1		0,10	7	-2	-1	10	
0,50	0,50	9	-3	-2	0,50	8	-4	-3	10	
2,00	2,00	9	-4	-3	2,00	8	-4	0	10	
5,00	5,00	8	-1	0	5,00	9	-4	-2	10	
10,00	10,00	8	-4	-3	10,00	8	-3	-2	20	
20,00	20,00	8	-3	-2	20,00	7	-2	-1	20	
50,00	50,00	7	-2	-1	50,00	6	-4	0	20	
100,00	100,00	6	-4	0	100,00	9	6	7	20	
200,00	200,00	6	6	3	200,00	9	-3	-2	30	
400,00	400,00	8	7	3	400,00	6	9	10	30	
500,00	500,00	8	-4	-3	500,00	8	-4	-3	20	

(*) error máximo permitido

Lecturas corregidas e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{correctada} = R + 0,00000569 \times R$$

$$U_{95} = 2 \sqrt{0,0000699 \text{ g}^2 + 0,0000000101 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza Δ : Corrección de temperatura E: Error de exactitud E_p : Error de precisión E_{rel} : Error relativo

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



Jefa de Laboratorio
Ing. Luis Loeyza Cepcha
Reg. CIP N° 162631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Tel. 292-6106



Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 231 - 2023

Página : 1 de 4

Expediente : T 250 - 2023
Fecha de emisión : 2023-08-20

1. Solicitante : INSEDLAS S.R.L.

Dirección : JFL GMO, CECERES NRO. 482 CERCADO -
ANDAHUAYLAS-ANDAHUAYLAS-APURIMAC

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : YINSA
Modelo del Equipo : NO INDICA
Serie del Equipo : NO INDICA
Capacidad del Equipo : 100 L

Marca de Indicador : AUTONICS
Modelo de indicador : TCN48
Temperatura calibrada : 170 °C
Procedencia : NO INDICA

El instrumento de medición con el modelo y número de serie bajo indicación ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitarlo le correspondió disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

PROLONGACIÓN AYACUCHO NRO.189 - SAN MIGUEL - LMA
20 DE AGOSTO DEL 2023

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PG-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT-075-2018	INACAL-DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT-0564-2019	INACAL-DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT-0565-2019	INACAL-DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT-0566-2019	INACAL-DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,2
Humedad %	78	76

7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



E

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 233 - 2023

Página : 1 de 2

Expediente : T - 250 - 2023
 Fecha de emisión : 2023 - 08 - 20

1. Solicitante : INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS S.R.L.

Dirección : JR. CMO. CECERES NRO. 402 CERCADO -
 ANDAHUAYLAS - APURIMAC

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : CANCEL

Serie de Prensa : 80004

Capacidad de Prensa : 100 t

Marca de indicador : CANCEL

Modelo de indicador : PÁBON

Marca de Transductor : PRESSURE SENSOR

Bomba Hidráulica : MANUAL

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del Laboratorio de Estructuras antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a regulaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no es responsable de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí documentada.

3. Lugar y fecha de Calibración
 JR. CMO CECERES NRO. 402 CERCADO - ANDAHUAYLAS - APURIMAC
 20 DE AGOSTO DEL 2023

4. Método de Calibración
 La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E8

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 057-14	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,8
Humedad%	50	50

7. Resultados de la Medición
 Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se le colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Gajcha
 Reg. CIP N° 152831

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 282-5108 282-2096

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión S.A.C.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 263 - 2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" 1	SERIES DE VERIFICACIÓN (kg)				PROMEDIO Fp kg	ERROR Ep %	APT. ELD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
5	4,858	4,872	0,86	0,56	4,864	0,725	-0,320
10	9,930	9,988	0,70	0,11	9,960	0,407	-0,580
15	14,936	14,981	0,43	0,08	14,964	0,244	-0,367
20	20,021	19,842	-0,46	0,29	20,017	-0,082	0,745
25	24,784	24,327	0,89	0,80	24,508	0,784	-0,172
30	29,883	29,784	0,06	0,72	29,884	0,360	0,960
40	39,858	39,712	0,78	0,72	39,701	0,754	-0,058

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1- Ep y Rp son el Error Percentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = (A-B) / B * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3- Coeficiente de Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0075x - 0,0532$

Donde: x: Lectura de la pantalla
y: Fuerza promedio (kg)

GRÁFICO N° 1

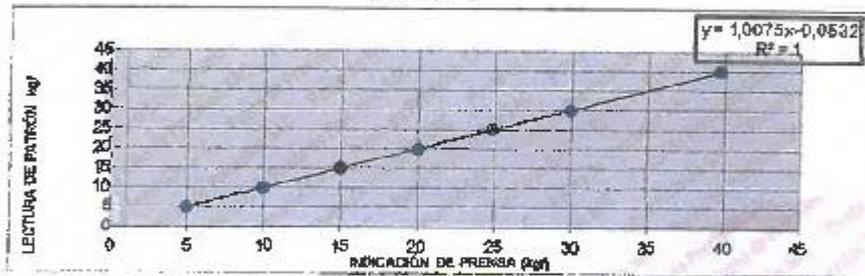
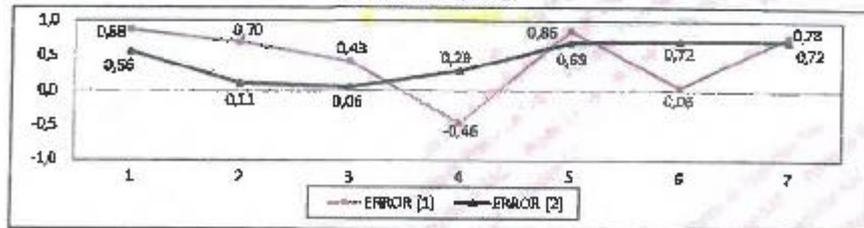


GRÁFICO DE ERRORES



[Firma]
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. D.P. N° 101.531

Anexo 11. Boleta de ensayos de laboratorio (doc. que sustente)

INGEOLAB S.R.L. INGENIERIA GEOLOGIA Y LABORATORIOS SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA - INGEOLAB S.R.L. JR. GMD.CECERES 482 CERCADO CT DE ENIGMA PUB ANDAHUAYLAS - ANDAHUAYLAS - APURIMAC		FACTURA ELECTRONICA RUC: 20527626693 E001-124																								
Fecha de Emisión	: 07/11/2023	Forma de pago: Contado																								
Señor(es)	: LEGUIA BALDARRAGO JOHN																									
RUC	: 10708022158																									
	— CAMINO HERRADURA A																									
Dirección del Cliente	: PAMPAN APURIMAC- ANDAHUAYLAS-ANDAHUAYLAS																									
Tipo de Moneda	: SOLES																									
Observación	:																									
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario	ICBPER																						
1.00	UNIDAD	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS EN LABORATORIO PARA LA TESIS DISEÑO DE PAVIMENTO PERMEABLE ADICIONANDO FIBRAS DE VIDRIO Y SU IMPACTO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO POROSO URBANIZACION LIRIOS ANDAHUAYLAS 2023	1677.9661	0.00																						
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : <input type="text" value="S/ 0.00"/>		<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td>Sub Total Ventas :</td> <td style="text-align: right;">S/ 1,677.97</td> </tr> <tr> <td>Anticipos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Descuentos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Valor Venta :</td> <td style="text-align: right;">S/ 1,677.97</td> </tr> <tr> <td>ISC :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>IGV :</td> <td style="text-align: right;">S/ 302.03</td> </tr> <tr> <td>ICBPER :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Cargos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Otros Tributos :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Monto de redondeo :</td> <td style="text-align: right;">S/ 0.00</td> </tr> <tr> <td>Importe Total :</td> <td style="text-align: right;">S/ 1,980.00</td> </tr> </table>			Sub Total Ventas :	S/ 1,677.97	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 1,677.97	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 302.03	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 1,980.00
Sub Total Ventas :	S/ 1,677.97																									
Anticipos :	S/ 0.00																									
Descuentos :	S/ 0.00																									
Valor Venta :	S/ 1,677.97																									
ISC :	S/ 0.00																									
IGV :	S/ 302.03																									
ICBPER :	S/ 0.00																									
Otros Cargos :	S/ 0.00																									
Otros Tributos :	S/ 0.00																									
Monto de redondeo :	S/ 0.00																									
Importe Total :	S/ 1,980.00																									
SON: UN MIL NOVECIENTOS OCHENTA Y 00/100 SOLES																										
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>																										