



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de
concreto mediante fibras ichu (stipa), Sihuas, Ancash 2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTOR:

Izaguirre Solis, Grower Charles (orcid.org/0000-0002-8296-4553)

ASESOR:

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard (orcid.org/0000-0001-5699-1323)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA :

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA – PERÚ

2024

Dedicatoria

En primer lugar, dedico el presente proyecto a Dios por permitir que todo se haga realidad y a mis padres por apoyarme y encaminarme por el camino correcto y hacer que esto se haga realidad.

Agradecimiento

En un inicio, deseo expresar mi agradecimiento a la divinidad por concederme buena salud y, gracias a ello, posibilitar la materialización de lo que aspire a realizar.

También agradecer a los profesionales que aportaron en el crecimiento y desarrollo de los conocimientos que cultivando en el transcurso de mi carrera profesional.

Declaratoria de Autenticidad del Asesor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, OLARTE PINARES JORGE RICHARD, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de concreto mediante fibras ichu (stipa), Sihuas, Ancash 2023", cuyo autor es IZAGUIRRE SOLIS GROWER CHARLES, 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, 18 de Marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
JORGE RICHARD OLARTE PINARES DNI: 40752422 ORCID: 0000-0001-5699-1323	Firmado electrónicamente por: JOLARTEP el 18-03- 2024 10:46:09

Código documento Trilce: TRI - 0740435



Declaratoria de Originalidad del Autor



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, IZAGUIRRE SOLIS GROWER CHARLES estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de concreto mediante fibras ichu (stipa), Sihuas, Ancash 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
GROWER CHARLES IZAGUIRRE SOLIS DNI: 70383175 ORCID: 0000-0002-8296-4553	Firmado electrónicamente por: GCIZAGUIRREI el 18- 03-2024 08:28:19

Código documento Trilce: TRI - 0740434



Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	vii
Índice de figuras.....	ix
Índice de gráficos	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO.....	5
III.METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variables y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo.	21
3.4. Maneras y herramientas para recopilar información.....	21
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Método de análisis de datos.	38
3.7. Aspectos éticos.....	38
IV.RESULTADOS.....	39
V.DISCUSIÓN	54
VI.CONCLUSIONES	56
VII.RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS	59
ANEXOS	

Índice de tablas

TABLA 1: Dosificación del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$	31
TABLA 2: Calculo de materiales.....	31
TABLA 3: Registro Observación de Concreto Patrón Formulario de Registro	41
TABLA 4: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 300 gramos de Fibras de Ichu.....	41
TABLA 5: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 500 gramos de Fibras de Ichu.....	41
TABLA 6: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 1500 gramos de Fibras de Ichu.....	42
TABLA 7: Resumen de longitudes	42
TABLA 8: Observación de Concreto Patrón Formulario de Registro.....	43
TABLA 9: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 300 gramos de Fibras de Ichu.....	43
TABLA 10: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 500 gramos de Fibras de Ichu.....	43
TABLA 11: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 1500 gramos de Fibras de Ichu.....	44
TABLA 12: Análisis de variación de tiempos	44
TABLA 13: Observación de Concreto Patrón Formulario de Registro.....	45
TABLA 14: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 300 gramos de Fibras de Ichu.....	45
TABLA 15: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 500 gramos de Fibras de Ichu.....	45
TABLA 16: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 1500 gramos de Fibras de Ichu.....	46
TABLA 17: Resumen total de áreas afectadas por fisuras en el pavimento.....	46
TABLA 18: Resistencia de probeta a los 7 días de curado	48
TABLA 19: Resistencia de probeta a los 14 días de curado	49
TABLA 20: Resistencia de probeta a los 28 días de curado	50

TABLA 21: Prueba de normalidad de la reducción de fisuras.	51
TABLA 22: Prueba de normalidad del cambio de tiempo de aparición de fisuras.	52
TABLA 23: Prueba de normalidad de la variación del ancho de fisuras.	53

Índice de figuras

FIGURA 1: Fibras de Ichu.....	11
FIGURA 2: Muestras de fibras para adiciones en el concreto.....	13
FIGURA 3: Fisuras por contracción plástica	14
FIGURA 4: Fisuras por retracción.	18
FIGURA 5: Ubicación de la cantera	23
FIGURA 6: Cemento portland Sol Tipo I	26
FIGURA 7: Cantera Rupaj.....	28
FIGURA 8:Planta Ichu Stipa.....	29
FIGURA 9: Agua para concreto.....	30
FIGURA 10: Molde cilíndrico (probeta)	33
FIGURA 11: Curado de probetas	34
FIGURA 12: Vaciado de los paños con Fibras de ichu stipa.....	36
FIGURA 13: Rotura de briquetas	37
FIGURA 14: Mapa político del Perú	39

Índice de gráficos

GRÁFICO 1: Resumen de Longitudes	42
GRÁFICO 2: Tiempo de Figuración	44
GRÁFICO 3: Ancho de fisuras más severas por paño.	46
GRÁFICO 4: Resumen de áreas afectadas	47
GRÁFICO 5: Resistencia a los 7 días de curado	48
GRÁFICO 6: Resistencia a los 14 días de curado	49
GRÁFICO 7: Resistencia a los 28 días de curado	50

RESUMEN

La presente investigación es titulada “ Control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de concreto mediante fibras ichu (stipa), Sihuas, Ancash 2023”, se aplicó el método de la investigación aplicada, el enfoque de la investigación es cuantitativo, el diseño es experimental, para la presente investigación se tendrá de población de 4 losas con medidas de 1 x 1 x 0.15 m, de las cuales se realizará pruebas de laboratorio mediante las probetas, con el fin de alcanzar una resistencia efectiva a la compresión del diseño $f'c=280\text{kg/cm}^2$. Para los ensayos se ejecutará 36 probetas. Como resultados se obtuvieron realizando el diseño de concreto permeable $f'c=280\text{kg/cm}^2$ para pavimentos, con la adición de 300gr, 500gr y 1500gr la cual se obtuvieron lo siguiente: con el concreto con la adición de 300gr con una disminución de fisura a 52% al concreto patrón, mientras con la adición de 500gr con una disminución de fisuras de 88% referente al concreto patrón y por último 1500gr hay una disminución de 99% de fisuras referente al concreto patrón. Se Concluye que a más porcentaje de ichu es menor las fisuras, pero por otro lado sobre la trabajabilidad del concreto es muy deficiente, la cual se debería usar aditivos como plastificantes, pero no son recomendables eso debido a que aumentaría el costo y no sería recomendable.

Palabras clave: Retracción, estado plástico, fibras de Ichu, fisura.

ABSTRACT

The research is titled "Control of shrinkage cracks in the plastic state in concrete pavements using ichu fibers (stipa), Sihuas, and Ancash 2023", the applied research method was applied, the research approach is Qualitative, and the design is experimental. . , the population will be Therefore, for this investigation, the population will be 4 slabs with measurements of 1 x 1 x 0.15 m, of which laboratory tests will be carried out using the probes, in order to achieve an effective resistance to compression. of the design $f_c=280\text{kg/cm}^2$. For the tests, 36 probes will be executed. The results were obtained: The design of permeable concrete $f_c=280\text{kg/cm}^2$ for pavements was carried out, with the addition of 300gr, 500gr and 1500gr, which obtained the following: with the concrete with the addition of 300gr with a decrease in cracks 52% to the concrete pattern, while with the addition of 500gr with a decrease in cracks of 88% referring to the concrete pattern and finally 1500gr there is a 99% decrease in cracks referring to the concrete pattern. It is concluded that the higher the percentage of ichu, the lower the cracks, but on the other hand, the workability of the concrete is very poor, which should use additives such as plasticizers, but they are not recommended because it would increase the cost and it would not be serious recommendable.

Keywords: Shrinkage, plastic state, Ichu fibers, crack

I. INTRODUCCIÓN

La raíz de la infraestructura vial de nuestro país son las fallas prematuras, cuyas consecuencias son complicaciones en la corrección de patologías del pavimento. Por ello, las famosas superficies duras son ahora más populares para participar en obras viales debido a su mejor resistencia, mayor distribución de la carga y condiciones de rodadura. Sin embargo, como todo material, está sujeto a fatiga, cambios violentos de temperatura y también complicaciones de agrietamiento provocados por sobrecargas o defectos durante la construcción nivel internacional (Chirinos y Apodaca 2022), en Bolivia las microfibras sintéticas como adición al concreto no necesitan de H₂O adicional, así mismo, no se requieren realizar permutas en el diseño de mezcla porque son hidrofóbicas; entonces, no impregnan agua y no son agresivas. Además, tienen excelente firmeza a la embestida de los químicos, óxidos y clorhídricos, por lo cual posee un descenso de canal térmica, debido a estas propiedades no tienen un gran impacto. Por ejemplo, en la instancia del H₂O dentro del hormigón actual, no interfieren con la absorción del cemento y no asumen un impacto negativo en los componentes de la mezcla del concreto. A nivel nacional (Ccasani & Carrascal 2021), nos manifiesta que nuestro país está ubicado junto a la línea ecuatorial y tiene un clima cálido; por ende, en las diferentes regiones del país se está apreciando altas temperaturas que generan la aparición de las grietas plásticas en los concretos y que esto se puede reducir con la adicción del ichu (stipa). El sector de la selva peruana es la que presencia con mayor periodicidad las consecuencias climáticas y en ella se encuentra grandes problemas de fisuras en el hormigón. A nivel local, se manifiesta que, en el departamento de Ancash precisamente en la ciudad de Huaraz aún no se usa aditivos de origen natural en el concreto, debido a la poca información sobre estos agregados nativos. Además, se ostenta que existen investigaciones hechas y que estas solo quedaron en el pasado, es decir, no utilizaron dicha indagación en prácticas diarias para reducir las grietas del concreto. Pero, si utilizaron los aditivos químicos para poder mejorar la calidad del concreto, a pesar de los daños que puede ocasionar en el medio ambiente. Por ende, en esta investigación se

pretende emplear las fibras del ichu (stipa) para acortar la visión de las aberturas contexturas en el concreto. Las fisuras en el concreto se observan de manera frecuente y estas surgen inminentemente después de realizar el vaciado, entonces, se puede ver esencialmente en la parte de la superficie horizontal. Por ello, se pretende usar la adición de fibra de ichu para reducir en gran mayoría las grietas aparecidas en el concreto. Para esta investigación se plantea el problema general ¿Cuánto reducen las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto la adición de fibras de ichu stipa?; y como específicos se tiene: ¿Cuánto varía la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de ichu stipa?, ¿Cuánto cambia el tiempo de aparición de las fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de ichu stipa?, ¿Cuánto varía el ancho de las fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de ichu stipa?, Por un lado, se tiene la justificación teórica en contribuir al conocimiento y estudios existentes, un estudio preexperimental para obtener el cotejo del concreto añadiendo fibras de ichu (stipa) en la dosificación del concreto $F'c= 280$ kg/cm², para poder de esta manera minimizar las fisuras y/o grietas por contracción plástica añadiendo diferentes porcentajes de fibras para que se pueda obtener la dosificación eficaz el cual reduce o minimiza el agrietamiento de los paneles de pavimento rígido. ACI224 (1978), que indica el uso adecuado de aditivos naturales, en este caso el ichu (stipa) en el concreto. Con el propósito de dar soluciones a las grietas que aparecen en el pavimento, entonces al utilizar esta adición natural se podrá reducir las dichas fisuras. Además, se pueden emplear en concretos para cimentación de losas, en la cual solo ejecutan los aditivos químicos. Por otro lado, la justificación práctica indica que los componentes que determinan una estructura son intactas y primordiales, las cuales no están dependientes a las deferencias casuales ni oportunos; al contrario, son la esencia principal y la razón de ser del sistema, por ende, con esta indagación se logrará conocer la conducta que tiene el concreto en estado plástico. En este caso, se añadirá las fibras de ichu (stipa) en el concreto

pavimentos y losas con el fin de acortar las fisuras por corrección plástica alcanzando un logro mediante la producción de paños de experimento porque las fibras de ichu proceden de la mejor manera cuando el concreto todavía no fragua. Además, se tiene la justificación metodológica que será aplicada mediante el comité ACI224 (*Evaluation, and Repair of Cracks in Concrete Structures*) para inspeccionar las aberturas por convulsión plástica, la cual se ejecutará con mixtura para el concreto patrón y las demás con adición de las fibras de ichu en diferentes proporciones volumétricas, así mismo a dichos prototipos se hará rastreo y recolección de datos en cuanto a las diferenciaciones de las particularidades del concreto en fase plástico, después se redactará las interpretaciones de los resultados obtenidos en los ensayos y de esa manera conseguir respuestas a la problemática. Finalmente, la justificación social es muy importante en cuanto al medio ambiente, porque en esta investigación se empleará un aditivo natural como es el ichu que es de bajo costo, es ecológico y sostenible que ayudará a reducir la aparición extensa de grietas, acortando las patologías mayores que causan fisuras. Incluso, esta indignación servirá para futuras edificaciones de pavimentaciones de concreto, en el que podrán aplicar los aditivos naturales como el ichu que permitirá controlar las fisuras en el concreto. Como objetivo general se tiene cuantificar la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de ichu stipa. Como objetivos específicos: Estimar la variación de la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa, Cuantificar el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa, Precisar la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa. La hipótesis general: El uso dosificado de fibra de ichu stipa reduciría las fisuras por contracción en estado plástico de pavimentos de concreto. Como hipótesis específicas se tiene: Mejorará la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de ichu stipa, Mejorará el cambio de tiempo

de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa, Mejorará la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes nacionales tenemos los siguientes: Huacho (2021), en la investigación propuso como objetivo medir la disminución de grietas por retracción en fase elástica en pavimentaciones rigurosos con complemento de fibras de polipropileno. La metodología que se empleó fue de procedimiento científico de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño experimental, teniendo una población de 4 losas de concreto con medidas de 2.5 x 2.5 x 0.15m y la muestra se trabajó con la población total de 4 losas. Los resultados que se obtuvieron en el concreto patrón llegaron a un valor total de 341.5 mm², en el diseño de concreto 300gr / m³ se mostró un 7.23 mm², alcanzando una disminución significativa en las grietas a la adición de fibras de polipropileno; sin embargo, en los concretos de 600gr/m³ y 1200gr / m³ no revelaron ninguna grieta. Entonces, la proporción que se tomó en el concreto patrón fue de 100%, en cambio, a los 300gr / m³ tuvo una reducción del 96.13% y para las instrumentarias de 600gr / m³ y 1200gr / m³ llegó a reducirse un 100%. Se concluyó que, el área de grietas en cada lienzo por el espécimen de concreto fue disminuyendo, se puede evidenciar que para el concreto 300gr/m³ se evidenció un valor de 7.23 mm² en fallas, donde se pudo observar una reducción considerable al aumento de las fibras de polipropileno y que los demás diseños de concreto no mostraron ninguna fisura, por ello, se puede concluir que no existe áreas con grietas. (Nishihara 2019), en la investigación que realizó planteó el objetivo de fundar el vigor del concreto con la adición de fibras agave american L. con el propósito de disminuir las fisuras en el concreto. Utilizando la metodología de la técnica ACI 224. 1R-07, que indica tener en cuenta las 3 etapas que deben cumplir los experimentos con adición en el concreto, siendo la primera un preparativo de los paños de ensayo, segundo se debe realizar una evaluación y rastreo de las grietas ocasionadas en el tiempo de fraguado, tercero se tiene que investigar y calcular los efectos originados. Entonces, la población que se trabajó fue de 4 pruebas en pavimentos rigurosos con dosis al 0, 0.75, 0.50 y 1.0 % con fibras de agave americana L, teniendo una muestra de 3200 de dimensión de cada uno de los paños de prueba, así mismo, deben seguir con las siguientes

medidas de 220 mm de ancho por 220 mm de largo, siendo el valor de 0.1033 m². Los resultados al que se llegó muestran que la adición de fibras agave american L con dosificación de 1.0% y con 0.75% lograron reducir las grietas causadas por la corrección plástica en todas las unidades de los ensayos, en cuanto al porcentaje de 0.5% alcanzó la mayor reducción en la autoridad de los signos de las fisuras originadas por encogimiento de contextura en un 20% con relación al prototipo referencial. Se concluyó que, al utilizar las fibras de agave american L. se logrará una reducción efectiva en las fisuras de pavimentos por corrección plástica en todos los componentes que se van a ejecutar. Chirinos y Cuervo (2021) En la investigación denominada "Aplicación de fibras sintéticas de polipropileno reciclado en concreto en Lima", se buscó mitigar el agrietamiento en pavimentos de concreto mediante el empleo de fibras sintéticas provenientes de polipropileno reciclado. Se llevaron a cabo métodos experimentales durante distintas fases del estudio, enfocadas en la identificación, diseño y evaluación de las propiedades de cada componente material. Una vez completada la prueba, se encontraron grietas en el concreto y se agregaron 116 gramos de fibra reciclada. y 176 años El espesor es de 0,35 mm (microgrietas) y 0,15 mm (grietas) y el recuento de fibra bruta es de 116 gramos. y 176 años El espesor es de 0,25 mm (macrofisuras) y 0,10 mm (fisuras). En cuanto a la resistencia a la compresión a los 28 días, se registraron los siguientes resultados para probetas de concreto: 291.99 kg/cm² con la adición de 58 g, 116 g y 176 g de fibra reciclada, 298.08 kg/cm², 285.32 kg/cm² y 289.23 kg/cm² al incorporar 1116 g y 176 g de fibras nuevas. Al examinar la resistencia a la flexión del hormigón con un peso de 58.40 kg/cm² y una cantidad adicional de 58 gr, las fibras recicladas de 116 gr y 176 gr mostraron valores de 59.62 kg/cm², 57.06 kg/cm² y 57.85 kg/cm², respectivamente, con cantidades agregadas de 116 g y 176 g por cm² y 57.85 kg/cm². En consecuencia, se concluye que la inclusión de fibras de polipropileno disminuye el tamaño de las fisuras, mientras que las fibras recicladas mejoran la resistencia a las fuerzas de compresión.

Chávez & Cosaca (2018), Su estudio se titula "Control de grietas mediante fibras de chilehua (*Festuca dolichophylla*) en plataformas planas de hormigón y su efecto sobre las propiedades mecánicas", tuvieron como objetivo evaluar la capacidad de generación de grietas en el concreto mediante líneas de Chillihua y analizar su comportamiento mecánico al ser colocadas sobre una losa de hormigón. La metodología de investigación se dividió en varias etapas, que incluyeron la formulación del problema, la revisión bibliográfica, Desarrollo de marcos teóricos y formulación de hipótesis, así como las pruebas correspondientes y los resultados obtenidos. El núcleo de material diseñado con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ se sometió a prueba de compresión después de curar durante 28 días y los resultados mostraron que la resistencia a la tracción fue de $211,20 \text{ kg/cm}^2$. Para una longitud de 2,5 cm, la cantidad de mezcla de fibras de pimienta es del 0,1% y 0,5%, y para una longitud de 5 cm, la cantidad de mezcla es del 1%. El arrastre resultante fue $202,89 \text{ kg/cm}^2$, 193 kg/cm^2 y $191,29 \text{ kg/cm}^2$ para la fibra de 2,5 cm y $206,22 \text{ kg/cm}^2$, $197,02 \text{ kg/cm}^2$ y $191,11 \text{ kg/cm}^2$ para la fibra de 5 cm. Para la mezcla con $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$, el ensayo sin fibras mostró una resistencia de $174,62 \text{ kg/cm}^2$ después de curar durante 28 días. Al agregar 0,1%, 0,5% y 1% de fibra de Chillihua a 2,5 cm de longitud se obtiene una resistencia de $169,01 \text{ kg/cm}^2$, $158,69 \text{ kg/cm}^2$ y $153,19 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Para una longitud de 5 cm, las resistencias son $170,56 \text{ kg/cm}^2$, $162,619 \text{ kg/cm}^2$ y $160,98 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente. Se realizaron pruebas de resistencia a la flexión y a la tracción en muestras cilíndricas con $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y la resistencia después de 28 días de curado fue de $49,38 \text{ kg/cm}^2$. Añadiendo 0,1%, 0,5% y 1% de fibras de pimienta en una longitud de 2,5 cm se obtiene una resistencia de $26,24 \text{ kg/cm}^2$, $60,23 \text{ kg/cm}^2$ y $59,35 \text{ kg/cm}^2$ respectivamente.. Para longitudes de 5 cm, las resistencias fueron de $55,01 \text{ kg/cm}^2$, $56,35 \text{ kg/cm}^2$ y $57,77 \text{ kg/cm}^2$. En resumen, los resultados indican que la inclusión de fibras de pimienta de cayena en el concreto puede controlar y reducir la formación de grietas. Además, la incorporación del 1% de fibra de pimienta de cayena puede aumentar significativamente la resistencia a la tracción por flexión después de 28 días, siendo la proporción óptima la de 2,5 cm de Chillihua. A continuación, se presenta

una visión conceptual de la arquitectura de la investigación. Como antecedentes Internacionales se tiene los siguientes: Cobos (2021), en su investigación titulada "Comparación de propiedades mecánicas entre concreto con fibras de PET reciclado y concreto con fibras de acero", señaló que el propósito del estudio era evaluar el comportamiento químico de dos tipos de concreto: uno con fibras de PET reciclado y otro con fibras de acero, a través de un análisis comparativo. Los métodos empleados fueron descriptivos y basados en un enfoque cuantitativo. En el transcurso de la prueba de compresión, se logró una resistencia de 228 kg/cm² para este modelo específico. Al incorporar fibras de PET y realizar el curado durante 28 días, se obtuvieron las siguientes resistencias: 152,8 kg/cm² y 94,9 kg/cm² con 0,5% de fibras de acero. Con adiciones del 0,5% y 0,1% de fibras de acero, se alcanzaron resistencias de 235.5 kg/cm² y 205 kg/cm², respectivamente. Del mismo modo, sometiendo el concreto estampado a esfuerzos de tracción indirecta y añadiendo fibras de PET, se obtuvo una resistencia de 30.1 kg/cm², mientras que con fibras de acero se lograron valores de 23,9 kg/cm², 19,41 kg/cm² y 25,5 kg/cm². Cabe destacar que los resultados indican que la adición del 0.5% de fibras de acero conlleva a una mayor resistencia. Además, se ha señalado que las fibras añadidas tienen la capacidad de controlar el agrietamiento en el concreto. Según Paricaguán y Muñoz (2019) en el trabajo de Estudio "Estudio sobre las propiedades mecánicas del hormigón armado con fibras de bagazo", el propósito de este estudio es investigar las propiedades mecánicas del hormigón armado con fibras de bagazo con la ayuda de ensayos y método destructivo. No destructivo, empezando por la búsqueda de alternativas al hormigón que ofrezcan las mismas propiedades beneficiosas que los materiales utilizados tradicionalmente. El método utilizado se divide en diferentes etapas, ellas son: Materiales, acetilación de fibras y sus cantidades, propiedades de mezclas en ambos estados, ensayos y análisis estadísticos. De ellos, se añadió a la prueba de compresión un 2,5% de tres tipos de fibras de caña de azúcar y se conservaron a 7 y 14 °C. Los de 28, 60 y 128 días alcanzaron 8,72 y 21,15 respectivamente. Las fibras cortas son 26,79, 39,91 y 40,18 MPa, las fibras largas son 21,03, 33,09, 34,15, 40,59 y 41,82 MPa y las fibras tratadas

son 22,64, 28,74, 28,76, 28,76 MPa. Por lo tanto, se puede concluir que las fibras naturales de bagazo incrustadas en el concreto muestran un aumento significativo en la resistencia a la compresión del concreto. Según Manríquez (2018), en su estudio titulado "Evaluación de la eficacia del mucílago de nopal para mitigar las grietas ocasionadas por la contracción plástica en el concreto", el propósito principal fue examinar el impacto de la adición de mucílago de nopal a las mezclas de concreto con el fin de minimizar la formación de grietas debidas a la contracción plástica del material. La contracción plástica se evaluó mediante ensayos experimentales que incorporaron diferentes concentraciones de mucílago de nopal: 0%, 1.3%, 1.95% y 2.6%. Estas concentraciones produjeron depósitos de contracción de 7.5 cm, 6.5 cm, 6 cm y 5 cm, respectivamente. Los volúmenes de exudación resultantes fueron de 61.5 ml, 58 ml, 54 ml y 49 ml. Las propiedades del concreto endurecido se determinaron a temperaturas de 22 °C, 21 °C, 22 °C y 21 °C, con una humedad relativa del 86%, 88%, 83%, 83%. El análisis reveló que la cantidad de fisuras en las muestras disminuyó a medida que se aumentaba la concentración de mucílago de nopal, siendo 11, 6, 4 y 0 para las concentraciones del 0%, 1.3%, 1.95% y 2.6%, respectivamente. La resistencia a la rotura a los 28 días también mostró variaciones, siendo de 302.3 kg/cm², 330.2 kg/cm², 379.5 kg/cm² y 424.4 kg/cm² para las mismas concentraciones. En resumen, se concluyó que la adición de mucílago de nopal al concreto tuvo un efecto leve en el fraguado, y la concentración del 1.95% redujo significativamente el número de fisuras en un 63.64%, al tiempo que aumentó la resistencia a la compresión en un 40.4% en comparación con el concreto estándar con una concentración del 2.6% de mucílago de nopal. Esto sugiere que el mucílago de nopal presenta ventajas al reducir las fisuras y aumentar la resistencia a la compresión en el concreto. Según Ortiz y Macías (2018), en un trabajo de investigación titulado "Comparación de la resistencia del concreto convencional con el uso de fibras metálicas y sintéticas", el objetivo fue determinar cómo las fibras sintéticas y metálicas afectan la resistencia del concreto utilizado en sólidos. concreto. Para la pavimentación de Pimpiguasi – Chone, provincia de Manabí, el método utilizado fue experimental, utilizando 20

kg de fibras metálicas Wirand FF1 y 600 g de fibras sintéticas FibroMac 12 por metro cúbico de concreto, se elaboraron y ensayaron muestras. La capacidad de compresión obtenida a los 7, 14 y 28 días después del curado, la capacidad de compresión del concreto sin fibra fue de 78.50%, 89.60% y 115.60%, respectivamente, y la capacidad de compresión del concreto con fibra adicionada fue de 94.60%, 103.60% y 103.62%. De manera similar, las propiedades de flexión del hormigón sin fibras son 93,50%, 102,60% y 131,60%, respectivamente, mientras que las propiedades de flexión del hormigón con fibras añadidas son 113,70%, 125,82% y 156,75%, respectivamente. 28 días después de la producción, el aumento fue de aprox. 25% en comparación con el concreto convencional y los resultados de las pruebas de flexión mostraron que la diferencia entre las dos estructuras después de 28 días fue del 25,15%. (Kiani 2019), Failure created by shrinkage is a significant difficulty, especially in distributions with eminent plane-body correspondence. Also, it has been justified that the introduction of brivers in the mortar that helps compress shrinkage cracks. In addition, the virtue of dissimilar brioffs in delaying openings in cement blended composites due to the ductile modification involved was investigated. This work concentrated on the instrumentation of the use of steel, glass and polypropylene breezes at a volumetric split of 0.3%. The opening typologies, containing the opening aphorism amplitude, the average crack amplitude and the total crack area, were calculated by using the effigy analysis. The results of the tests show that the steel braces were more energetic in decreasing the concrete ductile convulsion failures in balance with the others, while the glass braces possessed an excellent benefit than the polypropylene braces. (Alshammari & Guadagnini 2021), According to atmospheric permutation and emporium diversion, mortar distributions are gradually subjected to more excessive environments. Being the environment clearly disturbing to ductile shrinkage, then, it is obligatory to reach the consequence of environmental permutations on the failures by ductile rectification. That is, in this paper, the progress of ductile rectification cracking is parametrically inspected in low, medium and high circumstantial contexts of desiccation, suitable to unequal environments in three Saudi cities. Also, it is

made clear that the instruments of H₂O and cement ratios and amounts of tire steel brisknesses reconsidered in the mortar. Furthermore, the dissimilar circumstantial contexts for plastic rectification tests were apparent in a chamber fundamentally designed according to ASTM C1579. Furthermore, a manual portrait processing technique was used to monitor the initiation and progress of openings. Using the crack reduction coefficient, it was found that 30 kg/m³ of fibers can inspect ductile seizure openings in low and medium contexts. For the most extreme situations, the use of 40 kg/m³ of brio was sufficient to completely exclude shallow ductile shrinkage openings. This work may help to deploy more reasonable mortar distributions in more extensive links of circumstantial situations and help to lessen the impact of climate change on mortar constructions. Variable Independiente: Fibras de Ichu stipa. (Zuloaga 2014), manifiesta que el ichu o paja brava es una hierba verde que se encuentra en las alturas del altiplano andino sudamericano, México y Guatemala, así mismo, este pasto es utilizado en los techos de las casas rústicas, en la elaboración del adobe, en combustible y como aditivos naturales.

FIGURA 1: Fibras de Ichu



Fuente:(Olasperu.com 2020)

(Salas 2019), ostenta que el ichu es una planta semejante a la atocha y que esta tiene un dominio de calor, siendo en las alturas de los andes sudamericanos que crecen a gran cantidad, la cual es empleada para techos de casas de piedra en

las alturas, para la comida animales, y como adición en la mezcla de adobe. Así mismo, en su publicidad de su libro llamada “Reisen Durch Sudamérica” crea el seudónimo técnico como stipa (ichu); entonces, esta hierba al ser segada, en unos días crece de manera inmediata y en mucha cantidad y llega a una altura de 0.60 hasta 0.80 cm. Hoy en día, el pastoreo está en incremento y esta paja va pérdida completa de la flora, a comparación de años anteriores; así mismo por el hecho de estar en riesgo esta hierba pues la fauna silvestre también lo está porque en ellos existía un hábitat de perdices y otros animales de su entorno.

Dimensión de la variable dependiente: Longitud de las Fibras (Kadollph, 2019) declara que las hojas son delgadas, rígidas, exactas y tiene una base lisa; estas hojas llegan a medir entre 25 a 55 cm de largo; en cambio, de ancho la medida es de 5 mm. Además, tienen pelos aproximadamente de 1 mm de largo y posee una membrana de 2 mm entre la unión de la hoja y la vaina. (Baccharis 2017), manifiesta que el tallo del ichu crece de 60 a 189 cm de altura y que estas son lisas, así mismo, el cuello tiene un margen de 0.4 mm, siendo estos bríos que sirven para ser utilizada como alimento de animales, añadidura en la mezcla para adobes y que hoy en día puede servir como agregado natural en los morteros, debido a sus beneficiosos indicadores y propiedades. El ichu al ser una planta de alta resistencia contribuirá positivamente en las fallas de las losas empleándose como aditivo natural. (Moreno et al 2020), indica que las fibras del ichu están consignadas en reparar fallas que ocasiona el cambio climático en los morteros; es decir, esta planta puede reducir las aberturas del concreto antes que logre el fraguado final. Además, las dichas fisuras son también mencionadas como la resquebrajadura dúctil y este es peligroso en las fallas, debido que ingresarán agentes externos que pueden causar daños patológicos en los morteros. (Sika, 2014), revela las dosis de las fibras de ichu que se deben emplear son de 0.2 a 1.3 kg/m³ en los morteros, al ser valores mínimos que se utilizan podrán llegar a la eficacia que se busca. Entonces, lo más adecuado para los estudios es que tienen que utilizar dichas dosificaciones bajas para lograr beneficios en la reducción de las grietas de los concretos por encogimiento dúctil.

FIGURA 2: Muestras de fibras para adiciones en el concreto

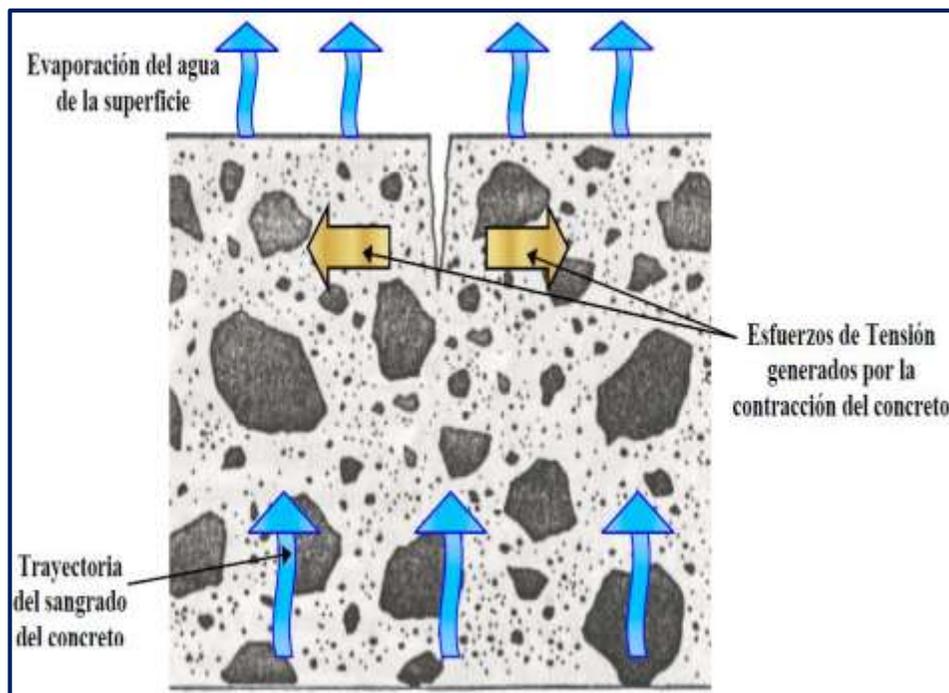


Fuente: (Sika 2014)

Variable 2, Grietas debido a la contracción. Concreto en su fase moldeable, La definición de concreto hace referencia a una mezcla que engloba una pasta y materiales adicionales. Al ser preparado recién, se espera que tenga una consistencia plástica o semilíquida, siendo fácil de dar forma, incluso de manera manual. La pasta está compuesta por agua, cemento, agregados, y puede incluir aire atrapado o incorporado. Comúnmente, los agregados que componen el concreto son arena y grava. En líneas generales, podemos afirmar que un concreto de calidad en su estado plástico debe cumplir con ciertos requisitos: debe tener la consistencia necesaria para permitir una compactación sencilla y adecuada, y debe exhibir cohesión para que pueda ser colocado y compactado sin que ocurran separaciones en su estructura (Cárcamo, 2013). Fisuras por asentamiento plástico, La aparición de grietas debido al asentamiento plástico (también llamadas grietas por reducción de masa del concreto o por acumulación de agregados) se produce como resultado de la tendencia bien conocida del concreto a seguir compactándose, a pesar de las restricciones impuestas por el refuerzo de acero y/o los moldes utilizados, o debido a asentamientos desiguales causados por variaciones en la profundidad de la colocación del concreto, que se vierte de manera continua como un solo bloque. (Cárcamo, 2013). Fisuras por

contracción plástica, Las fisuras resultantes de la contracción plástica, denominadas FCP, suelen emerger en el área del concreto fresco entre el inicio del fraguado (TIF) y la conclusión del mismo (TFF). Estas grietas se forman con facilidad debido a la rápida pérdida de agua y al aumento de la temperatura, originados por la evaporación de la humedad en la superficie del concreto. Aunque este fenómeno generalmente está asociado con la colocación de concreto en zonas de clima cálido, es posible que estas fisuras aparezcan en cualquier entorno donde las condiciones climáticas o ambientales provoquen una evaporación acelerada del agua en la superficie del concreto. Incluso en áreas donde los vientos aceleran la evaporación del agua, estas grietas causadas por la contracción plástica aparecen cuando el agua se evapora más rápido de lo que puede ser reemplazada durante el sangrado. Esto provoca una contracción rápida debido al secado, lo que genera tensiones en la capa superficial que está restringida por el concreto más interno que aún no ha experimentado contracción (Cárcamo, 2013).

FIGURA 3: Fisuras por contracción plástica



Fuente: (Ansori 2015)

Las modificaciones en el volumen que típicamente tienen lugar en superficies horizontales durante la fase fresca o plástica del concreto son comúnmente conocidas como contracción o retracción plástica. En general, estas alteraciones resultan en pequeñas fisuras que se vuelven evidentes poco después de que la humedad superficial del concreto se evapora. Una vez que estas fisuras comienzan a manifestarse, tienden a extenderse rápidamente a lo largo de toda la superficie (Rivva, 2010). Las fisuras causadas por la contracción plástica se generan principalmente debido a una rápida pérdida de humedad en la superficie del hormigón antes de que haya completado su fraguado. Este problema crítico surge cuando la velocidad de evaporación de la humedad en la superficie es mayor que la velocidad a la que el agua de exudación (sangrado) proveniente del interior del hormigón puede reponerla (NMRCA, 2019). Según la NMRCA (2019), Las situaciones que generan una mayor evaporación en la superficie del concreto y por ende, incrementan el riesgo de fisuración debido a la contracción plástica, abarcan los siguientes factores: velocidades de viento que exceden los 8 km/h (5 mph), baja humedad relativa y elevadas temperaturas tanto en el entorno como en el propio concreto. Según experiencias propias respaldadas por la Asociación Nacional de Productores de Concreto Premezclado (NMRCA, por sus siglas en inglés), las condiciones ambientales que resultan en tasas elevadas de evaporación en la superficie de las losas de concreto comprenden temperaturas ambientales superiores a los 22.0 °C, temperaturas superficiales del concreto por encima de los 28.0 °C, humedad ambiente oscilante entre el 62% y el 65%, y velocidades de viento que superan los 2.0 m/s, Desarrollo de brote y proceso de fisuras por retracción plástica, Si la humedad se evapora de la superficie del concreto fresco a una velocidad superior a la que puede ser sustituida por el agua de exudación, se produce una contracción en la capa superficial del concreto. Este fenómeno se origina debido a la restricción que ejerce el concreto en la capa subsuperficial, que se seca mientras el concreto aún se encuentra en su etapa plástica. Durante el proceso de fraguado, se generan tensiones de tracción que resultan en la formación de grietas, las cuales pueden ser poco profundas o de

diversas profundidades. Estas fisuras pueden tomar una forma irregular, como polígonos, o pueden aparecer de manera uniforme, alineadas en paralelo entre sí (ACI 224, 1993). Por lo general, tienen un ancho notable en la superficie. Su longitud oscila desde unos pocos milímetros hasta más de un metro, y la distancia entre ellas puede variar desde unos pocos milímetros hasta un máximo de 3 metros. Inicialmente, las grietas debido a la retracción plástica comienzan a una profundidad reducida, pero con el tiempo, estas extensiones largas pueden convertirse en fisuras que se extienden por toda la altura del elemento (ACI 224, 1993). De acuerdo con IMCYC (2011), el proceso de formación de las fisuras debido a la contracción plástica sigue este mecanismo: en primer lugar, el agua de exudación emerge en la superficie y la velocidad de evaporación del agua en esa superficie es mayor que la velocidad a la que el agua de exudación se desplaza hacia la superficie de la losa o pavimento. En consecuencia, la superficie del concreto se seca, y esta desecación provoca una contracción en el concreto superficial. El concreto que se encuentra húmedo intenta resistir esta contracción, lo que da lugar a tensiones en el concreto en su estado plástico, y es en este punto donde se forma la grieta de contracción plástica. Por un lado tenemos a Toxement (2019), quien indica que las grietas o fisuras por contracción plástica es provocada al momento que el mortero pierde la humedad y esto se debe a la mezcla de diferentes componentes incluyendo la temperatura del aire. Los elementos que se incorporan en la realización del diseño del mortero y para la prueba en los laboratorios se tienen que ejecutar a base de la técnica ACII 224 y para la resistencia del concreto será mediante las normas ASTM 339. Por otro lado, (Pombo y Zerbino 2021), mencionan que las aberturas formadas por contracción dúctil presentan casos especiales de precipitación, es decir, se trata del H₂O que sube por la parte de la cara del mortero en fase plástico, esta es causada por sedimento de los elementos más cargantes que se le reconoce como exudación. Incluso, cuando el H₂O ligero se da a consecuencia del contexto ambiental y que las propiedades de fórmulas se volatilizan a una rapidez a comparación de la exudación; entonces, al pasar por todo ese circuito lo que se genera de manera rápida va ser el encogimiento dúctil en la capa y que la

tenacidad del concreto será superior. Además, estas aberturas son perceptibles cuando el mortero se encuentra en un estado fresco de hasta 15 min a 40 horas luego de haber sido colocado; también, indica que las grietas son ocasionadas por fenómenos climáticos, por ende, se busca soluciones con elementos naturales como es el ichu que apoyarán en la reducción de esta anomalía antes que sea demasiado tarde. Además, (Becker 2019) dice que las aberturas por encogimiento dúctil pueden llegar a tener una hondura de 3 a 4 cm, de largo de 1,23 ó 3,02 m y que estas alcanzan un espesor más alto del pavimento, cuando los cambios climáticos son bruscos. Además, estas grietas al no ser atendidas de manera inmediata sufrirán patologías severas por causa de factores externos que se incorporan a la parte afectada. También, (Ingeniarc 2020) revela que las grietas de los morteros tienen aproximadamente un ancho de 0.16 mm y de la misma manera un ancho de 5 mm, siendo estas que establecen la densidad del elemento natural a utilizar para la reducción de las aberturas, algunas fisuras son más viscosas y otras no. Por ende, se debe realizar un buen análisis para ejecutar el aditivo que podrá controlar las dichas aberturas. Finalmente, (Colmenarez 2018) menciona que las grietas de los pavimentos por encogimiento dúctil se ocasionan por el hecho de que el secado se dio antes que termine el fraguado, es en ello que se genera de manera inmediata las aberturas, así mismo, en las losas no se obstruyen el perímetro, sino que las grietas son semejantes a un trayecto de orden 0.2 a 0.8 m respectivamente ligeras.

FIGURA 4: Fisuras por retracción.



Fuente: (Pombo y Zerbino 2021)

Dimensiones el tiempo de aparición de las fisuras. (Palpaico 2018), ostenta que al realizar la mezcla del mortero se ve los diferentes procesos por el que pasa dicho ensayo; entonces, se puede afirmar que mientras la pastosidad del cemento está en fase plástica y aún no endurece el concreto, pues la destilación del H₂O va a ir causando convulsiones que provocan aberturas, el cambio más riesgoso se da entre 3 a 5 horas, cuando la exudación recientemente haya acabado con su proceso y recién empieza la rectificación. (Arancibia 2016), indica que las aberturas de los morteros por rectificación dúctil en losas son las más comunes, debido a que éstas no están protegidas, más al contrario están expuestas al aire libre desde el primer momento de ejecución, es decir el hormigón está expuesto a los cambios climáticos. En cambio, en el caso de las vigas pues están encofrados por muchos días que apoya en la resistencia y no se genera las grietas de manera inmediata. Además, el mortero al endurecer antes que culmine el fraguado ocasionará grietas de manera inmediata, por ello, se debe realizar los ensayos más profundos a base de normas y técnicas que indican la manera correcta y que los aditivos naturales serán de mucha eficacia en los fisuramientos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

(Lozada 2018), el tipo de investigación es esencial para los descubrimientos tecnológicos en una indagación, debido que estudia la correlación de la teoría con la práctica que se desarrolla y ver la influencia entre ambas partes. Por ende, en esta averiguación se empleará una investigación aplicada que conllevará a adquirir conocimientos científicos con diligencias inmediatas a una sociedad o algún sector, de la misma manera, será útiles para estudios posteriores.

Enfoque de investigación

(Hernández 2019), indica que el enfoque en un estudio es importante porque experimentan fenómenos de modo metodológico, es decir se realizan experimentos mediante teorías científicas, las cuales llevan a obtención de resultados donde se verifica si la teoría es válida para dicho ensayo y de esa manera tomar una decisión efectiva para estudios futuros. Por ello, la investigación tendrá un enfoque cuantitativo, porque se ejecutarán mediante cálculos en las variables a estudiar, del cual se obtendrá resultados de influencia.

Diseño experimental

(Arias y Covinos 2020), el diseño es parte fundamental en un estudio porque es ahí cuando se realiza los ensayos en un laboratorio a base de normas y técnicas. Además, para ejecutar un experimento se planea de manera anticipada, debido a que los productos son manipulados en un laboratorio y que se deben realizar un estudio con un profundo análisis y verificar la influencia entre variables. Entonces, el diseño que se empleará en esta indagación será de 300, 500 y 1500 gr con dosificaciones de fibras de ichu.

Diseño de investigación

(Arias 2021), indica que se concentra en explicar todos los aspectos que se investigan, para tener en cuenta la realidad y la práctica. En otras palabras, todas las indagaciones nacen de una exploración y es cuándo inicias con una investigación de correlación o explicación. Además, al realizar un estudio te conllevará a ideas generales y que esta servirá como instrumento para transportar a temas innovadores que se frecuentarán en un futuro. Por ende, la presente investigación tendrá un nivel explicativo porque observaremos mediante los ensayos si las fibras de ichu mitigan las grietas en los pavimentos por retracción plástica.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Fibras de ichu stipa

(Salas 2019), el ichu es una planta semejante a la atocha y que esta tiene un dominio de calor, siendo en las alturas de los andes sudamericanos que crecen a gran cantidad, la cual es empleada para techos de casas de piedra en las alturas, para la comida animales, y como adición en la mezcla de adobe. Así mismo, en su publicidad de su libro llamada “Reisen Durch Sudamérica” crea el seudónimo técnico como stipa (ichu); entonces, esta hierva al ser segada, en unos días crece de manera inmediata y en mucha cantidad y llega a una altura de 0.60 hasta 0.80 cm.

Variable 2: Fisuras por retracción

(Becker 2019), Las aberturas por encogimiento dúctil pueden llegar a tener una hondura de 3 a 4 cm, de largo de 1,23 ó 3,02 m y que estas alcanzan un espesor más alto del pavimento, cuando los cambios climáticos son bruscos. Además, estas grietas al no ser atendidas de manera inmediata sufrirán patologías severas por causa de factores externos que se incorporan la parte afectada.

3.3. Población, muestra y muestreo.

Población

(Hernández & Duana 2019), La unidad de muestreo /análisis una vez definido y procede a delimitar la población a estudiar donde se pretende generar los resultados.

Para la investigación se tendrá de población 4 losas con medidas de 1.0m x 1.0m x 0.15 m, donde ello observaran las fisuras que aparecen en trascurso del tiempo.

Por otro lado, se realizará pruebas de laboratorio mediante las probetas, con el fin de alcanzar una resistencia efectiva a la compresión diseño $f_c=280\text{kg/cm}^2$.

Para los ensayos se ejecutará 36 probetas.

Muestra

Se trabajará con la población total.

Muestreo

(Hernández 2019) es una parte de la población, del cual se selecciona una muestra de forma subjetiva. Por ello, esta indagación tendrá un muestreo no probabilístico.

Unidad de análisis

Se fabricarán cuatro secciones de dimensiones 1.0m x 1.0m x 0.15m con el fin de alcanzar la resistencia del concreto $f'_c=280\text{kg/cm}^2$.

3.4. Maneras y herramientas para recopilar información.

Técnicas de recopilación de datos

Para esta investigación se tiene la técnica de cogida de datos, la cual conduce a la comprobación de la dificultad planteado, entonces, es cuando el investigador formula un problema de forma importante y redactará si hay estudios previos realizados (Yuni & Ariel 2018). Por ende, la investigación usará la técnica de la observación directa, porque se observan el fenómeno por la

adición de fibras de Ichu, los datos obtenidos serán registrados el análisis que corresponde. La recopilación de datos ya sea a través de observación directa o indirecta, se basa en una técnica inicialmente propuesta por el Comité ACI 224 en 2007. Esta técnica implica registrar la posición, tamaño (longitud) y ancho de las grietas utilizando un esquema del elemento en cuestión, además de evaluar el estado general del concreto en la estructura que está siendo examinada.

Instrumentos de recolección de datos

Toda herramienta de recolección del investigador tiene que ser confiables validos en caso no sean validados no serán útil para los resultados. (Hernández & Duana 2019). Para el presente proyecto se utilizará la ficha de investigación para la recopilación de información de campo y la ficha de observación, donde ahí se conocerán los resultados del laboratorio.

Validez

(Fernández 2019), indica que la validez es un método para medir los resultados obtenidos y correlacionar con los resultados de criterio; así mismo, en la presente indagación se ejecutará la validez del instrumento mediante un juicio de expertos, es decir, tendrán que firmar los instrumentos formulados y proponer algunos que conocen con su alta experiencia como especialistas y poder realizar de manera efectiva las pruebas de laboratorio.

Confiabilidad de los instrumentos.

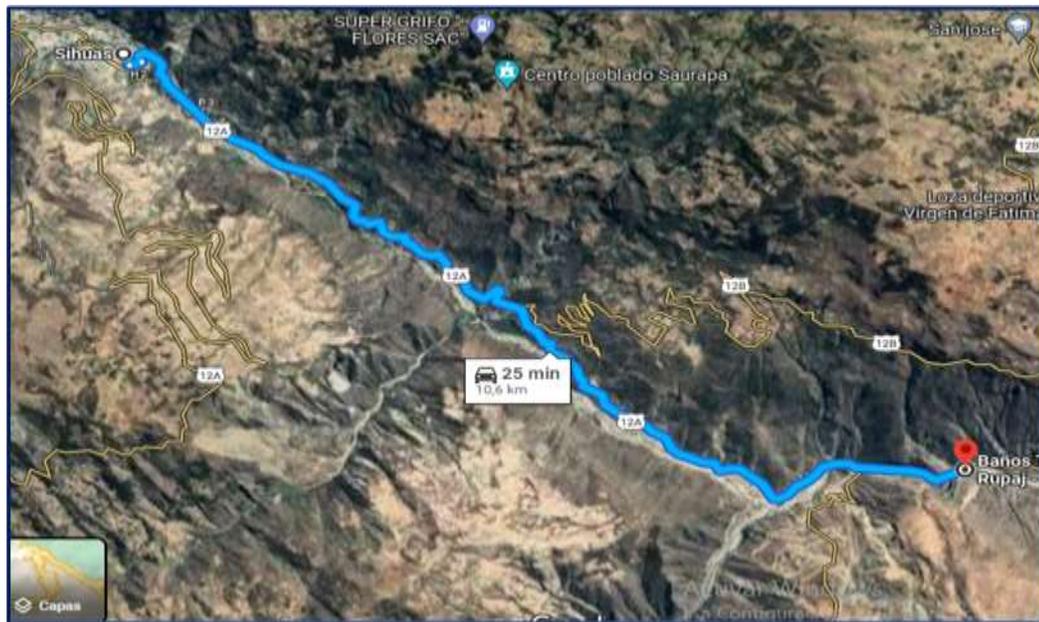
(Martinez 2020), La confiabilidad es medida de forma razonable con relación a las variables a estudiar, es decir, para obtener una buena confiabilidad se utilizará equipos de alta eficacia y que estén avalados por un laboratorio para tener un resultado confiable y coherente.

3.5. Procedimientos

Reconocimiento de la zona de estudio

Como primer paso para poder desarrollar el proyecto de investigación se realizó extracción de los materiales como el agregado grueso y fino seleccionando de ello los que tiene mejores propiedades y de la misma manera las características para la elaboración de un buen concreto los agregados fueron obtenidos de la cantera Rupaj que se encuentra a 10.6 km de la provincia de Sihuas con un tiempo aproximado de 25 min de viaje en una carretera afirmada.

FIGURA 5: Ubicación de la cantera



Fuente: Fotografía propia

Selección de materiales

Agregado grueso, a menudo conocido como piedra triturada de $\frac{3}{4}$ de pulgada, se queda atrapado en el tamiz número 4 de acuerdo con la normativa NTP 400.037. Por otro lado, el agregado fino es aquel que se retiene entre los tamices de 9.5 mm y el número 200, siguiendo las pautas de la norma NTP 400.037.

Caracterización de los agregados

Agregado Grueso (ASTM C 33)

El agregado grueso, que también se conoce comúnmente como piedra triturada, desempeña un papel crucial en la composición del concreto poroso, ya que influye en su grado de permeabilidad. El agregado de gran tamaño debe satisfacer los criterios de tamaño y distribución especificados en las normativas ASTM C 33 y ACI 522R. Estas normas indican que el tamaño máximo nominal del agregado debe encontrarse dentro del rango de 3/4" a 3/8" de pulgada. Es importante destacar que tamaños de agregados más grandes pueden aumentar la porosidad, pero también pueden reducir la facilidad de manejo del material. Los tipos de agregados más comúnmente utilizados en pavimentos de concreto permeable suelen estar en el rango de HUSO 67 a HUSO 8. Se recomienda evitar el uso de agregados muy uniformes, ya que estos tienden a disminuir la porosidad y pueden no proporcionar el contenido de vacíos necesario.

Agregado Fino (ASTM C-33)

El material fino del agregado puede ser arena natural, arena artificial o una mezcla de ambas. Es esencial que cumpla con las especificaciones de la Norma ASTM C-33, y se recomienda generalmente que no represente más del 10% del total de la mezcla. El agregado fino no debe contener más del 45% de material que pase a través de un tamiz y quede retenido en el siguiente tamiz de tamaño inmediatamente superior (es decir, que pase por el tamiz de 3/8 de pulgada y quede retenido por el tamiz N°200). Además, su módulo de finura debe oscilar entre 2.30 y 3.10, sin superar estos límites.

Elementos y características de los materiales que conforman el concreto.

El concreto está constituido por diversos elementos, que son el cemento, los agregados gruesos, los agregados finos, el agua, el aire y los aditivos. Cada uno de estos componentes contribuye de manera particular al comportamiento del concreto en sus distintos estados, aportando características específicas

que influyen en su resistencia efectiva. A continuación, describiremos las contribuciones individuales de estos materiales al concreto

Cemento (ASTM C150-84)

El cemento es un aglutinante hidráulico que se obtiene a través del proceso de calentamiento y fusión parcial de materiales que contienen cal y arcilla, seguido de una molienda muy fina del producto resultante, conocido como 'Clinker'. En la producción de concreto, el cemento desempeña un papel esencial, ya que, cuando se mezcla con agua, tiene la capacidad de unir los diferentes agregados del concreto, formando así una pasta. Este proceso, llamado hidratación, ocurre cuando el cemento entra en contacto con el agua.

Es esencial que los tipos de cemento satisfagan los requisitos establecidos en las normativas pertinentes, como el ASTM C150-84, NTP 334.009 y NTP 334.090, que abarcan tanto los cementos convencionales como aquellos con aditivos. Dado que el cemento desempeña un papel fundamental en la composición del concreto, es de vital importancia tener en cuenta que muchas de las características del concreto dependen en gran medida de la cantidad y el tipo de cemento empleado, por lo que resulta crucial realizar una dosificación adecuada.

FIGURA 6: Cemento portland Sol Tipo I



Fuente: (Firstpro 2018)

Descripción del cemento:

Tipo I, Cemento Portland y este es de uso general.

Beneficio:

Los aspectos positivos que ofrece incluyen un rápido desarrollo de resistencias iniciales, una excelente facilidad de trabajo, un menor tiempo requerido para el proceso de desencofrado, un óptimo desarrollo de resistencias en shotcrete y una mayor durabilidad en la consistencia del slump.

Agregado:

Los concretos hidráulicos se componen de una proporción significativa de agregados, que varía en un rango de entre el 50% y el 80% en volumen. Estos elementos son igualmente significativos que la pasta de cemento seca, el agua no retenida, el aire incorporado, el aire atrapado de manera natural o las sustancias adicionales. Por otro lado, muchas de las cualidades de las combinaciones de mortero o concreto, ya sea en su estado flexible o cuando se ha solidificado, están en gran parte determinadas por las características de los materiales agregados. Estas propiedades deben ser investigadas y comprendidas para lograr morteros o concretos de alta calidad y coste

eficiente, según Rivera, (2013)

Agregado fino (NTP 400.037)

El término "agregado fino" se utiliza para referirse a aquel material que logra atravesar la malla de 3/8 de pulgada (equivalente a 9.5 mm). Principalmente, este tipo de material suele consistir en arenas o en materiales triturados en instalaciones de procesamiento de piedra chancada, donde se reduce su tamaño según las necesidades específicas. Es importante destacar que este tipo de agregado debe cumplir con las normativas establecidas en la NTP 400.037.

Requisitos de los agregados:

Los agregados se componen de partículas que son mayormente limpias y tienen una estructura preferentemente angular, siendo sólidas, densas y resistentes. Estas partículas no deben contener polvo, grumos, fragmentos escamosos, impurezas de color claro, materia orgánica, sales ni otras sustancias perjudiciales.

Agregado grueso (NTP 400.37)

El agregado grueso se compone de una combinación de partículas, ya sea de orígenes naturales o fabricados, que pueden ser sometidas a procesos de tratamiento o elaboración. Este material también se conoce por derivar de la descomposición de rocas volcánicas y puede abarcar un rango de tamaños, desde partículas casi microscópicas hasta fragmentos de piedra más grandes. Su tamaño lo hace quedar retenido por una malla N° 04 (con un tamaño de 4.75 mm), y debe cumplir con los requisitos establecidos en la norma NTP 400.37.

Tamaño máximo nominal (TM):

El agregado grueso empleado en la formulación del concreto para este estudio tiene una malla de tamaño 1 pulgada, y en este caso, la totalidad de este agregado es capaz de pasar a través de dicha malla

FIGURA 7: Cantera Rupaj



Fuente: Fotografía propia

Las fibras a utilizarse fueron microfibras multifilares SikaFiber - PE, que cumplen con la normativa técnica peruana NTP 339.204. Por otro lado, la fibra de Ichu Stipa, también conocida como paja común en las regiones montañosas, proviene de la provincia de Sihuas, específicamente de las zonas altas en el centro poblado de Umbe, distrito de Sicsibamba. Esta variedad de paja se encuentra en abundancia en las altitudes y está disponible para la recolección durante todo el año debido a su naturaleza perenne. Para su extracción, se emplean tijeras, y las fibras se obtienen eliminando pequeñas hojas y otros residuos. Este proceso de selección y desprendimiento de la fibra se realiza frecuentemente a mano o con tijeras, y su transporte es sencillo debido a su ligereza.

Márquez, (2002) Las praderas de "Ichu Stipa" están dispersas en una franja geográfica que se extiende de manera fragmentada en altitudes que oscilan entre 3,800 y 4,500 msnm. En Perú, las extensiones de pastizales naturales abarcan un área total de 15,127.000 hectáreas. En la región altiplánica de Puno, los pastizales naturales cubren una extensión de 3,304.000 hectáreas, y de este total, 241,789 hectáreas corresponden a pastizales de Ichu Stipa.

FIGURA 8: Planta Ichu Stipa



Fuente: Fotografía propia

Tratamiento de la Ichu Stipa.

Este método implica comprimir las fibras utilizando un martillo de goma hasta que los filamentos de la fibra se vuelvan ásperos. Este proceso tiene como objetivo aumentar la capacidad de adhesión de la fibra de Ichu Stipa al concreto. Luego, las fibras se sumergen en agua durante un tiempo de 48 horas. Después de este tiempo, se procede a secar superficialmente las fibras antes de incorporarlas al concreto.

Recolección del Agua Para la Mezcla (NTP 339.088).

El agua utilizada como componente en las distintas mezclas que se llevarán a cabo en este estudio se obtuvo en cantidades adecuadas y se dosificó de acuerdo a las necesidades. Se aseguró de que el agua cumpla con los requisitos de calidad estipulados en la Norma Técnica Peruana (NTP 339.088) y se considera apta para el consumo humano.

FIGURA 9: Agua para concreto



Fuente: Fotografía propia

Diseño de mezcla (ACI 211)

Después de adquirir los materiales esenciales para la preparación del concreto, se procedió a elaborar la mezcla siguiendo las pautas establecidas por el Instituto Americano del Concreto (ACI 2011). El objetivo era alcanzar una resistencia del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$. Esto implicó la combinación de los componentes en proporciones adecuadas, siguiendo la dosificación según el diseño previamente definido. Además, se incorporaron las fibras de Ichu Stipa en diferentes cantidades: 300 gramos, 500 gramos y 1500 gramos, distribuidos en diferentes secciones de los paneles.

TABLA 1: Dosificación del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$

DISIFICACIÓN DEL CONCRETO 280 Kg/cm3					
$f'c = \text{kg/cm}^3$	Proporción	Cemento bolsa	Arena m3	Piedra m3	Agua m3
280	1:1.2:1.4	13.34	0.45	0.51	0.189

Fuente: Elaboración propia

Se realizó el cálculo del material primario que es de piedra chancada, arena gruesa, cemento y agua equivalente a una resistencia de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, en base al volumen de los cuatro paños.

TABLA 2: Calculo de materiales

CÁLCULO DE MATERIALES PARA EL PROYECTO			
CEMENTO	8.004	8	Bolsas
ARENA GRUESA	0.27	9.99	Baldes
PIEDRA	0.306	11.322	Baldes
AGUA	0.1134	113	litros

FUENTE: Elaboración propia

Esquema de la Experimentación

El proceso de construcción de cuatro paños comenzó con las etapas iniciales típicas de un proyecto de pavimentación. Se llevaron a cabo actividades como el marcado y replanteo topográfico, seguido de la limpieza y desbroce del área designada para la construcción.

Luego, se procedió a las tareas de movimiento de tierras, que comenzaron con la excavación para la explanación en material suelto y continuaron con el perfilado y compactación de la subrasante. Una vez que la subbase estuvo compactada, se llevó a cabo la construcción del encofrado para las losas, siguiendo las especificaciones detalladas en el plano correspondiente.

Se llevó a cabo la prueba de compactación siguiendo las directrices establecidas en la norma ASTM D-698. Se empleó un molde cilíndrico con un diámetro de 4 pulgadas (10.16 cm) y un pistón de 5.5 lb (24.4 N), que descendió desde una altura de 12 pulgadas (30.5 cm), generando una energía de

compactación de 12,400 lb-pie/pie³ (600 kN-m/m³). Durante la ejecución de este ensayo, se administraron 25 golpes por cada capa, realizándose un total de tres capas. Además, las muestras de suelo destinadas a la compactación representaron aproximadamente un tercio de la altura del molde, esta elección se hizo con el objetivo de garantizar una cohesión adecuada entre las capas compactadas, como se muestra en el plano correspondiente.

Elaboración de mezclas y probetas en laboratorio:

La operación de mezclado debe extenderse durante al menos 90 segundos, que es equivalente a un minuto y medio, después de que todos los componentes se hayan introducido en el tambor. A menos que se pueda demostrar a través de pruebas de uniformidad de mezclado que un período más corto es satisfactorio, de acuerdo con las directrices establecidas en la "Especificación Estándar para Concreto Premezclado" (ASTM C 94M). Reducir el tiempo de mezclado por debajo de los 90 segundos puede tener como resultado una disminución en la resistencia del concreto una vez que ha endurecido y puede generar una mezcla no homogénea. Esto va en contra de los objetivos deseados para el concreto, como se explica en el informe de (Sencido de 2014).

Moldeado de probetas (ASTM C-31/NTP 339.033)

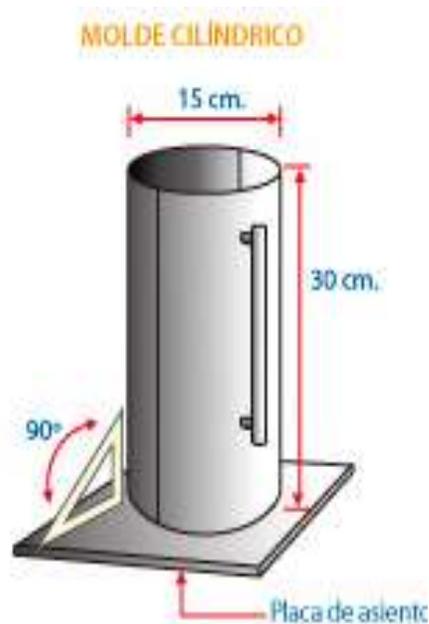
Estos procesos se llevarán a cabo de acuerdo con las directrices establecidas en las normativas ASTM C-31/NTP 339.033. Estas normas tienen como finalidad proporcionar la información necesaria para ser considerada en la preparación y curado de probetas cilíndricas que serán posteriormente sometidas a pruebas de ruptura.

Dentro del marco de esta investigación, se utilizarán cilindros metálicos normalizados con dimensiones de 30 cm de diámetro y 15 cm de altura, los cuales son fabricados a partir de láminas de ¼ de pulgada de grosor. La cantidad mínima de muestra necesaria para la creación de estos cilindros no debe ser menor a 30 litros o 1 pie cúbico, y esta muestra debe ser moldeada en

un plazo de no más de 15 minutos desde su recolección más reciente hasta el inicio del proceso de fabricación de los cilindros

Una vez que se hayan seguido los procedimientos detallados en las normas ASTM C-31/NTP 339.033, las muestras deben ser ubicadas en áreas libres de vibraciones, donde no interfieran con el tráfico de vehículos y peatones, y deben estar protegidas de la lluvia y de la exposición excesiva al sol, tal como se establece en la NTP 339.033 del año 2009.

FIGURA 10: Molde cilíndrico (probeta)



Fuente: (Aceros arequipa 2018)

FIGURA 11: Llenado de briquetas.



Fuente: Fotografía propia

Desde el inicio del proyecto de construcción de las losas, se planificó el vertido del concreto con la asistencia de un dispositivo llamado "trompito", además de la inclusión de fibras de Ichu en cada sección, variando las cantidades de fibras de Ichu en cada panel. El primer panel no contenía fibras de Ichu, el segundo panel contenía 300 gramos de Ichu Stipa, el tercer panel contenía 500 gramos de Ichu Stipa, y el cuarto panel contenía 1500 gramos, como se describe en la metodología. Además, se optó por fibras de Ichu con longitudes que oscilaban entre 50 y 60 mm, ya que se encontraban dentro de los rangos adecuados para facilitar el manejo durante el proceso de construcción.

Curado de probetas (NTP 339.033, 2009).

Para el proceso de curado de las muestras, la primera etapa del curado debe llevarse a cabo a una temperatura que se encuentre entre los 16 °C y 27 °C, durante un período de tiempo que oscila entre 16 y 32 horas. Es crucial desmoldar las probetas dentro del intervalo de tiempo especificado. Además,

en cada probeta se deben registrar datos relevantes, como la fecha de vertido, la resistencia, la identificación del elemento al que pertenece, o cualquier otro dato considerado importante.

En un plazo de 30 minutos desde su desmoldado, las probetas deben ser trasladadas manualmente a la cámara de curado. Esta cámara debe contener una solución saturada compuesta por 2 gramos de cal hidratada por cada litro de agua, manteniendo una temperatura de curado de $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$. Las probetas deben permanecer en esta cámara hasta el día en que se someterán a la prueba de resistencia, de acuerdo con lo especificado en la NTP 339.033 del año 2009.

FIGURA 11: Curado de probetas



Fuente: (Aceros arequipa 2018)

Esquema de observación

Una vez que se completó el proceso de acabado y planchado superficial de las cuatro losas de concreto, se llevó a cabo la verificación y supervisión del tiempo de fraguado de la mezcla.

FIGURA 12: Vaciado de los paños con fibras de ichu stipa



Fuente: Fotografía propia

Al observar la aparición de cualquier fisura durante el lapso en el que se desarrolla el proceso de fraguado, se procedió a registrar las condiciones ambientales, incluyendo la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del viento presentes en ese momento.

Capacidad de Soportar Carga en Muestras Cilíndricas.

En este proyecto, se determinó realizar la evaluación de 36 muestras cilíndricas con dimensiones de 15 cm x 30 cm. La preparación de estas muestras se llevó a cabo siguiendo las directrices establecidas en las normativas ASTM C-192 y NTP 339.033. Los ensayos se llevaron a cabo a intervalos de 7, 14 y 28 días posteriores al vertido inicial del concreto. Para llevar a cabo la ruptura de las probetas en las edades mencionadas, se aplicó el procedimiento especificado en la normativa NTP 339.034, titulada "Método de ensayo para determinar la resistencia a la compresión en muestras cilíndricas de concreto".

La manera más común de evaluar la capacidad de carga de un material es mediante la medición de su resistencia mecánica a la compresión. Esta resistencia se calcula al dividir la carga en el punto de ruptura entre el área transversal de la muestra sometida a la carga. Es relevante considerar que varios factores influyen en la resistencia a la compresión, como la velocidad de hidratación del cemento en la mezcla, la cual varía según la finura y el tipo de cemento utilizado. Además, el tipo de agregado empleado también ejerce un impacto significativo en la resistencia a la compresión. La fórmula utilizada para determinar la resistencia a la compresión es la siguiente:

$$F'c = F/A$$

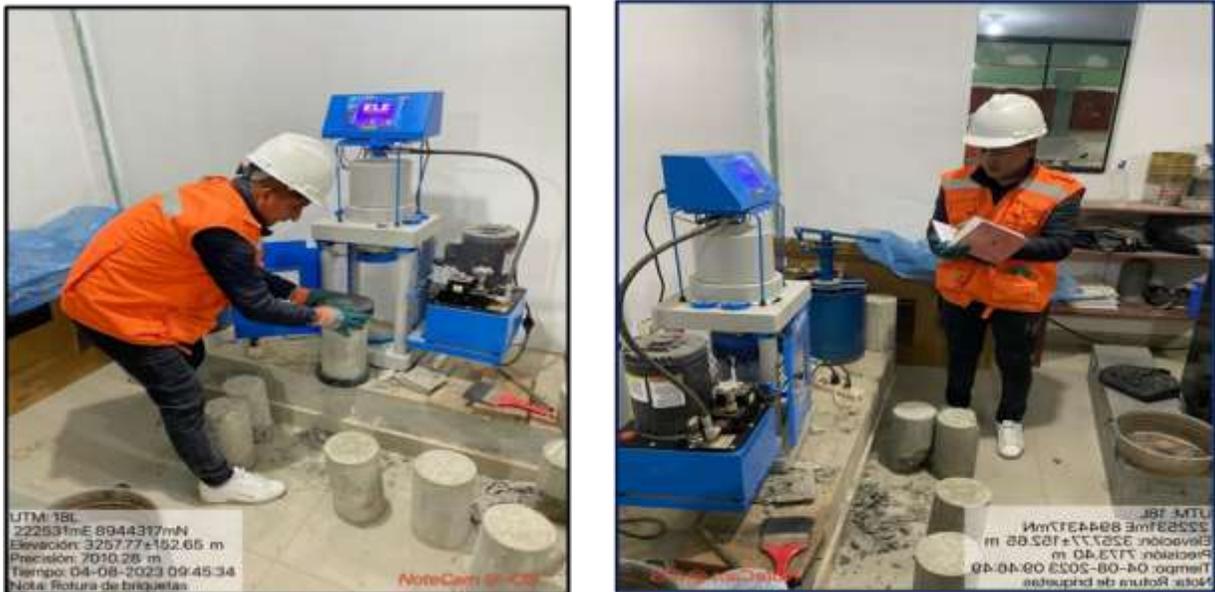
Dónde:

$F'c$ = Representa el esfuerzo de compresión del concreto,

F = Es la fuerza aplicada sobre la muestra.

A = Es el área de contacto con la fuerza, medida en centímetros cuadrados.

Figura 13: Rotura de briquetas



Fuente: fotografía Propia

3.6. Método de análisis de datos.

En este estudio actual, la recopilación de datos se llevará a cabo a través de la observación, permitiendo así un análisis adecuado de las dosificaciones de 300 gramos, 500 gramos y 1500 gramos de fibras de Ichu añadidas al concreto. Este proceso servirá para la posterior verificación en el terreno de las longitudes, el tiempo de aparición de las fisuras y el ancho de las mismas. Tras la realización de las probetas, se procederá a su ruptura a los 7, 14 y 28 días. Luego, los resultados se presentarán en forma de tablas o figuras y se verificarán conforme a los parámetros establecidos en las normativas peruanas.

3.7. Aspectos éticos

Se desarrolló teniendo en cuenta la necesidad de no infringir la constitución política del Perú y los derechos humanos. Asimismo, busca proteger la conducta responsable hacia el medio ambiente. Se valora la autoría intelectual de los autores, reconociendo la importancia de la originalidad respaldada por esta investigación. La utilización de Turnitin respalda la integridad de este proyecto y, de manera similar, aboga por la transparencia. En última instancia, este proyecto fue implementado con el objetivo de cumplir con las normas éticas de la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Ubicación política

La provincia de Sihuas está ubicada a una distancia de 231 kilómetros de la ciudad de Huaraz, que es la capital del departamento de Ancash. Geográficamente, se encuentra entre las coordenadas de 7° 14' 47" y 8° 44' 47" de latitud sur, y entre los 77° 21' 57" y 77° 46' 43" de longitud oeste. La capital de la provincia, Sihuas, se halla a una altitud de 2,716 msnm. Los diferentes centros poblados en esta región están distribuidos a altitudes que oscilan entre los 2,716 y los 3,500 msnm.

FIGURA 13: Mapa político del Perú



Limites

La provincia de Sihuas limita:

- Por el Nor Oeste : Limita con la provincia de Pallasca.
- Por el Sur : Limita con la provincia de Pomabamba.
- Por el Sur Oeste : Limita con la provincia de Huaylas.
- Por el Este : Limita con la provincia de Pataz (La Libertad).
- Por el Oeste : Limita con la provincia de Corongo.

Ubicación geográfica

Desde una perspectiva geomorfológica, la Provincia de Sihuas se caracteriza por tener tres tipos de áreas. La primera es la región Alto Andina, que se extiende con amplias superficies de terreno de topografía suave. La segunda es la Meso Andina, donde se observan áreas que han sido afectadas por procesos erosivos. La tercera es la Bajo Andina, que se compone de valles de erosión y formaciones geográficas que están ocupadas por ríos y afluentes más pequeños. En la región Alto Andina, se localizan las punas que se extienden al oeste de la provincia. En la zona Meso Andina, se encuentran los asentamientos del distrito de Ragash, distrito de Chingalpo, distrito de Acobamba, distrito de Huayllabamba y distrito de San Juan. Por último, en la zona Bajo Andina se ubican el distrito de Sihuas, distrito de Sicsibamba, distrito de Alfonso Ugarte, distrito de Cashapampa y el distrito de Quiches.

Clima

Precipitación:

El clima registrado en las inmediaciones de la provincia de Sihuas, la cantidad total de lluvia acumulada hasta septiembre de año 2006 fue de 1,068.70 milímetros. El mes con el registro de lluvia más bajo fue en el mes de julio, con solo 1.60 milímetros, mientras que el mes de marzo presentó el registro más alto con 403.00 milímetros. No se cuenta con datos disponibles sobre el promedio anual de precipitación.

Objetivo específico 1: “Estimar la variación de la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa”

TABLA 3: Registro Observación de Concreto Patrón Formulario de Registro

<i>FISURA</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>LONGITUD DE FISURAS (MM)</i>	<i>ÁREA AFECTADA (CM2)</i>	<i>TEMPERATURA DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)</i>
F1	19:00	64	18	720.00	29.4	7.5	Macrofisuras
F2	18:30	63	20	800.00	28.3	7.4	Fisuras
F3	19:59	64	18	900.00	31.8	8.1	Fisuras
F4	19:40	64	17	595.00	31.5	8	Macrofisuras
F5	19:10	64	20	1200.00	32	08:30	Macrofisuras
SUMA			93	4215.00			

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 4: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 300 gramos de Fibras de Ichu

<i>FISURA</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>LONGITUD DE FISURAS (MM)</i>	<i>ÁREA AFECTADA (CM2)</i>	<i>TEMPERATURA DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)</i>
F1	19:10	64	13	260.00	29.35	8.00	Macrofisuras
F2	18:70	63	15	375.00	28.37	7.60	Fisuras
F3	19:50	64	17	595.00	31.80	8.15	Fisuras
SUMA			45	1230.00			

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 5: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 500 gramos de Fibras de Ichu

<i>FISURA</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>LONGITUD DE FISURAS (MM)</i>	<i>ÁREA AFECTADA (CM2)</i>	<i>TEMPERATURA DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)</i>
F1	19:10	64	10	200.00	29.35	8.00	Macrofisuras
F2	18:70	63	0.8	12.00	28.37	7.60	Fisuras
F3	19:50	64	0.7	13.30	31.80	8.15	Fisuras
SUMA			11.5	225.30			

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 6: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 1500 gramos de Fibras de Ichu

FISUR A	TEMP. DEL AMBIENTE	HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE	LONGITUD DE FISURAS (MM)	ÁREA AFECTADA (CM2)	TEMPERATURA DEL CONCRETO	VELOCIDAD DE VIENTOS	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)
F1	19:15	64	0.7	10.5	29.25	7.90	fisuras
SUMA			0.7	10.5			

Fuente: Elaboración Propia

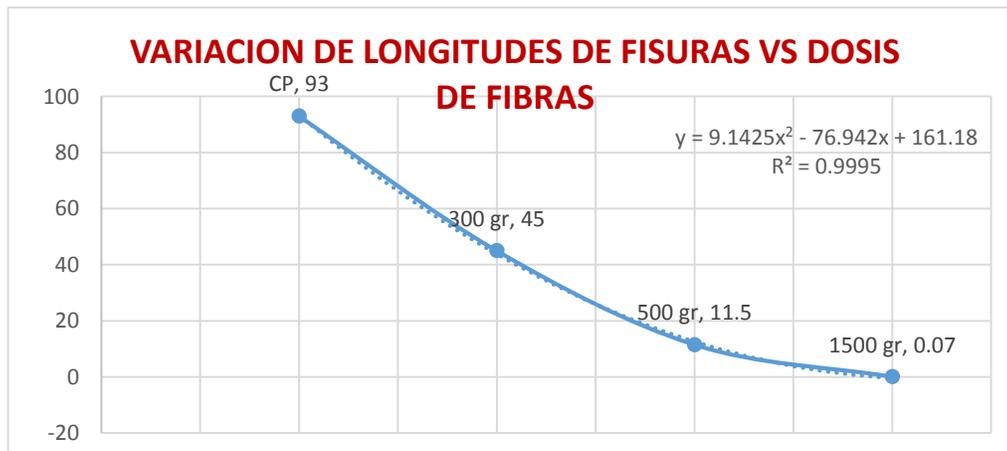
Luego de los resultados obtenidos de las tablas 3, 4, 5 y 6, en cuanto al concreto patrón presentan fisuras de 18 mm a 20 mm, con la muestra 2 con la adición de 300gr de ichu varían de 13mm a 17mm, 500gr con la adición de ichu varían de 0.7mm a 10mm, y 1500gr con adición de ichu con una longitud de 0.7mm, se concluye que a mayor adición de fibras reducen las longitudes de las fisuras.

TABLA 7: Resumen de longitudes

PAÑOS	SUMATORIA DE MUESTRAS LONGITUDINALES (mm)	PORCENTAJE DE VARIACION
C .P.	93	100
MUESTRA 1	45	52
MUESTRA 2	11.5	88
MUESTRA 3	0.7	99

Fuente: Elaboración Propia

GRAFICO 1: Resumen de Longitudes



Fuente: Elaboración Propia

Objetivo específico 2: “Cuantificar el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa”.

TABLA 8: Observación de Concreto Patrón Formulario de Registro

<i>FISURA</i>	<i>HORA DE BROTE</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>LONGITUD DE FISURAS (MM)</i>	<i>ÁREA AFECTADA (CM2)</i>	<i>TEMP. DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)</i>
F1	09:40	19:00	64	18	720.00	29.4	7.5	Macrofisuras
F2	09:47	18:30	63	20	800.00	28.3	7.4	Fisuras
F3	10:10	19:59	64	18	900.00	31.8	8.1	Fisuras
F4	10:20	19:40	64	17	595.00	31.5	8	Macrofisuras
F5	10:35	19:10	64	20	1200.00	32	08:30	Macrofisuras
SUMA				93	4215.00			

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 9: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 300 gramos de Fibras de Ichu

<i>FISURA</i>	<i>HORA DE BROTE</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>LONGITUD DE FISURAS (MM)</i>	<i>ÁREA AFECTADA (CM2)</i>	<i>TEMP. DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)</i>
F1	09:43	19:10	64	13	260.00	29.35	8.00	Macrofisuras
F2	10:50	18:70	63	15	375.00	28.37	7.60	Fisuras
F3	10:01	19:50	64	17	595.00	31.80	8.15	Fisuras
SUMA				45	1230.00			

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 10: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 500 gramos de Fibras de Ichu

<i>FISURA</i>	<i>HORA DE BROTE</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>LONGITUD DE FISURAS (MM)</i>	<i>ÁREA AFECTADA (CM2)</i>	<i>TEMP. DEL CONCR.</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)</i>
F1	10:20	19:10	64	10	200.00	29.35	8.00	Macrofisuras
F2	10:25	18:70	63	0.8	12.00	28.37	7.60	Fisuras
F3	10:30	19:50	64	0.7	13.30	31.80	8.15	Fisuras
SUMA				11.5	225.30			

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 11: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 1500 gramos de Fibras de Ichu

FISURA	HORA DE BROTE	TEMP. DEL AMBIENTE	HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE	LONG. DE FISURAS (MM)	ÁREA AFECTADA (CM ²)	TEM. DEL CONCRETO	VELOCIDAD DE VIENTOS	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO (MM)
F1	11:02	19:15	64	0.7	10.5	29.25	7.90	fisuras
SUMA				0.7	10.5			

Fuente: Elaboración Propia

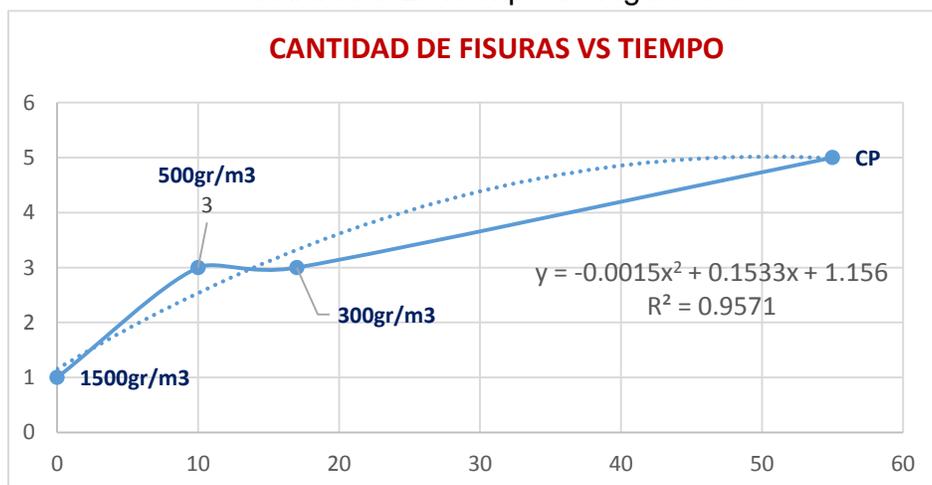
Luego de los resultados obtenidos de las tablas 08, 09, 10 y 11 la longitud de las fisuras varía, en cuanto al concreto patrón presentan fisuras en los tiempos 09:40 a 10:35am, con la muestra 2 con la adición de 300gr de ichu stipa varían de 09:43 a 10.01am, con la muestra 3 con la adición de 500gr de ichu stipa varia de 10:20 a 10:30 am, con la muestra 4 con la adición 1500gr de ichu stipa solo apareció a las 11:02 am.

TABLA 12: Análisis de variación de tiempos

DESCRIPCION	PRIMERA FISURA	ULTIMA FISURA	TIEMPO DE FISURACION (MIN)	N° DE FISURAS	VELOCIDAD DE FISURACION (und/min)
C.P.	09:40	10:35	55	5	0.09
300 gr	09:43	10:01	17	3	0.17
500 gr	10:20	10:30	10	3	0.3
1500 gr	0	0	0	1	---

Fuente: Elaboración Propia

GRAFICO 2: Tiempo de Figuración



Fuente: Elaboración Propia

Objetivo específico 3: “Precisar la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de ichu stipa”.

TABLA 13: Observación de Concreto Patrón Formulario de Registro.

<i>FISURA</i>	<i>HORA DE BROTE</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>TEMP. DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>ANCHO DE FISURA (MM)</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO</i>
F1	9:40	19:00	64	29.40	7.50	0.25	Macrofisuras
F2	9:47	18:30	63	28.30	7.40	0.175	Fisuras
F3	9:50	19:60	64	31.80	8.10	0.20	Fisuras
F4	9:52	19:40	64	31.50	8.00	0.35	Macrofisuras
F5	9:54	19:10	64	32.00	8:30	0.40	Macrofisuras

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 14: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 300 gramos de Fibras de Ichu.

<i>FISURA</i>	<i>HORA DE BROTE</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>TEMP. DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>ANCHO DE FISURAS (MM)</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO</i>
F1	10:20	19:10	64	29.35	8.00	0.15	Fisuras
F2	10:27	18:70	63	28.37	7.60	0.11	Fisuras
F3	10:30	19:50	64	31.80	8.15	0.10	Fisuras

Fuente: Elaboración Propia

TABLA 15: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 500 gramos de Fibras de Ichu.

<i>FISURA</i>	<i>HORA DE BROTE</i>	<i>TEMP. DEL AMBIENTE</i>	<i>HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE</i>	<i>TEMP. DEL CONCRETO</i>	<i>VELOCIDAD DE VIENTOS</i>	<i>ANCHO DE FISURA (MM)</i>	<i>CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO</i>
F1	10:45	19:15	64	29.35	7.90	0.10	Fisuras
F2	10:49	18:74	63	28.37	7.60	0.12	Fisuras
F3	10:53	19:80	64	31.80	8.15	0.10	Fisuras

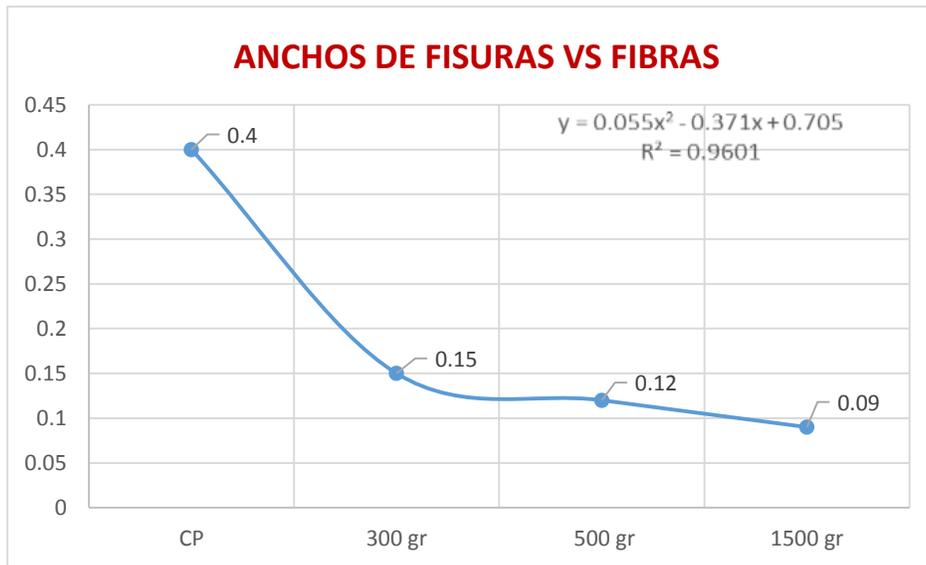
Fuente: Elaboración Propia

TABLA 16: Registro de Observación para Muestra de Concreto con 1500 gramos de Fibras de Ichu

FISURA	HORA DE BROTE	TEMP. DEL AMBIENTE	HUMEDAD RELATIVA DEL AMBIENTE	TEMP. DEL CONCRETO	VELOCIDAD DE VIENTOS	ANCHO DE FISURA (MM)	CLASIFICACIÓN SEGÚN SU ANCHO
F1	11:28	19:15	64	29.25	7.90	0.9	fisuras

Fuente: Elaboración Propia

GRÁFICO 3: Ancho de fisuras más severas por paño.



Fuente: Elaboración Propia

Resumen total de áreas afectadas por fisuras en el pavimento con presencia de ichu.

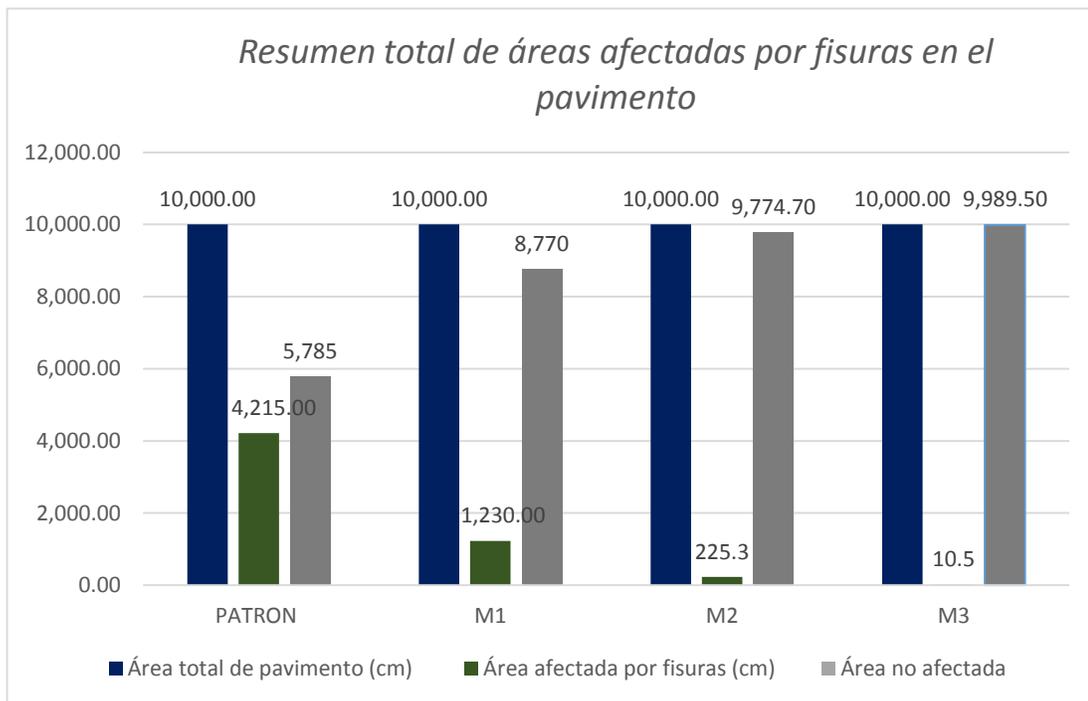
TABLA 17: Resumen total de áreas afectadas por fisuras en el pavimento

DESCRIPCIÓN	ÁREA TOTAL DE PAVIMENTO (CM2)	ÁREA AFECTADA POR FISURAS (CM2)	ÁREA NO AFECTADA (CM2)
PATRON	10,000.00	4,215.00	5,785
M1	10,000.00	1,230.00	8,770
M2	10,000.00	225.30	9,774.7
M3	10,000.00	10.5	9,989.5
Total	40,000.00	5,680.8	34,319.2

Fuente: Elaboración Propia

Se visualiza en la tabla 17 el resumen sobre el total de las áreas afectadas por fisuras donde el concreto patrón se obtiene un área afectada de 4215.00 cm², mientras con adición 300 gr de fibras de ichu disminuye las fisuras con área de 1230 cm², con adición de 500gr se obtiene 225.30cm² y con la adición de 1500gr se obtiene un área de 10.5cm². Se concluye que a más adición de fibra de ichu disminuye las fisuras.

GRÁFICO 4: Resumen de áreas afectadas



Fuente: Elaboración Propia

Pruebas de la capacidad de resistencia a la compresión según el estándar ASTM C39.

Fractura de la muestra después de 7 días de período de curado.

TABLA 18: Resistencia de probeta a los 7 días de curado

N°	Descripción	Carga	Resistencia del Concreto kg/cm ²	Resistencia Requerida del concreto kg/cm ²	% de la resistencia
1	Control de fisuras debido a la retracción en pavimentos con fibras de ichu en su fase plástica.	43602	280	234.7	84%
2		43726	280	236	84%
3		43664	280	236.7	85%
4		43419.7	280	236.7	85%

Fuente: Elaboración Propia

Después de 7 días de proceso de curado, se logra una resistencia máxima del 85.7%, equivalente a 236.70 kg/cm², lo que la sitúa en proximidad de la resistencia necesaria de 280 kg/cm².

GRAFICO 5: Resistencia a los 7 días de curado



Fuente: Elaboración Propia

Del Gráfico 5, se observa que el porcentaje de 85.7% se aproxima a la resistencia necesaria de 280 kg/cm² en términos de resistencia a la compresión.

Fractura de la muestra después de 14 días de período de curado.

TABLA 19: Resistencia de probeta a los 14 días de curado

N°	Descripción	Carga	Resistencia del Concreto kg/cm ²	Resistencia Requerida del concreto kg/cm ²	% de la resistencia
1	Control de fisuras debido a la retracción en pavimentos con fibras de ichu en su fase plástica.	43446.8	280	266.7	95%
2		43718.7	280	267.7	96%
3		43773	280	267	95%
4		44103.4	280	267.7	96%

Fuente: Elaboración Propia

Después de 14 días de proceso de curado, se logró alcanzar el porcentaje más alto de resistencia, que representó un 96%, equivalente a 267.7 kg/cm². Esto indica que la resistencia se acerca significativamente al valor deseado de 280 kg/cm².

GRÁFICO 6: Resistencia a los 14 días de curado



Fuente: Elaboración Propia.

Del Gráfico 6, se puede observar que el porcentaje de 96% se acerca a la resistencia necesaria de 280 kg/cm² en términos de resistencia a la compresión.

Fractura de la muestra después de 28 días de período de curado.

TABLA 20: Resistencia de probeta a los 28 días de curado

N°	Descripción	Carga	Resistencia del Concreto kg/cm ²	Resistencia Requerida del concreto kg/cm ²	% de la resistencia
1	Control de fisuras debido a la retracción en pavimentos con fibras de ichu en su fase plástica.	43855.5	280	305.3	109%
2		43856.9	280	303.3	108%
3		43954.1	280	303.3	108%
4		44001.4	280	304.3	109%

Fuente: Elaboración Propia.

Después de 28 días de período de curado, se alcanza un porcentaje de resistencia máximo del 109%, equivalente a 304.3 kg/cm², lo que se aproxima considerablemente a la resistencia requerida de 280 kg/cm².

GRAFICO 7: Resistencia a los 28 días de curado



Fuente: Elaboración Propia.

En el Gráfico 7, el porcentaje de 109% se aproxima a la resistencia necesaria de 280 kg/cm² en términos de resistencia a la compresión

Contrastación de Hipótesis

Hipótesis Específica 01: “Mejorará la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de Ichu Stipa”.

1. Prueba de normalidad

Planteamiento de la hipótesis

H0: Conserva las reglas sobre la disminución de grietas causadas por la contracción durante la etapa plástica utilizando fibras de Ichu Stipa.

H1: No cumple con las regulaciones para reducir las grietas causadas por la contracción en estado plástico mediante el uso de fibras de Ichu Stipa.

Nivel de signi.: $\alpha=0.05=5\%$

Prueba de estudio: Normalidad

TABLA 21: Prueba de normalidad de la reducción de fisuras.

PRUEBA DE LA NORMALIDAD					
Kolmogorov - smirnov ^a			Shapiro - Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CM	.235	4	.922	4	.546
ME	.307	4	.798	4	.099

Fuente: Elaboración propia

Regla de la decisión: Cuando el valor es menor que 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1); cuando el valor es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H_1).

Interpretación: En la Tabla 21, se nota que el valor de p es 0.099, que es mayor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Esta es la razón por la cual concluyo que el proceso de reducción de fisuras por retracción en estado plástico continúa dentro de los parámetros normales al emplear la fibra de ichu Stipa.

Hipótesis Específica 02: “Mejorará el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de Ichu Stipa”.

2. Prueba de normalidad

Planteamiento de la hipótesis

H0: Conserva la conformidad en el cambio de tiempo en el que aparecen las fisuras por retracción en estado plástico al emplear fibras de Ichu Stipa.

H1: No cumple con la conformidad en el cambio de tiempo en el que aparecen las fisuras por retracción en estado plástico al emplear fibras de Ichu Stipa.

Nivel de signi.: $\alpha=0.05=5\%$

Prueba de estudio: Normalidad

TABLA 22: Prueba de normalidad del cambio de tiempo de aparición de fisuras.

PRUEBA DE LA NORMALIDAD					
Kolmogorov - smirnov ^a			Shapiro - Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CM	.308	4	.876	4	.322
ME	.250	4	.945	4	.683

Fuente: Elaboración propia

Regla de la decisión: Cuando el valor es menor que 0.05, se descarta la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1); si el valor es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula (H_0) y se descarta la hipótesis alternativa (H_1).

Interpretación: En la Tabla 22, se nota que el valor de p es 0.683, que es mayor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Esta es la razón por la que concluyo que el proceso de mejora en el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico continúa dentro de los parámetros normales al utilizar la fibra de Ichu Stipa.

Hipótesis Específica 03: “Mejorará la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de Ichu Stipa”.

3. Prueba de normalidad

Planteamiento de la hipótesis

H0: Conserva la conformidad en la reducción del ancho de las fisuras causadas por retracción en estado plástico al utilizar fibras de Ichu Stipa.

H1: No cumple con la conformidad en la reducción del ancho de las fisuras causadas por retracción en estado plástico al emplear fibras de Ichu Stipa.

Nivel de signi.: $\alpha=0.05=5\%$

Prueba de estudio: Normalidad

TABLA 23: Prueba de normalidad de la variación del ancho de fisuras.

PRUEBA DE LA NORMALIDAD					
Kolmogorov - smirnov ^a			Shapiro - Wilk		
Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
CM	.277	4	.845	4	.209
ME	.294	4	.773	4	.062

Fuente: Elaboración Propia

Regla de la decisión: Cuando el valor es menor que 0.05, la hipótesis nula (H₀) es rechazada y se acepta la hipótesis alternativa (H₁); si el valor es mayor que 0.05, se acepta la hipótesis nula (H₀) y se rechaza la hipótesis alternativa (H₁).

Interpretación: En la Tabla 23, se nota que el valor de p es 0.062, que es mayor que 0.05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula. Esta es la razón por la que concluyo que la mejora en la variación del ancho de las fisuras producidas por la retracción en estado plástico continúa dentro de los parámetros normales al utilizar la fibra de Ichu Stipa.

V. DISCUSIÓN

Un estudio de Nishihara (2019) sobre el control de grietas por contracción plástica de pavimentos rígidos utilizando concreto adicionado con fibras de agave, especialmente en el caso de la vía urbana San Carlos-Huancayo, demostró que las dosis de fibra de Agave Americana L eran de 0.75%. Y 1. 0%, que reduce con éxito las grietas provocadas por la contracción plástica en todas las unidades de los ensayos. En cuanto al porcentaje de adición del 0.5%, se observó la mayor reducción en la manifestación de fisuras provocadas por el encogimiento de la contextura, alcanzando un 20%, a diferencia del concreto estándar sin la incorporación de fibras, el cual no logró cumplir con el objetivo previsto. Con el objetivo de cuantificar la reducción de fisuras en estado plástico en pavimentos de concreto con la adición de fibras de ichu stipa donde las adiciones fueron de 300gr, 500gr y 1500 gr de Fibras de Ichu Stipa los resultados en el diseño de concreto con adición de 300gr se obtuvo 45mm de longitud de fisuras logrando una disminución de 52%, en el diseño de concreto con adición de 500gr se obtuvo 11.5mm de longitud de fisuras que disminuyo las fisuras a un 88% y en el diseño de concreto con adición de 1500gr se obtuvo 0.7mm de longitud de fisuras logrando controlar las fisuras a un 99%, demostrando de esta manera que con la adición de 1500gr se logró disminuir favorablemente la longitud de las fisuras.

La investigación de Huacho (2021) abordó el tema del control de fisuras debidas a la retracción plástica en pavimentos de concreto mediante la incorporación de fibras de polipropileno en Cotabambas, Apurimac, en el año 2021. En esta investigación, se llevaron a cabo pruebas en cuatro secciones (paños) a las cuales se les añadieron cantidades de fibras de polipropileno: 300 gramos, 600 gramos y 1200 gramos. En los resultados obtenidos, en el concreto patrón CP se identificaron 9 fisuras en un lapso de 34 minutos, con una velocidad de 0.26 fisuras por minuto, representando el 100% de la manifestación de fisuras. En el caso del concreto con 300 gramos/m³, se observaron 2 fisuras en un tiempo de 6 minutos, con una velocidad de 0.3 fisuras por minuto. Por otro lado, en los

concretos CF2 con 600 gramos/m³ y CF3 con 1200 gramos/m³, no se registró ninguna fisura, indicando una velocidad de cero fisuras por minuto. Para esta investigación se realizó 4 épafios de concreto para pavimentos rígidof en donde se le adicono 300gr, 500gr y 1500gr de fibras de ichu stipa y se obtuvo los siguientes resultados en cuanto a cuantificar el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por retracción plástica en pavimentos de concreto para el concreto patrón presento 5 fisuras en un tiempo de 55 minutos a una velocidad de 0.09 und/min, para el concreto con 300gr de fibra se presentó 3 fisuras en un tiempo de 17 minutos a una velocidad de 0.17 und/min, para el concreto con 500gr de fibra se presentó 3 fisuras en un tiempo de 10 minutos a una velocidad de 0.3 und/min y para el concreto de 1500gr no se registró tiempo de aparición ni velocidad ya que solo apareció una sola fisura.

Capia (2022), en su indagación propuso el objetivo de establecer un control en las grietas por retracción plástica en pavimentos de llantas en Juliaca, Puno. Además, las dosificaciones de acero reciclado de llantas que se manejan fueron de 30, 20, 10 y 0 kg/m³ de concreto. Los resultados que se logró con las dosificaciones de 10, 20 y 30 consiguieron controlar las grietas por retracción plástica y con el 10 kg/m³ también se puede reducir las fisuras con proporción a la adición de 0 kg/m³, se obtuvieron como en los resultados sobre el tipo de ancho de fisuras concreto patrón se tiene 0.70mm, en 200gr se llega a 0.20mm, 400gr se llega a 0.10mm y 1000gr se llega a 0.10mm, en cuanto a mis resultados se asemeja a sus resultados de ancho de las fisuras ya que para estas investigación se adicono 0g gr que fue el concreto patrón, 300gr, 500gr y 1500gr donde en el concreto patrón se tuvo fisuras de 0.40mm de ancho de fisuras, con adición de 300gr se obtuvo 0.15mm de ancho de fisuras, con adición de 500gr se tuvo 0.12mm de ancho de fisuras y con adición de 1500gr se tuvo 0.09mm reduciendo de esta manera el ancho de las fisuras a medida que se le iba subiendo la dosificación de la fibra.

VI. CONCLUSIONES

- En la presente investigación se tuvo como **objetivo general** “Cuantificar la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de Fibra Ichu”, donde se llevó a cabo la planificación de un concreto permeable con una resistencia especificada de $f'c=280$ kg/cm² destinado a pavimentos, con la adición de 300gr, 500gr y 1500gr de fibras de ichu stipa la cual se obtuvieron los siguiente: con el concreto con la adición de 300gr con una disminución de fisura a 52% al concreto patrón, mientras con la adición de 500gr con una disminución de fisuras de 88% referente al concreto patrón y por último 1500gr hay una disminución de 99% de fisuras referente al concreto patrón.
- Con respecto al **primer objetivo específico**: De la misma manera para ampliar la investigación se propuso “estimar la variación de la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de paja Ichu”, para esta conclusión se tuvo presente los antecedentes en el marco teórico, que si se adiciona fibras de Ichu varían la longitud de las fisuras y se tuvo como conclusión que las fisuras originadas por la retracción plástica, en cuanto al concreto patrón se obtuvo una longitud de 93mm, con la adición de 300gr de Ichu se obtuvo una longitud de 45 mm, con la adición de 500gr de Ichu se obtuvo 11.5mm de longitud y con la adición de 1500gr de adición de Ichu se obtuvo 0.7mm de longitud.
- Con respecto al **Segundo objetivo específico**: Para medir el tiempo de aparición de fisuras se propuso “cuantificar el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de fibra de ichu”, Para esa conclusión se tuvo como material un cronometro para medir los tiempos de aparición de las fisuras por paños donde se verifica las apariciones que a mayor porcentaje de Ichu es menos el tiempo de fisuración para ellos tenemos los siguiente; Tiempos de aparición de fisuras, con el concreto patrón se obtuvo 54 minutos, con 5 fisuras, mientras con la

adición de 300gr de ichu se obtuvo en 17 min con 3 fisuras, con 500gr de ichu se obtuvo en 10 min con 3 fisuras y con adición de 1500gr se obtuvieron en con 1 fisuras.

- Con respecto al **tercer objetivo específico**: Para esta investigación se planteó “precisar la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de paja ichu”. Con los porcentajes del material se verifica que a mayor porcentaje de fibra de ichu disminuye el ancho de fisura para esto se tuvo como conclusiones los siguiente; Los diversos tamaños de fisuras identificados en nuestros diferentes tipos de concreto se presentaron de la siguiente manera, considerando el concreto estándar como referencia se obtuvo 5 fisuras con un ancho de 0.175mm a 0.40mm según su origen se denomina Macro fisuras, con la adición de 300gr de ichu se obtuvo 3 fisuras de 0.10mm a 0.15mm eso se denomina como fisuras, 500gr de ichu se obtuvo 3 fisuras de 0.10mm a 0.12mm a eso se le denomina como fisuras y por ultimo de 1500gr de adición de ichu se obtuvo 1 fisura de 0.09mm se le denomina como fisura.

- Según las mediciones efectuadas en el sitio en los paneles de prueba con la incorporación de fibras de ichu al concreto, se observan dos categorías de fisuras: fisuras convencionales y macrofisuras. Se ha podido determinar que el concreto con la adición de fibras de ichu (stipa) en cantidades de 300g, 500g y 1500g ejerce control sobre el ancho, la longitud y el área de las fisuras generadas por contracción plástica. El valor máximo registrado se obtiene con la incorporación de 1500g de fibra de ichu.

- En investigaciones posteriores, se sugiere considerar la utilización de diversos tipos de materiales, como fibras similares o conchas de abanico, con el propósito de examinar su desempeño en distintas condiciones. Además, se recomienda incrementar la cantidad de material a más de 1500g con el objetivo de obtener mayores beneficios en las propiedades del concreto en estado endurecido, tales como la resistencia a la compresión, entre otros aspectos.

VII. RECOMENDACIONES

- De esta manera se llevó a cabo el proyecto de investigación realizando diferentes dosificaciones de la planta de ichu stipa para poder reducir las fisuras en el concreto se puede recomendar el uso de planta ichu (stipa) ya que reduce las fisuras en pavimentos en estado plástico, en cuanto a 300gr de adición se requiere de un porcentaje mayor para evitar las fisuras en los pavimentos de concreto.
- En cuanto a la adición de ichu (stipa) de 500gr reduce considerablemente las fisuras por contracción plástica, de ello se recomienda a mayor porcentaje de ichu menor son las fisuras que aparecen en los pavimentos ya que gracias a sus características de tener texturas ásperas en sus hojas hacen que al contacto con el concreto fresco este se contrae y evita la aparición de las fisuras al momento que comienza endurecerse.
- Se recomienda el uso de planta ichu (stipa) para disminuir las fisuras en pavimentos causadas por retracción plástica, pero en cuanto mayor porcentaje de ichu en el concreto se dificulta la trabajabilidad con el concreto y eso sería necesario usar aditivos plastificantes y en ende se incrementaría el costo y eso no es recomendable.

REFERENCIAS

- ACEROS AREQUIPA, 2018. Aceros Arequipa en X: «Para realizar el denominado ensayo de compresión o rotura de probetas, se requiere elaborar probetas cilíndricas de 15 x 30 cm. a partir de una muestra de concreto obtenida en la misma obra. #ParaSaberMás visita: <https://t.co/4OV7WpuLFj> <https://t.co/euqhIKZWT1>» / X. [en línea]. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: https://twitter.com/Aceros_Arequipa/status/960890828800610304.
- ALSHAMMARI & GUADAGNINI, 2021. An experimental study on the influence of arid climate on early-age cracking of concrete—A case study of the city of Adrar in Algeria. *AIMS Materials Science*, vol. 8, no. 2, pp. 200-220. ISSN 23720468. DOI 10.3934/MATERSCI.2021014.
- ANSORI, 2015. Propiedades Físicas y Mecánicas Del Concreto. *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* [en línea], vol. 3, no. April, pp. 49-58. [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://document/357226560/Propiedades-Fisicas-y-Mecanicas-Del-Concreto>.
- ARANCIBIA, 2016. Ingeniería y Construcción: Fisuras de Retracción Plástica. [en línea]. [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://facingyconst.blogspot.com/2006/04/fisuras-de-retraccion-plastica.html>.
- ARIAS, 2021. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA. [en línea], [Consulta: 7 abril 2023]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/350072286_TECNICAS_E_INSTRUMENTOS_DE_INVESTIGACION_CIENTIIFICA.
- ARIAS Y COVINOS, 2020. Metodología de la investigación. Métodos y técnicas. , pp. 228.
- BACCHARIS, 2017. Descripción de la flora. ,
- BECKER, 2019. Retracción plástica del hormigón . [en línea]. S.l.: [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://www.doccity.com/es/retraccion-plastica-del-hormigon/5672761/>.
- CCASANI & CARRASCAL, 2021. *UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS*

APLICADAS FACULTAD DE INGENIERÍA PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL. S.I.: s.n.

- CHIRINOS, G.E.V., OCHOA, W.A.A. y APODACA, E.R.G., 2022. Evaluación de la incorporación de microfibras sintéticas de Polipropileno en el hormigón para la disminución de microfisuras y fisuras, y su influencia en la resistencia a la flexión. *Brazilian Journal of Development*, pp. 57388-57403. DOI 10.34117/BJDV8N8-167.
- COLMENAREZ, 2018. Qué es el agrietamiento por contracción plástica? | LinkedIn. [en línea]. S.I.: [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/qué-es-el-agrietamiento-por-contracción-plástica-colmenarez-villegas/?originalSubdomain=es>.
- FERNÁNDEZ, 2019. *Metodología de la Investigación* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- FIRSTPRO, 2018. Cemento Sol - InsumosFirstPro.com. [en línea]. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://insumosfirstpro.com/shop/construccion/cementos/cemento-sol/>.
- HERNÁNDEZ, 2019. *Metodología de la investigación* [en línea]. S.I.: s.n. [Consulta: 14 abril 2023]. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
- HERNÁNDEZ & DUANA, 2019. técnicas e instrumentos de recolección de datos según autores 2019 pdf de ensayo de laboratorio . [en línea], [Consulta: 7 abril 2023]. Disponible en: <https://www.google.com/search?q=técnicas+e+instrumentos+de+recolección+de+datos+según+autores+2019+pdf+de+ensayo+de+laboratorio&source=lmns&bih=625&biw=1366&hl>.
- HUACHO, 2021. *Control de fisuras por retracción en estado plástico en pavimentos de concreto mediante fibras de polipropileno, Cotabambas, Apurímac 2021*. Apurímac: s.n.
- INGENIARC, 2020. FISURAS EN EL CONCRETO POR RETRACCIÓN. [en línea], [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://www.ingeniarc.com/post/fisuras->

en-el-concreto-por-retracción.

- KADOLLPH, 2019. Ichu - FIBRAS TEXTILES - Ichu: características, taxonomía, hábitat, cuidado y usos El ichu (Stipa - Studocu. [en línea]. [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-ricardo-palma/ciencias-sociales/ichu-fibras-textiles/31727767>.
- KIANI, 2019. Application of Different Fibers to Reduce Plastic Shrinkage Cracking of Concrete. [en línea]. [Consulta: 6 mayo 2023]. Disponible en: <https://www.researchgate.net/signup.SignUp.html>.
- LOPE, 2021. *Control de fisuramiento por retracción plástica en pavimentos de concreto usando aditivo resina raquis de plátano, La Convención, Cusco, 2021* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. [Consulta: 15 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/85644>.
- LOZADA, 2017. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica, ISSN-e 1390-9592, Vol. 3, Nº. 1, 2014, págs. 47-50* [en línea], vol. 3, no. 1, pp. 47-50. [Consulta: 21 abril 2023]. ISSN 1390-9592. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749&info=resumen&idioma=ENG>.
- MARTINEZ, 2020. Confiabilidad de los instrumentos opiniones de autores metologos 2020 - Buscar con Google. . S.I.:
- MORENO ET AL, 2020. LO QUE DEBES SABER SOBRE MICROFIBRAS Y MACROFIBRAS PARA INFRAESTRUCTURA - 360 EN CONCRETO. [en línea]. [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://360enconcreto.com/blog/detalle/lo-que-debes-saber-sobre-microfibras-y-macrofibras-para-infraestructura-1/>.
- NISHIHARA, 2019. Control de fisuras por retracción plástica en pavimentos rígidos mediante concretos con adición de fibras de Agave Americana L. Caso: vías urbanas San Carlos - Huancayo. *Repositorio institucional - URP* [en línea], [Consulta: 15 abril 2023]. Disponible en: <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/2198>.
- OLASPERU.COM, 2020. PROPUESTA PERUANA: Fibra de ichu, la nueva fibra de

- vidrio para la fabricación de tablas | Olas Perú, Reporte de mar, Noticias de Surf. [en línea]. [Consulta: 30 enero 2024]. Disponible en: <https://www.olasperu.com/blog/propuesta-peruana-fibra-de-ichu-la-nueva-fibra-de-vidrio-para-la-fabricacion-de-tablas/9019>.
- PALPAICO, 2018. INFORME TÉCNICO. [en línea], [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <http://www.polpaico.cl/wp-content/uploads/HDS-RETRACCIÓN-PLASTICA.pdf>.
- POMBO Y ZERBINO, 2021. Sobre la expectativa de fisuras en un piso industrial de hormigón – Revista Hormigon. [en línea]. [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://revistahormigon.org/sobre-la-expectativa-de-fisuras-en-un-piso-industrial-de-hormigon/>.
- SALAS, 2019. El Ichu – HUANCVELICA EN LA HISTORIA. [en línea], [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://huancavelicaenlahistoria.photo.blog/2019/08/22/el-ichu/>.
- SIKA, 2014. Docificación del concreto con fibras de ichu . [en línea]. S.l.: [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: https://www.google.com/search?q=docificacion+del+concreto+con+fibras+de+ichu++&tbm=isch&ved=2ahUKEwjCib7_wrv.
- TOXEMENT, 2019. Fisuras por Retracción Plástica en el Concreto . [en línea], [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://www.studocu.com/co/document/universidad-de-antioquia/ingenieria-civil/fisuras-por-retraccion-plastica-en-el-concreto/18071371>.
- YUNI & ARIEL, 2017. Técnicas para Investigar Volumen 3 Recursos Metodológicos para la Preparación de Proyectos de Investigación. [en línea], pp. 32-33. [Consulta: 7 abril 2023]. Disponible en: www.editorialbrujas.com.ar.
- ZULOAGA, 2014. «Stipa ichu». *Tropicos.org. Jardín Botánico de Misuri* [en línea], [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Name/25512983>.

ANEXOS

Anexo 1: “Matriz de consistencia: Control de Fisuras por Retracción en Estado Plástico en Pavimentos de Concreto Mediante Fibras Ichu (Stipa), Sihuas, Ancash 2023”

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
GENERAL	GENERAL	GENERAL	INDEPENDIENTE			
<p>En la ciudad de Sihuas se observa por lo general la presencia de fisuras en los pavimentos porque en edades tempranas del fraguado del elemento hay una liberación de calor, como la reacción exotérmica, que produce evaporación del agua y consecuentemente, la pérdida del agua en el concreto. ¿Cuánto reducen las fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto la adición de fibras de paja ichu?</p>	<p>Cuantificar la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de paja ichu</p>	<p>El uso dosificado de paja ichu reducirá las fisuras por contracción en estado plástico de pavimentos de concreto.</p>	<p>Fibras de paja ichu</p>	<p>Longitud de fibras</p>	<p>Microfibras Macro fibras</p>	<p>Laboratorio</p>
				<p>Dosificación de fibras</p>	<p>Dosificación</p>	
				<p>Forma de fibras</p>	<p>Monofilamento Fibriladas</p>	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<p>En la ciudad de Sihuas se observa que en los pavimentos hay variaciones constantes de fisuras en el pavimento causadas por la retracción plástica debido a eso se plantea los siguientes específicos.</p>	<p>Estimar la variación de la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico</p>	<p>Mejorará la reducción de fisuras por retracción en estado plástico de</p>	<p>Fisuras por retracción.</p>	<p>Longitud de fisuras.</p>	<p>Largas Cortas</p>	<p>Laboratorio</p>

<p>¿Cuánto varia la longitud de las fisuras causadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de paja ichu?</p>	<p>de pavimentos de concreto con la adición de paja ichu.</p>	<p>pavimentos de concreto con la adición de fibras de paja ichu)</p>				
<p>En la ciudad de Sihuas hay pavimentos que durante el vaciado del concreto en un tiempo determinado las apariciones de fisuras por el estado plástico y por eso en esta investigación se trata de mejorar el comportamiento del concreto para mejorar con las fibras de paja de ichu. ¿Cuánto cambia el tiempo de aparición de las fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de paja ichu?</p>	<p>Cuantificar el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de paja ichu.</p>	<p>Mejorará el cambio de tiempo de aparición de fisuras originadas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de paja ichu.</p>		<p>Tiempo de aparición de fisuras.</p>	<p>Fraguado inicial Fraguado medio Fraguado final</p>	
<p>En la ciudad de Sihuas hay pavimentos que durante el vaciado del concreto en un tiempo variara el ancho de las fisuras, determinado las apariciones de fisuras por el estado pastico y por eso en esta</p>	<p>Precisar la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción en estado plástico de</p>	<p>Mejorará la variación del ancho de fisuras producidas por la retracción</p>		<p>Ancho de fisuras.</p>	<p>Anchos Intermedias</p>	

investigación se trata de mejorar el comportamiento del concreto para mejorar con las fibras de paja de ichu ¿Cuánto varía el ancho de las fisuras producidas por la retracción en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibras de paja ichu?	pavimentos de concreto con la adición de fibra de paja ichu).	en estado plástico de pavimentos de concreto con la adición de fibra de paja ichu.				
--	--	---	--	--	--	--



PROYECTO : CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION DE ESTADO PLASTICO EN PAVIMENTOS DE CONCRETO, MEDIANTE ICHU (STIPA), SIHUAS - ANCASH

SOLICITADO : BACH. GROWER CHARLES IZAGUIRRE SOLIS

Lugar : SIHUAS - DEPARTAMENTO DE ANCASH

Fecha : 30/07/2023

ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

N°	Fecha Moldeo	Fecha rotura	Edad (días)	Diámetro	Esfuerzo diseño (Kg/cm ²)	Área (cm ²)	Carga Rotura (Kg)	Esfuerzo ensayado (Kg/cm ²)	Porcentaje alcanzado
1	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43664	235	83.9%
2	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43478	234	83.6%
3	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43664	235	83.9%
4	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43850	236	84.3%
5	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43664	236	84.3%
6	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43664	236	84.3%
7	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43849	237	84.6%
8	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43479	235	83.9%
9	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43664	238	85.0%
10	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43481	237	84.6%
11	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43481	237	84.6%
12	23/07/2023	30/07/2023	7	15	280	176.7	43297	236	84.3%

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

MIGUEL ARTURO SOTO VILLANUEVA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 210310

Oficina Principal Jr. Primavera N.º 546, Sucursal Prlg. Pablo Patrón Mz D Lte 25 Huaraz-Ancash



PROYECTO : CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION DE ESTADO PLASTICO EN PAVIMENTOS DE CONCRETO, MEDIANTE ICHU (STIPA), SIHUAS - ANCASH

SOLICITADO : BACH. GROWER CHARLES IZAGUIRRE SOLIS

Lugar : SIHUAS - DEPARTAMENTO DE ANCASH

Fecha : 06/08/2023

ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

N°	Fecha Moldeo	Fecha rotura	Edad (días)	Diámetro	Esfuerzo diseño (Kg/cm ²)	Área (cm ²)	Carga Rotura (Kg)	Esfuerzo ensayado (Kg/cm ²)	Porcentaje alcanzado
1	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43664	268	95.7%
2	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43338	266	95.0%
3	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43338	266	95.0%
4	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43501	267	95.4%
5	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43664	267	95.4%
6	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43991	269	96.1%
7	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43828	268	95.7%
8	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43828	268	95.7%
9	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43664	265	94.6%
10	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	44158	268	95.7%
11	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	44323	269	96.1%
12	23/07/2023	06/08/2023	14	15	280	176.7	43829	266	95.0%

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

MIGUEL ARTURO SOTO VILLANUEVA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 210310



PROYECTO : CONTROL DE FISURAS POR RETRACCION DE ESTADO PLASTICO EN PAVIMENTOS DE CONCRETO, MEDIANTE ICHU (STIPA), SIHUAS - ANCASH

SOLICITADO : BACH. GROWER CHARLES IZAGUIRRE SOLIS

Lugar : SIHUAS - DEPARTAMENTO DE ANCASH

Fecha : 20/08/2023

ROTURA DE TESTIGOS DE CONCRETO

N°	Fecha Moldeo	Fecha rotura	Edad (días)	Diámetro	Esfuerzo diseño (Kg/cm ²)	Área (cm ²)	Carga Rotura (Kg)	Esfuerzo ensayado (Kg/cm ²)	Porcentaje alcanzado
1	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43664	304	108.6%
2	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43951	306	109.3%
3	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43951	306	109.3%
4	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43808	305	108.9%
5	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43664	301	107.5%
6	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	44099	304	108.6%
7	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43954	303	108.2%
8	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	44244	305	108.9%
9	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43664	302	107.9%
10	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43953	304	108.6%
11	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	43953	304	108.6%
12	23/07/2023	20/08/2023	28	15	280	176.7	44098	305	108.9%



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ

MIGUEL ARTURO SOTO VILLANUEVA
INGENIERO CIVIL
CIP N° 210310

Anexo N° 4: ficha técnica de fichas de ichu.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

SikaFiber® PE

FIBRA SINTÉTICA PARA EL REFUERZO DE CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

SikaFiber® PE, es un refuerzo de fibra sintética de alta tenacidad que evita el agrietamiento de concretos y morteros.

SikaFiber® PE está compuesto por una mezcla de monofilamentos reticulados y enrollados.

Durante la mezcla SikaFiber® PE se distribuye aleatoriamente dentro de la masa de concreto o mortero formando una red tridimensional muy uniforme.

USOS

- Losas de concreto (placas, pavimentos, techos, etc)
- Mortero y concreto proyectado (Shotcrete).
- Paneles de fachada.
- Elementos prefabricados.
- Revestimientos de canales.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

La adición de SikaFiber® PE sustituye a la armadura destinada a absorber las tensiones que se producen durante el fraguado y endurecimiento del concreto, aportando las siguientes ventajas:

- Reducción de la fisuración por retracción e impidiendo su propagación.
- Aumento importante del índice de tenacidad del concreto.
- Mejora la resistencia al impacto, reduciendo la fragilidad.
- En mayor cuantía, mejora la resistencia a la tracción y a la compresión.
- La acción del SikaFiber® PE es de tipo físico y no afecta el proceso de hidratación del cemento.

CERTIFICADOS / NORMAS

A los concretos a los que se agregado SikaFiber® PE cumplen con los requerimientos de la norma ASTM C 1116

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	Bolsa de 500 g
Apariencia / Color	Fibra de color crema
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en un lugar seco y bajo techo, en envases bien cerrados.
Densidad	1.17 kg/L

INFORMACIÓN TÉCNICA

Absorción de Agua	< 2%
Resistencia a la Tensión	468 kg/cm ²
Módulo de Elasticidad	15,000 kg/cm ²
Elongación de Rotura	26%
Resistencia a la Alcalinidad	Inerte a los álcalis del cemento, ácidos en general, agua de mar, residuos alimentarios y ganaderos, aceites vegetales. No se pudre y es resistente a hongos y bacterias.

INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Se agrega, en planta o a pie de obra, directamente a la mezcla de concreto o mortero. Una vez añadido el SikaFiber® PE, basta con prolongar el mezclado al menos 5 minutos. No disolver en el agua de amasado.

DOSIFICACIÓN

- Hasta $f'c = 300$ kg/cm², utilizar 600 g de SikaFiber® PE por m³ de concreto.
- Para concretos de alta resistencia, mayores a $f'c = 300$ kg/m², utilizar 1 kg de SikaFiber® PE por m³ de concreto.
- Para mezclas de shotcrete, utilizar de 2 a 8 kg de SikaFiber® PE por m³ de concreto.

LIMITACIONES

SikaFiber® PE no sustituye a las armaduras principales y secundarias resultantes del cálculo. La adición de SikaFiber® PE no evita las grietas derivadas de un mal dimensionamiento y aunque ayuda a controlarlo, no evita las grietas producto de un deficiente curado. La adición de SikaFiber® PE es compatible con cualquier otro aditivo de Sika.

NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe. La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.



Anexo N° 5: Panel fotográfico

Fotografía 01: Recojo de materiales para el preparado del concreto $F_c=280 \text{ kg/cm}^2$



Fotografía 02: Encofrado de los paños para posteriores a ello vaciar el concreto



Fotografía 03: Vaciado de los cuatro paños con el paño patrón y los demás con adición de ichu stipa.



Fotografía 04: El llenado de las probetas para el diseño de concreto 280kg/cm²



Fotografía 5: Proceso de rotura de la briquetas en el laboratorio



Fotografía 6: Proceso de rotura de la briquetas en el laboratorio



Fotografía 7: Aparicion de fisuras



Fotografía 8: Aparicion de fisuras

