



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto
con fibra de lchu para pavimentos rígidos, Huamanga,
Ayacucho, Perú, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Mendoza Chuquitaype, Michel Dennis (ORCID: 0000-0003-2853-7240)

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

A Dios, por bendecirme siempre, y por nunca abandonarme en situaciones complicadas.

A mis padres Guillermo y Julia, por el apoyo incondicional durante toda mi vida, y por siempre creer en mí, a mis hermanos por su apoyo para lograr este objetivo y por ser un buen ejemplo para mí.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada Cesar Vallejo por mi formación académica.

Al ingeniero Carlos Danilo Minaya Rosario por su paciencia y orientación desde el inicio hasta la finalización del presente trabajo.

A mi familia por el apoyo emocional y económico para lograr esta meta.

Y a Dios, por encima de todo.

Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice de contenido.....	iv
Índice tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO.....	5
III. METODOLOGIA.....	13
3.1 Tipo y diseño de la investigación.....	13
3.2 Variables y operacionalización.....	14
3.3 Población, muestra y muestreo.....	15
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección.....	17
3.5 Procedimientos.....	18
3.6 Método de análisis de datos.....	20
3.7 Aspectos éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21
V. DISCUSION.....	45
VI. CONCLUSIONES.....	49
VII. RECOMENDACIONES.....	50
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS.....	56

Índice de tablas

Tabla 1: Muestra de la investigación.....	16
Tabla 2: Granulometria de agregado grueso.....	22
Tabla 3: Granulometria de agregado fino.....	23
Tabla 4: Peso unitario suelto de agregado grueso	24
Tabla 5: Peso unitario compactado de agregado grueso.....	25
Tabla 6: Peso unitario suelto de agregado fino.....	25
Tabla 7: Peso unitario compactado de agregado fino.....	26
Tabla 8: Peso específico de agregado grueso.....	26
Tabla 9: Peso específico de agregado fino.....	27
Tabla 10: Resumen de los agregados.....	27
Tabla 11: Resistencia promedio para diseño de mezcla.....	28
Tabla 12: Volumen unitario del agua para diseño de mezcla.....	28
Tabla 13: Relación agua-cemento para diseño de mezcla.....	29
Tabla 14: Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto.....	30
Tabla 15: Diseño de mezcla final.....	32
Tabla 16: Diseño de mezcla para grupos de prueba.....	32
Tabla 17: Asentamiento de concreto fresco.....	33
Tabla 18: Ensayo a flexión a los 7 días.....	35
Tabla 19: Ensayo a flexión a los 28 días.....	36
Tabla 20: Resumen de ensayos de resistencia a flexión.....	37
Tabla 21: Ensayo a compresión a los 7 días.....	40
Tabla 22: Ensayo a compresión a los 14 días.....	41
Tabla 23: Ensayo a compresión a los 28 días.....	42
Tabla 24: Resumen de los ensayos a resistencia a compresión	43

Índice de figuras

Figura 1: Provincia de Huamanga.....	21
Figura 2: Mapa político del Perú.....	21
Figura 3: Curva granulométrica de agregado grueso.....	23
Figura 4: Curva granulométrica de agregado fino.....	24
Figura 5: Método Cono de Abrams	33
Figura 6: Medición del asentamiento.....	33
Figura 7: Ensayo de asentamiento.....	34
Figura 8: Ensayo a flexión de vigas.....	35
Figura 9: Rotura de vigas.....	35
Figura 10: Grafico de ensayo a flexión a los 7 días.....	36
Figura 11: Grafico de ensayo a flexión a los 28 días.....	37
Figura 12: Progreso de ensayo a flexión a los 7 y 28 días.....	38
Figura 13: Curva de progreso de ensayo a flexión a los 7 y 28 días.....	38
Figura 14: Probetas de concreto	39
Figura 15: Ensayo a compresión	39
Figura 16: Ensayo a compresión a los 7 días	40
Figura 17: Ensayo de compresión a los 14 días.....	41
Figura 18: Ensayo a compresión a los 28 días.....	42
Figura 19: Progreso de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días	43
Figura 20: Evolución de la resistencia a compresión a los 7, 14 y 28 días.....	44

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar cuánto influye la incorporación de Fibra de ichu sobre algunas propiedades físico-mecánicas en un concreto de $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, la metodología fue de tipo aplicada y tuvo un diseño cuasi experimental. Los resultados en cuanto a la trabajabilidad, se verificó la reducción del slump cada vez que se aumentaba más porcentaje de fibra de Ichu, asimismo al incorporar 0.25% y 0.50% de fibra de Ichu al concreto el módulo de rotura aumentó en comparación al patrón sin embargo al adicionar 0.75% de FI el módulo de rotura aumento respecto al patrón, pero se redujo respecto al CFI (0.25%) y CFI (0.50%). En los ensayos de compresión realizados se evidencio una relación inversamente proporcional entre la cantidad de fibra de Ichu y la resistencia a compresión de las probetas ensayadas, pues se redujo al adicionar mayor porcentaje de fibra de Ichu. Se concluyo que la incorporación de fibra de Ichu hacia una mezcla de concreto de 210 kg/cm^2 para pavimento mejoran ciertas propiedades y disminuyen otras, al disminuir el asentamiento del concreto, al aumentar la resistencia a flexión y reducir su desempeño a la compresión.

Palabras clave: Concreto, Ichu, trabajabilidad, compresión, flexión.

ABSTRACT

The present research aims to evaluate how much the incorporation of ichu fiber influences some physical-mechanical properties in a concrete of $f_c = 210 \text{ kg / cm}^2$ for rigid pavements, the methodology was applied type and had a quasi-experimental design. The results in terms of workability, the slump reduction was verified each time more percentage of Ichu fiber was increased, also when incorporating 0.25% and 0.50% of Ichu fiber to the concrete, the modulus of rupture increased compared to the pattern without. However, when adding 0.75% of FI, the modulus of rupture increased with respect to the standard, but decreased with respect to CFI (0.25%) and CFI (0.50%). In the compression tests carried out, an inversely proportional relationship between the amount of Ichu fiber and the compressive strength of the tested specimens was evidenced, as it was reduced by adding a higher percentage of Ichu fiber. It was concluded that the incorporation of Ichu fiber into a 210 kg / cm^2 concrete mix for pavement improves certain properties and diminishes others, by reducing the settlement of the concrete, by increasing the flexural strength and reducing its compression performance.

Keywords: Concrete, Ichu, workability, compression, bending.

INTRODUCCIÓN:

Actualmente el concreto es uno de los materiales más utilizados en el sector construcción por sus propiedades físicas y mecánicas, específicamente en los pavimentos rígidos es muy requerido. Cabe indicar que por diferentes circunstancias este material sufre problemas como hundimiento, fisuras y grietas. Es por ello que hoy en día se emplea la incorporación de fibras a la mezcla del concreto. Las fibras convencionales son de plástico y sintéticas pero debido a la contaminación ambiental, últimamente se vienen investigando y poniendo en práctica a las fibras naturales.

A nivel internacional, distintos países de la región ya han realizado diversos estudios y como resultado han encontrado beneficios a la adición de fibras naturales a la mezcla del concreto para mejorar sus propiedades, entre ellos tenemos a Ecuador, en este país emplearon un compuesto con fibras naturales de cabuya para optimizar las características mecánicas de elementos de concreto armado, también esta Colombia en donde investigaron la incorporación de fibra de bejuco en concreto para pavimentos. Además, en Chile existen antecedentes en las cuales han utilizado fibra de vidrio en hormigón reforzado, con el fin de evaluar su comportamiento mecánico.

Estas nuevas soluciones surgieron en estos países para el desarrollo de infraestructura, ya que es un factor importante para movilizar un país económicamente. Cabe recalcar que últimamente se están utilizando productos naturales como aditivo en distintos tipos de materiales de construcción, esto debido a la contaminación ambiental y al gasto que generan los aditivos sintéticos.

El sistema de infraestructura vial en el Perú está compuesto por pavimentos flexibles y rígidos, cabe resaltar que existe mayor (km) de vías asfaltadas en comparación a concreto, esto debido al menor costo que implica construir los pavimentos flexibles. Enfocándonos en los pavimentos rígidos, estos se vienen construyendo cada vez más en distintas ciudades del Perú, ya que esta estructura tiene mayor vida útil. Sin embargo, por distintas circunstancias de diseño y ejecución algunos proyectos presentan fallas a corto y mediano plazo tales como fisuras, grietas, hundimiento. Es por ello por lo que se utilizan fibras naturales o

sintéticas en la mezcla del concreto para mejorar sus propiedades, además es importante mencionar que las fibras naturales están siendo consideradas de igual forma que las sintéticas.

Ante estas consideraciones, en algunos departamentos como Cajamarca utilizaron la adición de fibra de coco al concreto para evaluar su resistencia obteniendo mejoras en la misma, en Huancavelica realizaron investigaciones para evaluar cuanto influye la fibra de cabuya en concretos de $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 , también en Trujillo colocaron fibras de acero y polipropileno para evaluar el desempeño a la compresión del concreto con buenos resultados.

La provincia de huamanga cuenta con una población de 282194 habitantes (2017), se encuentra a 2700 m.s.n.m, las vías principales y secundarias de esta ciudad presentan diversas fallas en su carpeta de rodadura por diversas circunstancias como exceso paso de vehículos, condición climática, falta de mantenimiento generando inconvenientes en la transición de vehículos, accidentes, estrés para el conductor y para las personas que se trasladan por estas vías.

Es por ello que se buscó encontrar un aditivo natural oriundo de la zona que pueda mejorar las propiedades de un concreto $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ para utilizarlo como carpeta de rodadura. En esta ocasión se adiciono fibras de la planta de ichu en la mezcla de concreto con el objetivo de solucionar el problema de fisuración y agrietamiento que se presentan en las distintas vías de pavimento rígido de esta provincia, asimismo para minimizar el impacto ambiental que causan la fabricación de otros aditivos sintéticos. Es importante recalcar que esta planta altoandina es amigable con el medio ambiente y tiene características biodegradables y ecológicas.

Formulación del Problema

Problema general

¿De qué manera influye la incorporación de Fibra de ichu en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?

Problemas específicos

¿Cuánto influye la incorporación de Fibra de ichu sobre la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimento rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?

¿Cuánto influye la incorporación de Fibra de ichu en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimento rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?

¿Cuánto influye la incorporación de Fibra de ichu en la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?

Por consiguiente, se presenta la justificación de la investigación:

Justificación teórica, respecto a la variable independiente Fibra de Ichu se señala que “Es un material natural de tallo cilíndrico que contiene propiedades físicas, químicas, contenido de humedad. Impermeable, absorción de energía [...]” [1]. Respecto a la variable dependiente: concreto 210 kg/cm², al cual proponemos mejorar sus propiedades físico mecánicas con la adición de esta fibra natural a base de Ichu.

Justificación social, este proyecto fue relevante para la sociedad y particularmente para la ciudad de Huamanga puesto que contribuye con el desarrollo vial en esta provincia, los principales beneficiados son los ciudadanos del lugar ya que tendrán la oportunidad de contar con pavimentos rígidos más adecuados y con un plus pro ambiental gracias a la aplicación de esta fibra natural oriundo de la zona.

Justificación metodológica, esta metodología busca alcanzar y desarrollar los objetivos planteados en esta investigación con ayuda de instrumentos de medición de cada variable. Además, aporta como antecedente y como instrumento de recolección de datos con validez para que otros investigadores puedan utilizarlo o modificarlo según su conveniencia de investigación.

Justificación ambiental, este proyecto fue importante debido a su implicancia ambiental ya que propuso el uso de esta fibra natural el cual abunda en los

alrededores de esta provincia y es de fácil acceso, esto para sustituir las fibras sintéticas con el objetivo de reducir la contaminación ambiental que origina la producción de estos tipos de fibras no naturales.

Hipótesis General

La Aplicación de Fibra de Ichu mejorará las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

Hipótesis Específicas

La Aplicación de Fibra de Ichu mejora la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

La Aplicación de Fibra de Ichu aumenta la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

La Aplicación de Fibra de Ichu aumenta la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Objetivo General

Evaluar la influencia de la fibra de ichu en las propiedades físico mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Objetivos Específicos

Determinar la influencia de la fibra de ichu sobre la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Indicar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Determinar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Huertas y Martínez, (2019), en su investigación su propósito fue estudiar el desempeño del concreto en sus propiedades mecánicas añadiendo fibras naturales de bagazo de caña. La investigación fue de tipo experimental, además se realizaron 4 muestras: una muestra patrón y muestras con 0.4 %, 0.6%, 0.8% de fibra de bagazo de caña de azúcar. Los resultados de la investigación fueron positivos sobre la resistencia a la compresión, ya que mejoraron la misma. Se concluyó que es importante la investigación de nuevos productos naturales que aporten a la optimización de materiales de construcción tradicionales para reducir el impacto ambiental en el mundo, asimismo en esta investigación llegaron a concluir que la dosis del 0.6% de esta fibra vegetal cumplió criterios exigidos en la normativa respecto al desempeño a compresión del concreto y por ello se le considero el % más óptimo.²

Estrella, (2015), en su investigación su objetivo fue: investigar la adición de fibra natural de la planta de cabuya para optimizar ciertas características físico-mecánicas en elementos de concreto armado. La metodología empleada fue de tipo experimental, la población a estudiar esta en la ciudad de Riobamba – Ecuador. Se incorporo 3% de fibra de cabuya en muestras de concreto, estas fibras fueron de 5cm de largo. Los instrumentos utilizados en esta investigación fueron ensayos de tracción, flexión y compresión, al finalizar El desenlace de esta investigación revela que los especímenes de concreto modificados con fibras naturales, lograron optimizar la resistencia a la compresión del 6% y los especímenes de concreto reforzadas con fibras de coco favorecen hacia una mejora del 93% en su desempeño a la flexión, en confrontación con hormigón simple, se concluyó que la aplicación de fibras naturales de cabuya modifica ciertas propiedades mecánicas del concreto³

Muñoz, (2007), en su tesis su objetivo fue: Analizar las características mecánicas de un concreto integrando fibras de vidrio directamente a la mezcla, fue una investigación experimental. Se desarrollo diseños de mezclas para una concreto normal y concretos con distintas dosificaciones de fibra de vidrio. Las propiedades específicas que se estudiaron fueron resistencia a compresión, desempeño a

flexión y docilidad. Todos los experimentos fueron desarrollados en laboratorios de materiales para evaluar sus propiedades. La conclusión de esta investigación fue que la integración de fibra de vidrio optimizó las características mecánicas de un concreto modificado respecto a un concreto patrón, específicamente se observó un mejor comportamiento con el porcentaje mayor de esta fibra.⁴

Medeiros, (2012), en sua tese seu objetivo era estudar o comportamento à fadiga em compressão de diferentes concretos sem fibras e com dois tipos de fibras: polipropileno e aço). Esta tese é teórica-experimental, Os corpos de prova de concreto de alta resistência foram moldados com a mesma dosagem de concreto, e divididos em três tipos denominados C1, C2 e C3. No tipo C1 foi utilizado o concreto sem fibras, no tipo C2 o concreto com fibras de polipropileno, e no tipo C3 o concreto com fibras de aço. As amostras c1, c2 e c3 contêm 0%, 0,56% = 5 kg / m³ e 0,64% = 50 kg / m³, respectivamente. Os ensayos realizados foram: compressão, flexão em três pontos y de fadiga. Observando la resultante de esta investigación, se concluye que el uso de fibras de acero minimiza el efecto de la frecuencia de carga sobre el comportamiento de fatiga en compresión. La vida a la fatiga del concreto con incorporación de fibras de acero fue en promedio cinco veces mayor que la del hormigón sin fibras, mientras que para el hormigón con fibras de polipropileno fue ligeramente superior a que el doble de hormigón sin fibras.⁵

Martinello. (2019), his objective was: comparing the fatigue response of a steel fiber reinforced concrete (SFRC) versus a high performance steel microfiber reinforced concrete (HPFRC) under flexor for different applied dynamic load stresses and their fatigue life; The volumetric fraction of steel microfibers in HPFRC corresponds to approximately 2.0% (150 kg of fibers per m³ of concrete) and the volumetric fraction of fibers used in SFRC corresponds to 0.65% (50 kg of fibers per m³ of concrete). The tests that were carried out were of bending, traction and compression fatigue. The results obtained mention that the crack extension mechanism is independent of the type and fiber content. En conclusión, Teniendo en cuenta el tamaño de las muestras adoptadas, las pruebas estáticas y dinámicas indican una mayor dispersión de los resultados de SFRC en comparación con HPFRC

probablemente debido a un número considerablemente menor de fibras que unen la zona dañada, por lo tanto, variaciones menores en la orientación y distribución de las fibras pueden tener una gran influencia en el comportamiento general.⁶

Zubair, (2017), the objective of this research is to analyze the effects of the incorporation of microcellulose fiber in concrete with respect to bending and tension loads through the use of different amounts of fiber volume. Was of an experimental type, his population and sample were all the test tubes he used for his experiment, The instruments that he used were testing compression, traction and flexion. Part of the results revealed a minimum increase of 6.2% and 6.8% in the compressive strength of the 0.25% "Cxx" and 0.5% "Cxx" design mixtures. Finally, it was verified that the micro cellulose fibers are hydrophilic and generate a decrease in the workability of the concrete, also they do not show any important effect on the compressive strength of the concrete.⁷

Villanueva, (2016), en su tesis su objetivo fue evaluar y calcular la variación de la resistencia del concreto 210 kg/cm² incorporando fibra natural derivado del coco. Esta investigación fue de tipo experimental aplicada, La proporción de fibra fueron del 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0% con un largo de 2.5 cm. Para verificar estas propiedades del concreto fue necesario elaborar cierta cantidad de probetas cilíndricas y vigas prismáticas, luego fueron ensayados y evaluaron su desempeño a compresión y flexión. Por último, la conclusión fue un descenso en la resistencia de las propiedades mecánicas del concreto con fibras de coco.⁸

Huamani y Monge, (2018), su objetivo fue: Evaluar los efectos de la fibra de cabuya en el desempeño mecánico de un concreto con una resistencia a compresión de diseño de 175 kg/cm² y 210 kg/cm². Fue de tipo experimental ya que existen dos variables manipulables los cuales son el concreto y la fibra natural de la planta de cabuya en el concreto. Se realizaron probetas con 4% en volumen de fibra de cabuya adicionados en el diseño, los instrumentos que utilizaron fueron experimentos para evaluar propiedades mecánicas tales como flexión, compresión y tensión. La resistencia a compresión aumenta utilizando fibra de cabuya, generando un significativo ahorro económico.⁹

Beraun, (2017), en su trabajo de investigación su finalidad fue: Averiguar la influencia de la fibra natural derivado de coco en el desempeño a la compresión de un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con distintos porcentajes 0.5%, 1.0% y 1.5%. Esta tesis fue experimental, se realizaron un conjunto de especímenes de concreto, fueron en total 120 especímenes con y sin fibra natural, los instrumentos utilizados fueron los distintos ensayos de compresión que se utilizaron. Como resultado se pudo observar que, a mayor porcentaje de incorporación de este tipo de fibra natural, la resistencia promedio a compresión tiende a reducir. En conclusión, se verifico que la aplicación de la fibra en base a la cascara del coco se puede utilizar en el concreto, pero solo hasta cierto punto sino puedes perjudicar sus propiedades, esta fibra se usa en la construcción en algunos lugares aumentando las propiedades del concreto.¹⁰

Diaz, (2016), Su investigación fue tipo experimental ya que, en el cual estudio a la fibra sintética y fibra natural de origen animal específicamente las plumas de aves a través de un análisis comparativo, para desarrollar sus objetivos se realizaron ensayos de acuerdo con la norma ASTM. Las herramientas de investigación en esta investigación fueron Los distintos experimentos tale como ensayo granulométrico, ensayó de contenido de humedad, ensayo de peso específico a los agregados, además diversos formatos tales como para controlar la resistencia mecánica de los especímenes. En la parte de resultados se pudo verificar que para el concreto modificado con fibra a base de pluma de aves hubo una reducción en su desempeño a la compresión, una de las causas de este fenómeno se produjo por el posible incremento de aire atrapado en el concreto modificado. También se comprobó que el desempeño a compresión del concreto mejorado con fibra sintética en todo momento fue mayor a comparación del concreto mejorado con plumas. Asimismo, se refleja un ligero incremento en el desempeño a flexion en el concreto modificado con fibra sintética y también en el concreto modificado con fibra a base de plumas de aves. Como conclusión se menciona que la incorporación de fibra de plumas de aves impide la formación de fisuras, pero reduce el asentamiento del hormigón y como consecuencia un concreto menos trabajable.¹¹

Mendoza, Aire y Dávila, (2011), Esta investigación de tipo experimental se realizó en los laboratorios del Instituto de Ingeniería de la Universidad Nacional de México, en donde se desarrolló la evaluación del comportamiento del concreto modificado con fibras de polipropileno. El análisis se basó en diseño de mezclas de concreto con dos diferentes tamaños de agregado grueso los cuales fueron 9.5 y 19.0 mm, además cuatro porcentajes de fibra de polipropileno (0, 1, 3 y 5 kg/m³), todo esto para una resistencia nominal a compresión de $F'c = 300$ kg/cm². Los ensayos que se realizaron en esta tesis fueron desempeño a compresión, resistencia al impacto, resistencia a flexión y módulo de elasticidad. Las conclusiones a las que llegue este autor que la inclusión de fibras hasta 5 kg/m³ no modifican de manera significativa en las siguientes propiedades del concreto: desempeño a compresión y módulo de elasticidad. También se menciona que el desempeño a tensión por flexión se altera, pero la tendencia no queda completamente establecida en su totalidad, puesto a que en algunos casos mejora y en otras perjudica.¹²

OSORIO, Varón y Herrera, (2007), En esta investigación se elaboraron probetas de concreto con la incorporación de las fibras retenidas en los tamices N° 1 y 6 (4,76 mm y 3,56 mm respectivamente), cuyo porcentaje fue del 0,5; 2,5 y 5.0 % con respecto al peso del agregado grueso, esto para la fabricación de los especímenes de concreto. Las herramientas que se emplearon para esta investigación fueron los ensayos de granulometría, desempeño a la compresión y ensayo de densidad. Las conclusiones fueron que la fibra natural de bagazo de caña manipulada en la fabricación del concreto imparte propiedades físico mecánicas al compuesto, esto es más notorio en las muestras en donde se incorporó fibra con proporciones de 2.5 y 5.0 %.¹³

Teorías referentes a la investigación

Concreto, es un material de construcción muy utilizado en todo el mundo y evoluciona día a día. En la última década se ha producido una mejora significativa en el concreto, que hoy está aportando soluciones innovadoras, en cuanto a diseño, colocación y valor estético [...].[14]. En la forma simple, el concreto es una mezcla de pasta y agregados, la pasta consiste en cemento Portland y agua, y recubre la superficie de agregados finos y gruesos. Su versatilidad y adaptabilidad, como lo

demuestran los múltiples tipos de construcción en los que se utiliza y el mínimo mantenimiento requerido durante su vida útil [15].

Trabajabilidad, [...] es la propiedad del hormigón fresco que permite trabajarlo, transportarlo, fluirlo, compactarlo y terminarlo [...]. Un hormigón trabajable debe poder mezclarse adecuadamente en la proporción deseada; ser transportado por cualquier medio necesario; poder verterse en la estructura o geometría más complicada sin miedo a no fluir correctamente. También debe lograr una completa compactación y expulsión de aire disminuyendo los posibles huecos en el concreto. [...].[16]

Prueba de Slump, Esta es una de las pruebas más simples para medir la trabajabilidad [...] utilizando equipo de forma cónica en forma de tronco. Tiene un diámetro inferior de 200 mm, un diámetro superior de 100 mm y una altura de 300 mm colocados estratégicamente sobre una placa base no absorbente. El cono se llena en tres capas con concreto, y cada capa se manipula 25 veces con una varilla apisonadora estándar y se levanta el cono con cuidado en menos de cinco segundos [...][17]

Resistencia a la flexión, es un ensayo para medir la capacidad de flexión de una viga de hormigón no reforzado para resistir fallas por momento flector. Generalmente se utilizan muestras estándar ASTM de 4" X4" X14" para las pruebas. Los especímenes se sacan de la sala de curado y se analizan mayormente a los 7; 14 y 28 días.¹⁸

Resistencia a la compresión, [...]es una de las más importantes; de hecho, es la propiedad más importante del hormigón en términos de verificar la aceptabilidad de una amplia gama de prestaciones de estructuras de hormigón [...]. existen dos métodos para determinar la resistencia a la compresión del concreto son cilindros de prueba y cubos. Los códigos y especificaciones nacionales en América del Norte, Francia, Japón, Australia y Nueva Zelanda definen los cilindros como la muestra estándar, mientras que gran parte de Europa y otros recordatorios dependen de la resistencia a la compresión del cubo. [19]

Concreto reforzado con fibra

El número de aplicaciones estructurales en las que se utiliza hormigón reforzado con fibra (FRC) crece continuamente debido a sus propiedades mejoradas, como dureza, ductilidad y comportamiento frágil [...]. Estas propiedades mejoradas se logran mediante las fibras agregadas a la matriz cementosa, que pueden actuar como elementos de transferencia de tensión para controlar el agrietamiento, dando mayor ductilidad, aumentando la resistencia. [...].[20]

Se han utilizado varios tipos diferentes de fibras para reforzar las matrices a base de cemento. La elección de fibras varía desde fibras orgánicas sintéticas como polipropileno, poliéster y polietileno, fibras sintéticas inorgánicas como acero o fibras de vidrio, fibras naturales como madera, bambú, pasto elefante [...] [21].

STIPA ICHU (ICHU)

Definición, conocida también como como paja brava, es un pasto oriundo de la meseta andina sudamericana, esta planta es habitual y crece constantemente en Perú, Argentina, Chile, Ecuador, Colombia, Bolivia, Venezuela, El Salvador, Costa Rica, México. Resiste el clima del altiplano sin ningún problema. ²²

El Ichu o paja Ichu tiene tallos que llegan a medir entre 60-180 cm de altura, sus hojas son rígidas, firmes y erectas. Es un tipo de pasto que tiene como habitat el altiplano andino de América de Sur, posee tallos los cuales pueden medir entre 60-180 cm como altura, además sus hojas son erectas, rígidas y poseen cierta resistencia.²³

Características biológicas del Ichu, “Planta perenne, crece en manojos densos, herbácea, amacollada, erguida y densamente cespitosa, cuyo tallo es de 35 cm a 1.3 m de alto, con más de tres nudos con o sin pelos, entrenudos ásperos al tacto o con pelos, contiene unas hojas con vaina glabra, con pelos blancos de ± 1 mm de largo en el cuello[...], de 30 a 60 cm de largo y menos de 4 mm de ancho” [24]

Aplicaciones del Ichu, principalmente lo usan como alimento para camélidos salvajes y domesticados, también es consumido por el ganado vacuno que habita en esas zonas del altiplano, además es usado para la elaboración de ladrillos de adobe. ²⁵

Fibras naturales como refuerzo

“[...] Dado que el enfoque de la academia y la industria es reducir las emisiones de gases de efecto invernadero relacionados con el hormigón, las fibras naturales han sido un centro de atención debido a sus notables características ecológicas y reciclables. La mayoría de las fibras naturales que se utilizan en el hormigón son fibras vegetales o de madera que están ampliamente disponibles en todo el mundo a un precio mucho más económico [...]” [26]

“[...] inicialmente, las fibras plásticas sintéticas satisfacían los requisitos mundiales de versatilidad y economía, pero sin una evaluación de impacto ambiental. Hoy en día, las consecuencias de este desarrollo fuera de escala sobre el medio ambiente son evidentes, esto ha creado conciencia sobre la importancia del uso de recursos sostenibles como las fibras naturales” [27]

“Existen otras motivaciones para la investigación y desarrollo en el campo de estudio de las fibras naturales y sus derivados [...]. Como ejemplos, podríamos nombrar brevemente la capacidad de absorber contaminantes en determinados fluidos, baja abrasión y el aislamiento térmico -acústico [...]” [28]

El valor medioambiental de las fibras naturales

“Las fibras vegetales tienen varias ventajas en comparación con las fibras sintéticas. Son biodegradables, ligeros, renovables, tienen buenas propiedades mecánicas y son abundantes. Además, no son abrasivos para los equipos de procesamiento, son neutrales en CO₂ y son una importante fuente de ingresos para la población que vive en las zonas rurales [...]” [29]

Los investigadores están considerando muchos aspectos de la adición de fibras, de los cuales un aspecto importante es comprender el uso de fibras especiales a microescala en el concreto. Las fibras especiales (también llamadas fibras especiales de celulosa) son fibras naturales procesadas a base de plantas [...] Mejora de resistencia y adherencia en matriz de hormigón. Para comprender mejor el efecto de la adición de micro fibras de celulosa en el hormigón [30]

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

Tipo de investigación:

La investigación de tipo aplicada tiene como finalidad difundir y aportar conocimiento como soluciones a mediano plazo en el sector productivo o en la sociedad, también es un estudio con aplicación directa, es decir genera soluciones prácticas. Este tipo de investigación tiene un importante valor adicional por el uso de los antecedentes que provienen de una investigación básica, de esta forma se genera una diversificación de conocimiento. Es por ello que este tipo de estudios impacta de manera indirecta en el incremento de nivel de vida de la sociedad o población y aumenta puestos de empleo.³¹

Por consiguiente, la presente tesis fue de **tipo aplicada** debido a que se buscó poner en práctica los conocimientos previos en diseño de mezcla y el uso de fibra natural en el concreto, con el fin de desarrollar un diseño de mezcla óptimo modificado con fibras de Ichu, en base a los resultados encontrados en los ensayos de laboratorio y los criterios de trabajabilidad, compresión y flexión.

Diseño de investigación:

Una investigación de diseño cuasi experimental es aquella que no es completamente experimental. En estos ensayos las unidades de análisis que se utilizan no se eligen de manera al azar, mucho menos de forma aleatoria, ya que estas se eligen de acuerdo con los antecedentes de la investigación.³²

En tal sentido, esta tesis fue **cuasi experimental**, puesto que se manipularán intencionalmente las cantidades de aditivo natural a base de fibra de Ichu directamente en el diseño de mezcla, con la intención de analizar y determinar su contribución en ciertas características mecánicas y físicas del concreto, asimismo, se denomina cuasiexperimental, debido a que el diseño de mezcla para el presente estudio ha sido pre definido (210 kg/cm²) por el investigador, contando con cuatro diseños que corresponden al concreto patrón y a los concretos con aditivo a base de fibra de Ichu en 0.25%, 0.50% y 0.75% del peso del cemento; estas dosis de fibra natural fueron seleccionadas en base a diferentes estudios previos de diversos autores que utilizaron fibras naturales.

3.2. Variable y Operacionalización

Variable de investigación

Una variable puede ser una propiedad o concepto que tenga la característica de variar y cuya variación pueda medirse y observarse, además tiene la capacidad de adquirir distintos valores para ser medido por un instrumento de investigación. Estas variables adquieren validez en la investigación cuando son relacionados con otras variables en las hipótesis, en estas ocasiones se denominan constructos.³³

Variable Independiente: Fibra de Ichu

Definición conceptual:

“[...] perteneciente a la familia Poaceae, además su nombre común es Hiru ichu, paja brava, es una hierba perenne, nativa del oeste de Sur América [...]. Esta cubierta de espiguillas florales rectas, los cuales son notorios los fines de la primavera y a principios del verano. Generalmente alcanza de 20 a 50 cm. de altura formando macollos de hojas delgadas color pardo plumizas, con bordes ásperos, erectas, aciculadas, de 5 a 13 cm. de largo y de 1 a 2 mm., de ancho [...]” [34]

Definición operacional:

Las dosificaciones de fibra de Ichu fueron 0.25%, 0.50% y 0.75% respecto del peso cemento, se emplearon 04 diseños de mezclas, con el objetivo de optimizar propiedades en la resistencia del concreto a compresión y flexión, además mantener su consistencia posteriormente se realizaron 36 probetas cilíndricas y 24 vigas prismáticas para evaluar sus propiedades mecánicas.

Variable Independiente V1: Fibras de Ichu

Variable Dependiente: propiedades del concreto

Definición conceptual:

El concreto en estado endurecido es un material similar a la piedra, este material se obtiene a partir de una mezcla previamente proporcionada de cemento, agregados, agua apropiada y aditivos para concretos en casos especiales. Posteriormente esta mezcla se endurece con las dimensiones especificadas y forma requerida. El cuerpo del material (concreto) está conformado por el agregado fino y grueso, asimismo el cemento y el agua al ponerse en contacto interaccionan

químicamente para mezclar las partículas de los agregados y conformar una masa consistente [...]. además, se pueden elaborar concretos en un amplio rango de propiedades físico mecánicas ajustando correctamente las proporciones de los materiales y a partir de un diseño de mezcla. ³⁵

Definición operacional:

En la presente tesis primero se realizó el ensayo del Asentamiento en el cono de Abrams para los 4 diseños pre establecidos (N, 0.25%, 0.50% y 0.75%) y medir su consistencia para determinar su grado de trabajabilidad de las muestras con el experimento de cono de Abrams, además, se desarrollaron ensayos de Resistencia a la compresión con 4 diseños (N, 0.25%, 0.50% y 0.75%), y se ensayaron a los 7,14 y 28 días y por cada diseño se realizarán 3 muestras, resultando un total de 36 probetas cilíndricas; por ultimo para la Resistencia a la Flexión se realizaron 24 vigas prismáticas, para todos estos casos se midió la calidad del concreto mediante ensayos de laboratorio.

Variable Dependiente V1: propiedades del concreto

3.3. Población, Muestra y muestreo

Población

La población en una investigación científica es un universo de casos, definido, limitado y abordable. Los individuos que forman la población tienen las mismas características, además a partir de este universo se realizará la selección de la muestra, que tiene que cumplir una serie de criterios y características predefinidos. Es importante resaltar, si hablamos de población de estudio, el término no está enlazado directamente a seres humanos, en un universo de estudio también se puede considerar animales, expedientes, hospitales, objetos, materiales, culturas, etc.; para algunos de estos casos, es conveniente emplear un término análogo, como universo de estudio.³⁶

“La población (o universo o población objetivo) es el conjunto completo de individuos a los que se extrapolarán los resultados de la encuesta, en este texto usamos los términos "universo", "población objetivo" y "población" [...]" [37]

El universo estuvo compuesto por todos los pavimentos rígidos que se encuentran en la provincia de Huamanga, Ayacucho – Perú.

Muestra

“En cualquier estudio de investigación, la mejor estrategia es investigar el problema en toda la población. Pero en la práctica, no siempre es posible estudiar a toda la población. Alternativamente, estudiamos una "muestra" que sea suficientemente grande y representativa de toda la población. Una muestra es un subconjunto del universo de estudio, seleccionada para ser representativa de la población más grande. Al tomar una muestra representativa, podemos reducir los costos incurridos, el tiempo necesario para realizar la investigación y también la mano de obra necesaria para realizar el estudio [...]” [38]

En el presente caso, la muestra de la investigación estará conformada por el conjunto de probetas (DxH 10 cm x 20 cm según la norma ASTM C-39) y vigas prismáticas de concreto $F'c= 210\text{kg/cm}^2$, al cual se le añadió fibras de ichu en 0.25%, 0.50% y 0.75% con respecto al peso del cemento.

Los porcentajes que se utilizaron para la dosificación son en base al estudio de Beraun (2018), donde planteó dosificar al 0.50%, 1.00% y 1.50% con fibra natural.

En tal sentido, la norma E-060 nos dice que son 3 probetas por cada ensayo realizado; ante ello, siendo un total de 04 diseños de mezcla (N, 0.25%, 0.50% y 0.75%) y en 03 tiempos diferentes 7, 14 y 28 días, resulta 36 especímenes que fueron ensayadas para obtener un ajuste estadístico óptimo. Asimismo, la muestra son 24 vigas prismáticas que se evaluarán a los 7 y 28 días. (ver tabla n.º 1)

Tabla n.º 1. Muestra de la investigación

DESCRIPCIÓN	Compresión	Flexión	Consistencia (trabajabilidad)
Espécimen sin adición de fibra (muestra patrón)	9	6	1
Espécimen con fibra de ichu 0.25%	9	6	1
Espécimen con fibra de ichu 0.50%	9	6	1
Espécimen con fibra de ichu 0.75%	9	6	1
TOTAL	36	24	4

Fuente: elaboración propia

Muestreo

El muestreo es un proceso de gran validez en toda investigación, mediante este procedimiento el investigador selecciona con criterio las unidades específicas para conseguir la data ayudará a obtener información respecto al universo de investigación.³⁹

Muestreo no probabilístico

En estos tipos de muestreo se eligen las muestras en base a los criterios propios de la investigación en función a los objetivos analíticos personales con respecto a la investigación. Ante estas consideraciones el muestreo no probabilístico se argumenta en el principio de selección del propio investigador en relación a sus objetivos de investigación, también se fundamenta con un juicio adecuado y decisiones objetivadas que juegan un papel importante para la elección de la muestra.⁴⁰

Por ello el muestreo en la presente tesis fue no probabilístico, pues la muestra fue seleccionada con criterios previamente establecidos, además el investigador eligió los ensayos y características propias para la investigación.

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

Esta etapa consiste en seleccionar y justificar las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizaron para el desarrollo de esta investigación. La técnica es el método que se utiliza para recopilar información para encontrar los resultados de la investigación.

Técnicas recolección de datos

Las técnicas de recojo de datos son las diversas estrategias de conseguir datos confiables y válidos. En algunos casos las técnicas son el análisis documental, análisis de contenido y la observación directa con el objetivo de evaluar y verificar el problema planteado. Particularmente cada investigador planteara la técnica a utilizar para su investigación, asimismo cada técnica tiene sus instrumentos de medición.⁴¹

La Técnica, como método de recopilación de datos en esta tesis fueron los ensayos en laboratorio (cuasi experimental = propiedades del concreto), y en base a los Instrumentos su recojo de datos será mediante los ensayos mecánicos y físicos del

concreto según sus indicadores (N, 0.25%, 0.50% y 0.75%), empleando para ello, los laboratorios de tecnología de concreto, los que estarán sujetos a las normas designadas para cada tipo de ensayo.

Instrumentos de recolección de datos

Para una investigación, un instrumento de recolección de data es básicamente cualquier recurso del investigador que le permita y ayude a acercarse al fenómeno y obtener información fiable.⁴²

Los instrumentos de medición cuantitativos que se utilizaron en esta investigación fueron formatos en base a las normas vigentes (NTP Y ASTM) Y ACI 211, en los cuales encontramos los procedimientos de todos los ensayos que se ejecutaron en esta tesis.

- Formato para experimentación de granulometría por tamizado
- Formato para experimentos de peso unitario de agregados (suelto y compactado).
- Formato de experimentación de peso específico y absorción.
- Formato de ensayos de peso unitario y contenido de aire en el concreto fresco.
- Formatos de ensayos de compresión y flexión del concreto endurecido.
- Formato en Excel para diseño de mezcla.

Validez y confiabilidad

La validez, es el grado en que un instrumento de recolección de datos mide con precisión la variable que genuinamente busca medir.⁴³

La confiabilidad es el grado de calidad en que un instrumento obtiene resultados coherentes, fiables y consistentes para la investigación.⁴⁴

Las Normas ASTM C136, ASTM C29, ASTM C127, ASTM C128, ASTM C138, ASTM C231, ASTM C39, ASTM C78, NTP 339.034-11, NTP339.083 Y ACI 211 permitirán resultados con estándares de calidad para la investigación

3.5. Procedimientos

La selección y cantidad de probetas se realizarán de acuerdo con la norma E-060, los 04 tipos de diseños a emplearse, a las cantidades de fibra de Ichu y a los

tiempos que estos deberán de ensayarse en un laboratorio de Tecnología de concreto, donde serán sometidos a los ensayos de Rotura la Compresión, Rotura a la Flexión, y a la trabajabilidad (Slump) según el ACI, para evaluar la mejor opción de resultados.

Recolección de la fibra natural (Stipa Ichu), la materia prima, en otras palabras, esta planta fue ubicado y recolectado en la meseta de Ayacucho, exactamente en el distrito de Chuschi, provincia de Cangallo. Se busco específicamente Ichu en estado maduro, es decir de color amarillento, puesto que son más resistentes. Posteriormente fue llevado a un lugar adecuado donde se realizó su tratamiento para convertirlo en fibra.

Tratamiento al Ichu (Stipa Ichu), para eliminar impurezas que pueden afectar la adherencia de esta fibra en el concreto fue necesario lavarlos con agua y cal. Inmediatamente después fue llevado a la intemperie por dos días para que se puedan secar correctamente. Luego se seleccionaron aquellos que tenían un diámetro de 2-3 mm para cortarlos en fibras de 5 cm.

Recolección de los agregados de cantera, los agregados que se utilizaron para esta investigación fueron de la cantera Muyurina ubicado a las afueras de la ciudad de Huamanga en Ayacucho. Luego de encontrar los agregados para el diseño de mezcla, estos fueron llevados laboratorio MTL GEOTECNIA SAC, ubicado en la ciudad de Lima para realizar los ensayos de experimentación de acuerdo a normas de ASTM y NTP.

Ensayos a los agregados (piedra y arena gruesa), En el laboratorio se procedió a realizar los ensayos necesarios para verificar la calidad del material y encontrar los datos necesarios para realizar nuestros diseños de mezcla. Estos ensayos fueron análisis granulométricos, pesos unitarios, pesos específico y absorción para ambos agregados.

Diseño de Mezcla según el ACI 211, Después de tener los datos de los experimentos realizados a los agregados, seguidamente se realizó el diseño de mezcla según el ACI comité 211, en esta investigación se diseñaron 4 mezclas, un patrón y 3 dosificaciones incorporando fibra de ichu. Para realizar este procedimiento se consideró especificaciones técnicas como la resistencia de diseño del concreto el cual fue de 210 kg/cm², además se consideró una

consistencia plástica, El slump de diseño fue de 4" ya que será una mezcla para pavimentos y se utilizó cemento tipo I.

Ensayos al concreto fresco, teniendo la mezcla se prosiguió a realizar el ensayo de consistencia para determinar la trabajabilidad de la mezcla, según los estándares de calidad de la normativa vigente. Este procedimiento se realizó para todos los diseños de mezcla.

Ensayos al concreto endurecido, para evaluar las propiedades mecánicas del concreto se realizaron ensayos de compresión a los 7, 14 y 28 días y en el caso de flexión a los 7 y 28 días. Estos ensayos fueron en base a la norma ASTM C39 y ASTM C78 respectivamente.

3.6. Método de Análisis de datos

Prospectivo. Para la selección de datos se ejecutará mediante la observación directa, por medio de ellos nos permitirá visualizar cada prueba, ensayado en laboratorio y tomando los apuntes correspondientes, necesarios para nuestros resultados y contrastarlos con la hipótesis.

A criterio del autor esta investigación estuvo compuesta por tres etapas las cuales fueron: recolección de material base, en esta parte se recabo distintos tipos antecedentes similares a nuestro tema de investigación, la segunda etapa fueron los ensayos en el laboratorio y la última etapa fue el análisis de los resultados para concluir y mencionar las respectivas recomendaciones

3.7. Aspectos éticos

Como estudiante de la carrera profesional de Ingeniería Civil, esta tesis se realizó en base a principios y buenos valores tales como la honradez, ética, respeto y confianza de no haber plagiado parte de los trabajos de investigación de otros autores, ya que se respetó sus aportes citándolos en base a las normas planteadas por la Universidad. Finalmente, este proyecto se introdujo a la herramienta web Turnitin para garantizar su autenticidad.

Esta investigación fue redactada de acuerdo a la norma ISO 690, asimismo durante todo su desarrollo se respetó la autenticidad de los distintos autores que tomamos como referencia y como antecedentes.

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021”

Ubicación política de la zona de estudio:

Región: Ayacucho

Provincia: Huamanga

Distrito: Ayacucho



Figura N° 1: Provincia de Huamanga

Fuente: elaboración propia



Figura N° 2: Mapa político del Perú

Fuente: elaboración propia

Acceso a la zona de estudio:

Para acceder al distrito de Ayacucho de la provincia de Huamanga, existen medios de transporte urbanos desde el Aeropuerto Nacional Alfredo Mendivil Duarte o desde cualquier Terrapuerto de Huamanga.

Resultados de los ensayos en el laboratorio de la respectiva tesis:

- Granulometría de agregados ASTM C136

AGREGADO FINO:

CANTERA: MUYURINA

Procedimiento:

Los agregados fueron recolectados de la cantera Muyurina después de llevar la muestra del agregado al laboratorio de materiales se procedió a secarlo con ayuda de un horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$, luego se pesa en una balanza calibrada para llevarlo a una serie de tamices para encontrar los retenidos en cada tamiz o malla fueron pesados en la balanza calibrada.

PESO INICIAL HUMEDO (g) : 792.6

% W = 1.5

PESO INICIAL SECO (g) : 780.6

MF = 2.93

Tabla n.º 2. Granulometría de agregado grueso.

MALLAS	ABERTURA	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	ASTM C 33
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº 16	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 60
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05 - 30
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0 - 0

Fuente: Elaboración propia.

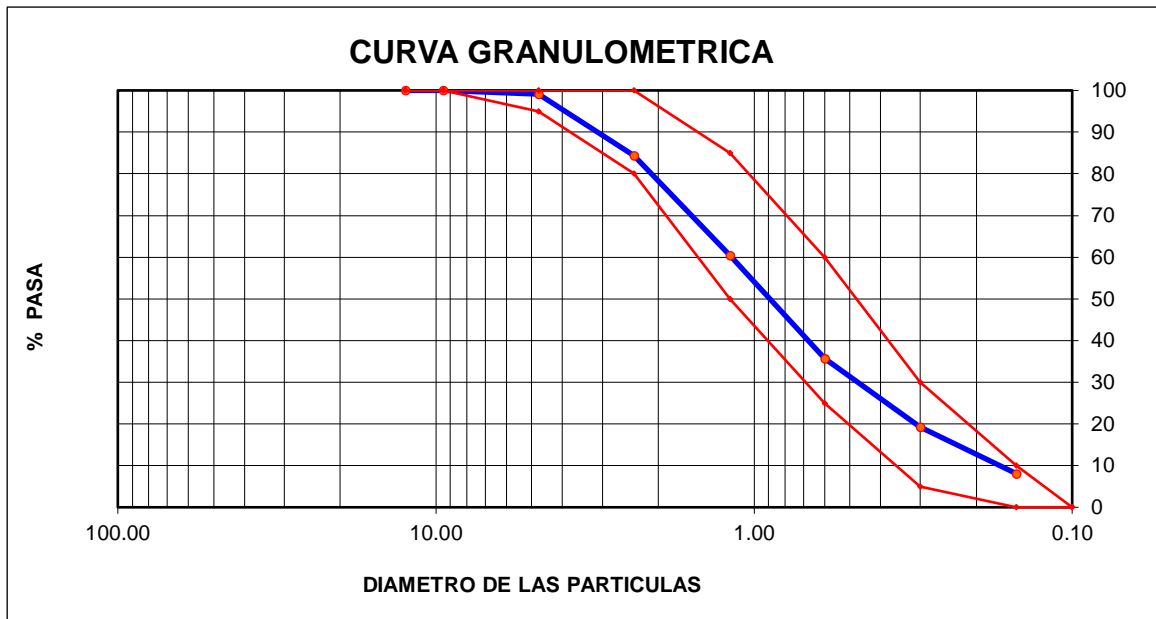


Figura N° 3: Curva granulométrica de agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

AGREGADO GRUESO:

CANTERA: MUYURINA

PESO INICIAL HUMEDO (g) : 1832.0

% W = 0.1

PESO INICIAL SECO (g) : 1830.0

MF = 6.83

Tabla n.º 3. Granulometría de agregado fino.

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4	90 - 100
1/2"	12.50	896.0	49.0	53.6	46.4	---
3/8"	9.53	458.0	25.0	78.6	21.4	20 - 55
Nº 4	4.76	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			

Fuente: elaboración propia

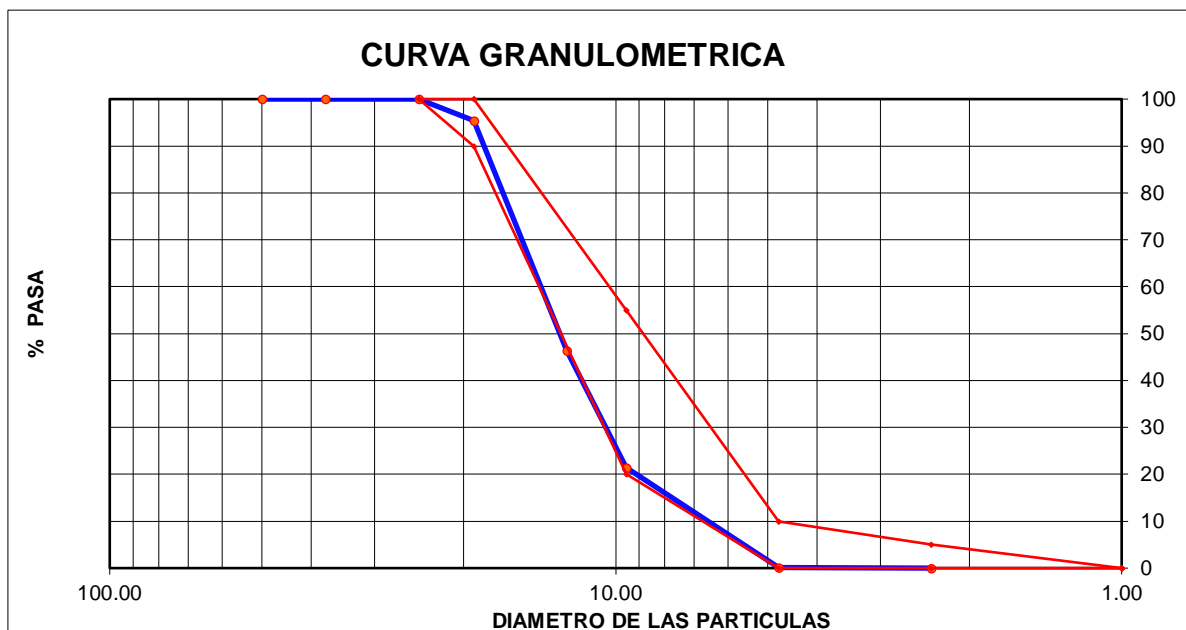


Figura N° 4: Curva granulométrica de agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso unitario suelto y compactado de agregados**

Peso unitario suelto de agregado grueso de acuerdo al ASTM C29, el procedimiento para este ensayo es primero contar con un recipiente de 0.014 m³ y una balanza calibrada, luego se procede a pesar solo el recipiente, después se le agrega el agregado grueso al recipiente hasta su superficie y nivelar con ayuda de una vara metálica. Luego de ello se pesa el recipiente lleno, este procedimiento se realizaron con tres muestras.

Tabla n.º 4. *Peso unitario suelto de agregado grueso*

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6012	5989	6005
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3649	3626	3642
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.322	1.314	1.320
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.318		

Fuente: elaboración propia

Peso unitario compactado del agregado grueso según los parámetros del ASTM C29, el recipiente a utilizar es el mismo que se utilizó para el PUS y el procedimiento es parecido, lo que cambia es al momento de llenar el recipiente con la muestra este se tiene que realizar en 3 capas y a cada capa se le dio 25 golpes en movimiento de espiral. De igual forma se hacen 3 ensayos iguales para 3 muestras diferentes.

Tabla n.º 5. *Peso unitario compactado de agregado grueso*

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6614	6596	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4251	4233	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.540	1.534	1.530
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.535		

Tabla n.º 3. *Granulometría de agregado fino.*

Peso unitario suelto del agregado fino según los parámetros del ASTM C29, primero se debe contar con un recipiente con capacidad de volumen de 0.0028 m³, como segundo paso se pesó el recipiente vacío y también el recipiente lleno de agregado fino en la balanza calibrada, este procedimiento se realizó tres veces para muestras distintas.

Tabla n.º 6 *Peso unitario suelto de agregado fino*

MUESTRA N°			M - 1	M - 2	M - 3
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6596	6615	6587
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4233	4252	4224
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.534	1.541	1.530
PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO		g/cc	1.535		

Fuente: elaboración propia

Peso unitario compactado del agregado fino según el ASTM C29, El recipiente que se debe utilizar es el mismo que se utilizó para el PUS, el procedimiento básicamente es igual al PUS solo con la variación al momento de colocar la arena en el recipiente, pues en este caso se llena en tres capas y a cada capa se le da 25 golpes y finalmente se pesa en la balanza.

Tabla n.º 7 *Peso unitario compactado de agregado fino*

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	7196	7215	7211
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4833	4852	4848
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.751	1.758	1.757
PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO		g/cc	1.755		

Fuente: elaboración propia

- Peso específico de agregado grueso ASTM C 127, El procedimiento para este ensayo es primero es secar la muestra a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$, como segundo paso se procede a enfriarlo en un ambiente ventilado por un tiempo de 1 a 3 horas, seguidamente como tercer paso se sumergió el agregado al agua a temperatura de ambiente por un tiempo de 20 a 24 horas aproximadamente, Después como cuarto paso se saca la muestra del agua y se comenzó a remover en una tela absorbente, luego se determinó la masa de la muestra en el aire en su estado SSD, seguidamente se colocó la muestra en una canastilla y se determinó la masa aparente de la muestra en agua a $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$, Seguido a ello se secó la muestra a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}$ y finalmente se determinó la masa de la muestra seca. Este procedimiento se hizo para 2 muestras y se sacó un promedio.

Tabla n.º 8 *Peso específico de agregado grueso*

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla A	g	1590.0	1572.0	1581.0
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca B	g	2536.0	2508.0	2522.0
3	Peso muestra Seco C	g	2511.0	2483.0	2497.0
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = B/B-A	g/cc	2.68	2.68	2.68
5	Peso específico de masa = C/B-A	g/cc	2.65	2.65	2.65
6	Peso específico aparente = C/C-A	g/cc	2.73	2.73	2.73
7	Absorción de agua = ((B -C)/C)*100	%	1.0	1.0	1.0

Fuente: elaboración propia

- Peso específico de agregado fino ASTM C 128, la muestra de agregado se coloca en agua para puntualmente llenar los vacíos o poros, luego se retira del agua, seguidamente se seca el agua superficial y se calcula su masa. Luego ubicamos la muestra en un recipiente graduado y el volumen de la muestra se calculó mediante el método volumétrico, posteriormente la muestra se llevó al horno para secarlo y nuevamente se determinó la masa. Teniendo valores de la masa, mediante fórmulas se calculó la absorción y gravedad específica de la muestra.

Tabla n.º 9 *Peso específico de agregado fino*

MUESTRA Nº			M - 1	M - 2	PROMEDIO
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	981.98	981.5	981.7
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	671.26	669.8	670.5
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.72	311.7	311.2
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/cc	663.9	662.3	663.10
5	Peso del Balón N° 2	g/cc	171	169.8	170.40
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/cc	492.9	492.5	492.70
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.2	498.2	497.7
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))		g/cc	2.64	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))		g/cc	2.68	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/[(V-W)- (500-A)])		g/cc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCION (%) [(500-A)/A*100]		%	1.5	1.5	1.5

Fuente: elaboración propia

- DISEÑO DE MEZCA SEGÚN ACI 211.1

Tabla n.º 10. *Resumen de los ensayos de los agregados*

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS		
PROPIEDADES	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO
MÓDULO DE FINEZA	2.93	6.83
PESO UNITARIO SUELTO (KG/M3)	1535	1318
PESO UNITARIO COMPACTADO (KG/M3)	1755	1535
PESO ESPECÍFICO (G/CM3)	2.64	2.65
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	1.5	0.1
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.5	1
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		3/4"

Fuente: elaboración propia

Cemento: Sol Tipo I

PASO 1°, Determinación de la resistencia promedio para el diseño

De acuerdo al ACI 211 existen tres maneras de calcular la resistencia a la compresión promedio requerida (f'_{cr}), de las cuales en las dos primeras es necesario contar con el dato de desviación estándar y en la última se utiliza solo una tabla para su cálculo. Debido a no tener registros de desviación estándar se utilizó la siguiente tabla.

Tabla n.º 11. Resistencia promedio

Resistencia promedio a la compresión (kg/cm ²)	Resistencia promedio requerida a la compresión (kg/cm ²)
$f_c < 210$	$f'_{cr} = f_c + 70$
$210 \leq f_c \leq 350$	$f'_{cr} = f_c + 84$
$f_c > 350$	$f'_{cr} = f_c + 98$

Fuente: Enrique Riva L. "Diseño de mezclas",, pág. 57.

Por tal sentido la f'_{cr} para un concreto de 210 kg/cm² resulto 294kg/cm², ya que se utilizó el factor 84 kg/cm².

PASO 2° Determinar asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" a 2"
Plástica	3" a 4"
Fluida	>= a 5"

Para el diseño de mezcla en esta investigación se considero una consistencia plastica como consecuencia un asentamiento de 3" a 4".

PASO 3° Calculo de la cantidad de agua de mezclado

Tabla n.º 12 . Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua, en lit/m ³ , para los tamaños máximo nominales de agregados grueso y consistencias indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154

Fuente: Diseño de mezclas, pág. 78.

En función a un asentamiento de 3" a 4" y a un tamaño máximo nominal, se obtuvo un volumen unitario de 205 lt/m³.

PASO 4° Cálculo del aire atrapado

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

PASO 3° Relación agua cemento (a/c)

Tabla n.° 13. Relación agua-cemento por resistencia

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'cr) (Kg/cm ²)	Relación Agua – Cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: Enrique Riva L. "Diseño de mezclas", pág. 91.

Habiendo considerado un concreto sin aire incorporado debido que en la ciudad de Huamanga la temperatura promedio escasas veces tiende a estar bajo cero. Finalmente interpolamos la relación a/c para un f'cr de 294kg/cm² lo cual nos resultó 0.56.

PASO 4° Cálculo de la cantidad de cemento.

$$Cant. de cemento = \frac{Cant. de agua \left(\frac{l}{m^3} \right)}{R \frac{a}{c}} = \frac{205 \left(\frac{lt}{m^3} \right)}{0.56} = 366.07 \text{ kg/m}^3$$

PASO 5° Determinar la cant. de agregado grueso

Tabla n.º 14. Peso del agregado grueso por unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de finza del fino (b/b _o)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Enrique Riva L. "Diseño de mezclas", pág. 118.

En función al tamaño máximo nominal (3/4") del agregado grueso y el módulo de finza del fino de 2.93 se obtuvo un coeficiente b/b_o de 0.607 mediante interpolación. Seguidamente encontramos la cantidad de agregado grueso habiendo tenido como dato previo un peso unitario compactado de 1.535 gr/cm³.

$$Cant. de Agreg. grueso = \left(\frac{b}{b_o}\right) * Peso unitario compactado = 0.607 * 1535 \frac{kg}{m^3}$$

$$Cant. de Agreg. grueso = 931.75 \frac{kg}{m^3}$$

PASO 6° Calculo de cantidad de agregado fino

$$Volumen absoluto = \frac{Peso seco}{peso especifico}$$

$$Cemento = \frac{366.07 \frac{kg}{m^3}}{3.12 \frac{gr}{cm^3} * 1000} = 0.117 m^3; A. grueso = \frac{366.07 \frac{kg}{m^3}}{2.65 \frac{gr}{cm^3} * 1000} = 0.352 m^3$$

$$\text{Aire} = 0.02 \text{ m}^3;$$

$$\text{Agua} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.694 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del agregado fino} = 1 \text{ m}^3 - 0.694 \text{ m}^3 = 0.306 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso seco del agreg. fino} = \text{Vol. agreg. fino} \times \text{peso especifico} = 0.306 \text{ m}^3 * 2640 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 807.84 \text{ kg}$$

PASO 7° Presentación de diseño en estado seco

$$\text{CEMENTO} = 366.07 \text{ KG/M}^3$$

$$\text{AGREGADO FINO} = 807.84 \text{ KG/M}^3$$

$$\text{AGREGADO GRUESO} = 931.75 \text{ KG/M}^3$$

$$\text{AGUA} = 205 \text{ KG/M}^3$$

PASO 8° Corrección por Humedad

$$\text{Peso de agreg. humedo} = \text{peso agreg. seco} \times (1 + \% \text{ de contenido de humedad})$$

$$\text{Agreg. Fino} = 807.84 * (1 + 1.5\%) = 819.957 \text{ kg}$$

$$\text{Agreg. Grueso} = 931.75 * (1 + 0.1\%) = 932.682 \text{ kg}$$

PASO 9° Corrección por absorción

$$\text{Aporte de Hum. de agreg.} = \text{Peso agreg. seco} \times (\% \text{ cont. de hum.} - \% \text{ absorcion})$$

$$\text{agreg. Fino} = 819.957 \times (1.5\% - 1.5\%) = 0$$

$$\text{agreg. Grueso} = 932.682 \times (0.1\% - 1.0\%) = -8.394$$

$$\text{Agua libre} = -8.394 \text{ lt.}$$

$$\text{Por lo tanto el agua efectiva fue } 205 - (-8.394) = 213.394 \text{ lt.}$$

PASO 10° Corrección de cemento

$$\text{Cant. de cemento} = \frac{\text{Cant. de agua} \left(\frac{\text{l}}{\text{m}^3} \right)}{R \frac{a}{c}} = \frac{213.394 \left(\frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \right)}{0.56} = 381.06 \text{ kg/m}^3$$

Diseño de mezcla final

Tabla N° 15: *Diseño de mezcla final*

Material	Pesos secos (kg/m ³)	Pesos corregidos (kg/m ³)	Proporción de diseño en peso por bolsa
Cemento	366.07	381.06	1
Agregado fino	807.84	819.96	2.1
Agregado grueso	931.75	932.68	2.78
Agua	205	213.39	23.8

Fuente: Elaboración propia.

Diseño de mezcla para los grupos de prueba

Tabla N° 16: *Diseño de mezcla para grupos de prueba*

Materiales	Concreto patrón	Concreto con fibra de Ichu		
	CP	0.25 % x peso de cemento	0.50 % x peso de cemento	0.75 % x peso de cemento
Cemento	381.06 kg/m ³	381.06 kg/m ³	381.06 kg/m ³	381.06 kg/m ³
Agregado fino	819.96 kg/m ³	819.96 kg/m ³	819.96 kg/m ³	819.96 kg/m ³
Agregado grueso	932.68 kg/m ³	932.68 kg/m ³	932.68 kg/m ³	932.68 kg/m ³
Agua	213.39 kg/m ³	213.39 kg/m ³	213.39 kg/m ³	213.39 kg/m ³
Fibra de Ichu	0 kg/m ³	0.95 kg/m ³	1.91 kg/m ³	2.86 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

Objetivo 1:

Evaluar la influencia de la fibra de ichu sobre la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Después de haber calculado las proporciones para los cuatro diseños de mezcla: a) concreto patrón (CP), b) CP+0.25% ICHU, c) CP+0.50% ICHU y d) CP+0.755% ICHU. Se realizaron ensayos para medir la consistencia del concreto fresco mediante el método del Cono de Abrams de acuerdo a la normativa NTP339.035. Luego conseguir la muestra en estado fresco se procede a humectar el cono para colocarlo en una superficie plana, metálica y no absorbente. Posteriormente fijamos

el cono con nuestros pies para llenarlo de concreto en tres capas de igual volumen, asimismo estas capas fueron compactadas con 25 varilladas de forma helicoidal. Después de aproximadamente 10 segundos se retiró el molde de forma vertical para medir la diferencia entre la altura del cono y la altura del concreto fresco. Este procedimiento se realizó a los cuatro diseños de mezcla.



Figura N° 5: Método Cono de Abrams

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 6: Medición del asentamiento

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: Asentamiento del concreto fresco

Dosificación con fibra de Ichu	SLUMP (pulgadas)	consistencia
Patrón	4.5	plástica
0.25% Ichu	4	plástica
0.50% Ichu	3.5	plástica
0.75% Ichu	3	plástica

Fuente: Elaboración propia.

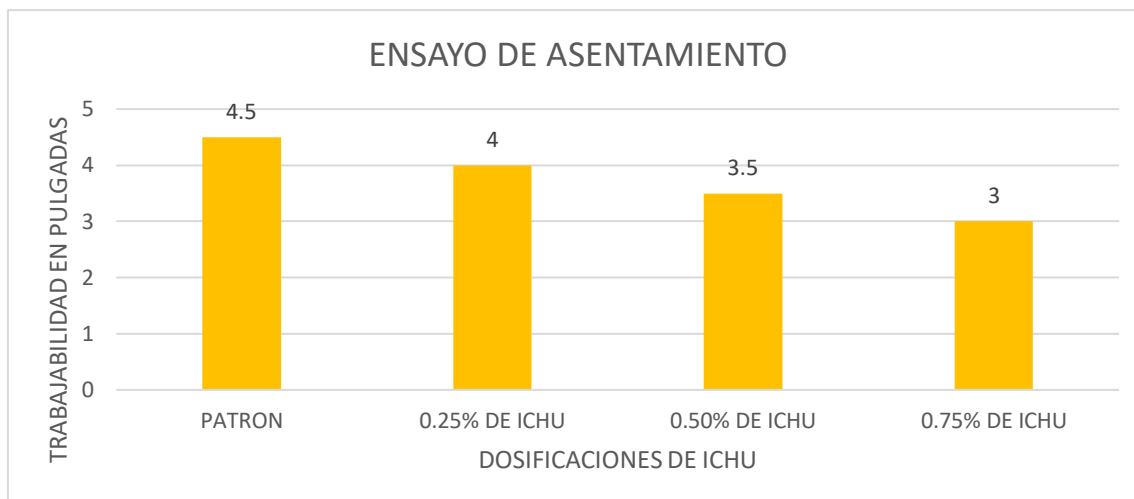


Figura N° 7: Ensayo de asentamiento

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según los resultados que se dieron en las pruebas de Cono de Abrams, se dedujo que cada vez que se incorpora mayor porcentaje de fibra de Ichu el SLUMP va reduciendo. La muestra patrón resultó 4 ½”, la dosificación con 0.25% de Ichu dio 4”, la dosificación con 0.50% de Ichu dio 3 ½” y la última muestra con 0.75% de Ichu resultó 3”. Si bien el Slump se reduce hasta 3” con la mayor cantidad de fibra de Ichu, también se puede verificar que la consistencia del concreto sigue siendo plástica hasta la última dosificación de la tesis, por ello la trabajabilidad del concreto con fibra de Ichu no se altera drásticamente y no es un inconveniente para la práctica en vaciado de concreto para pavimentos.

Objetivo 2:

Evaluar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Con el fin de comparar el desempeño de esta propiedad se desarrollaron ensayos de flexión a las vigas primaticas cuyas medidas fueron 10 cm de alto, 10 cm de ancho y 35 cm de longitud, los parámetros utilizados estuvieron alineados a la NTP 339.078 y ASTM C78 para obtener resultados válidos. El procedimiento fue retirar los especímenes del pozo de curado, seguidamente dejar orear y secar para verificar sus medidas, luego se colocaron todas las vigas independientemente dentro de la maquina hidráulica calibrada. Las vigas fueron sometidas a cargas constantes a los tercios de luz libre entre apoyos, inmediatamente después de la

rotura se anotó la carga máxima de cada viga ensayada. Finalmente se calculó el módulo de rotura.



Figura N° 8: Ensayo a flexión de vigas

Figura N° 9: Rotura de viga

Fuente: Elaboración propia.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 18: Ensayo a flexión a los 7 días

N° de viga	% de ICHU	Edad en días	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga máxima (kgf)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio a flexión (kg/cm ²)
1	0%	7	10	10	30	1139	34.2	34.7
2		7	10	10	30	1175	35.3	
3		7	10	10	30	1159	34.8	
4	0.25%	7	10	10	30	1204	36.1	36.4
5		7	10	10	30	1219	36.6	
6		7	10	10	30	1218	36.5	
7	0.50%	7	10	10	30	1287	38.6	38.9
8		7	10	10	30	1292	38.8	
9		7	10	10	30	1311	39.3	
10	0.75%	7	10	10	30	1175	35.3	35.5
11		7	10	10	30	1192	35.8	
12		7	10	10	30	1182	35.5	

Fuente: Elaboración propia.

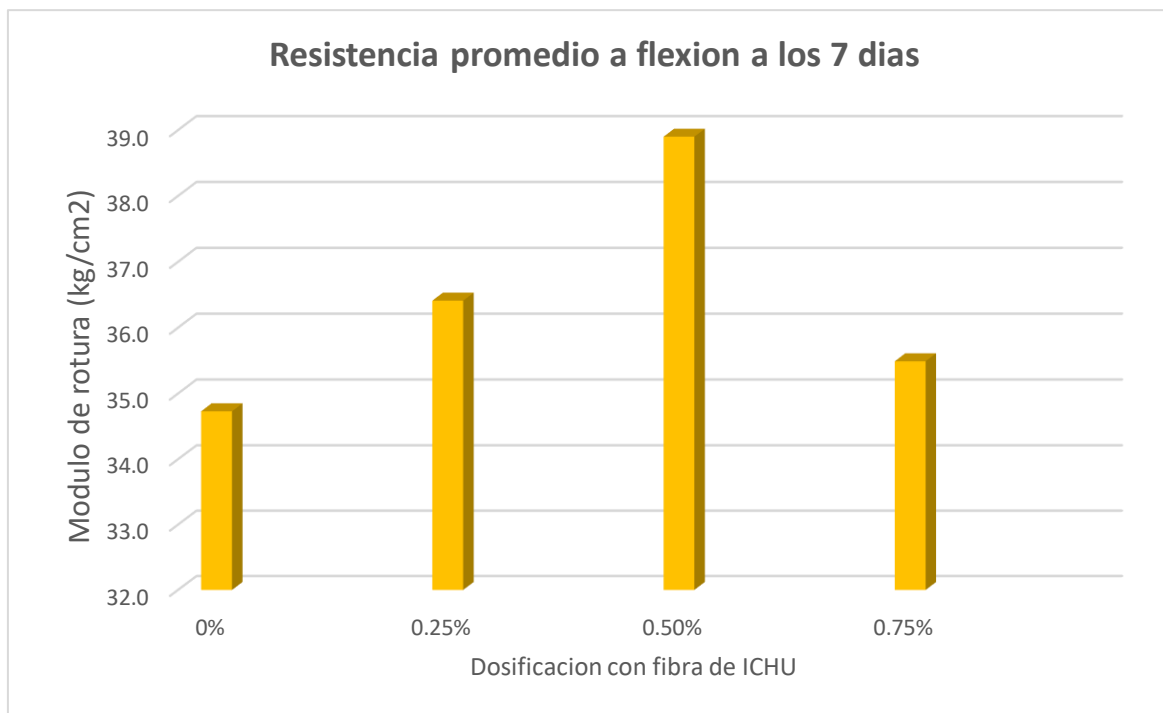


Figura N° 10: Gráfico de ensayo a flexión a los 7 días.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 19: *Ensayo a flexión a los 28 días.*

N° de viga	% de ICHU	Edad en días	Ancho (cm)	Altura (cm)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga máxima (kgf)	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	Resistencia promedio a flexión (kg/cm ²)
1	0%	28	10	10	30	1382	41.5	40.6
2		28	10	10	30	1340	40.2	
3		28	10	10	30	1338	40.1	
4	0.25%	28	10	10	30	1425	42.8	42.5
5		28	10	10	30	1402	42.1	
6		28	10	10	30	1419	42.6	
7	0.50%	28	10	10	30	1521	45.6	45.7
8		28	10	10	30	1513	45.4	
9		28	10	10	30	1537	46.1	
10	0.75%	28	10	10	30	1392	41.8	42.0
11		28	10	10	30	1399	42.0	
12		28	10	10	30	1407	42.2	

Fuente: Elaboración propia.

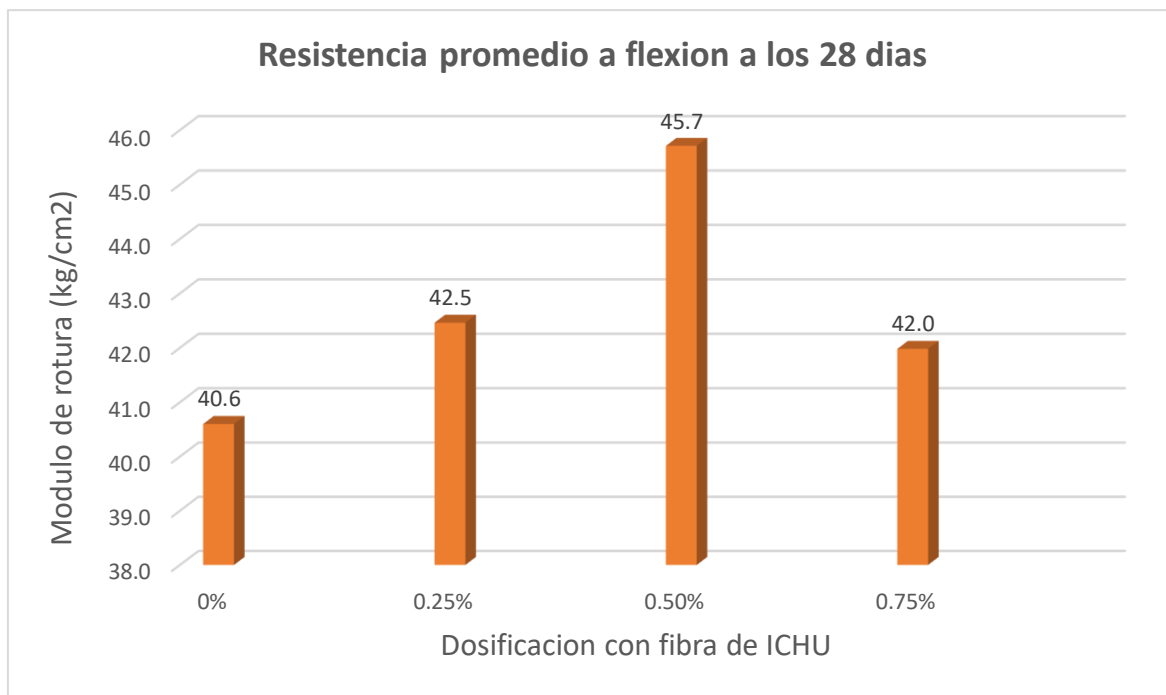


Figura N° 11: Gráfico de ensayo a flexión a los 28 días.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De acuerdo a los resultados de ensayo a flexión realizados a las viguetas se calcularon las siguientes resistencias a flexión promedio. A los 7 días, para el caso del concreto patrón fue 34.7 kg/cm², en el CFI (0.25%) fue 36.4 kg/cm², en el CFI (0.50%) fue 38.9 kg/cm² y por último para el CFI (0.75%) fue 35.5 kg/cm². La evaluación a los 28 días dio para el concreto patrón una resistencia de 40.6 kg/cm², en el CFI (0.25%) fue 42.5, en el CFI (0.50%) fue 45.7 kg/cm² y en el CFI (0.75%) fue 42.0 kg/cm². Asimismo, se pudo observar que al incorporar 0.25% y 0.50% de fibra de Ichu al concreto el módulo de rotura aumentó en comparación al patrón sin embargo al adicionar 0.75% de FI el módulo de rotura aumenta respecto al patrón, pero se redujo respecto al CFI (0.25%) y CFI (0.50%). Para un mejor entendimiento ver la siguiente tabla y gráfico.

Tabla N° 20: Resumen de la resistencia a flexión a 7 y 28 días

Dosificación con Ichu	Módulo de rotura promedio (kg/cm ²)	
	7 días	28 días
0%	34.7	40.6
0.25%	36.4	42.5
0.50%	38.9	45.7
0.75%	35.5	42.0

Fuente: Elaboración propia.

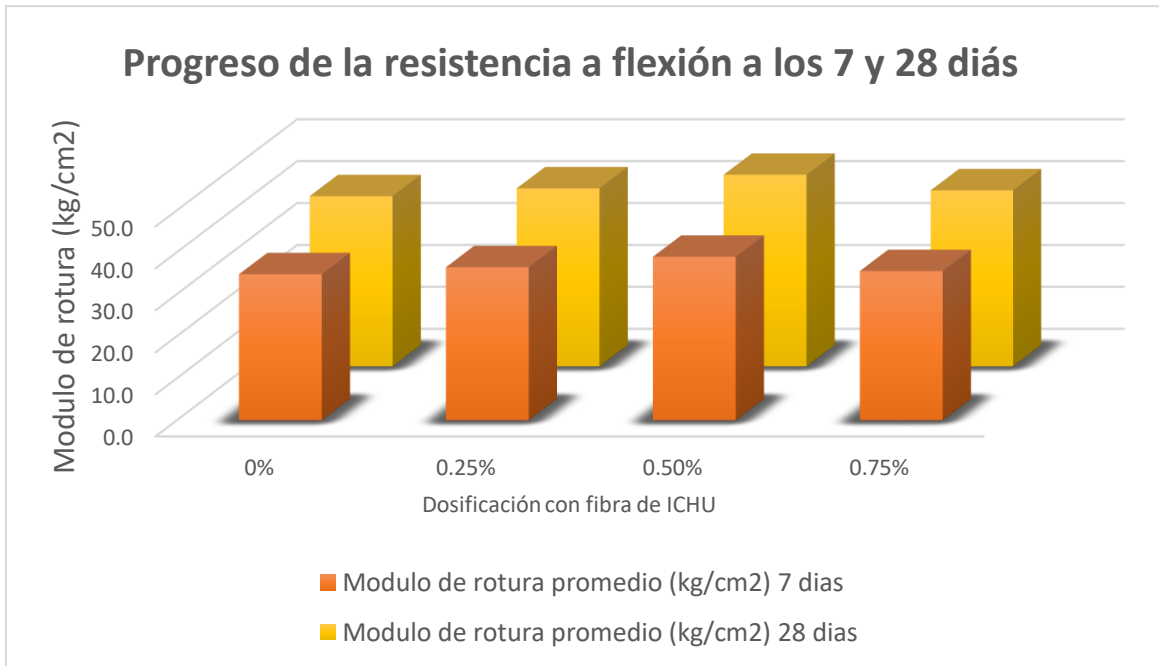


Figura N° 12: Progreso de ensayo a flexión a los 7 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

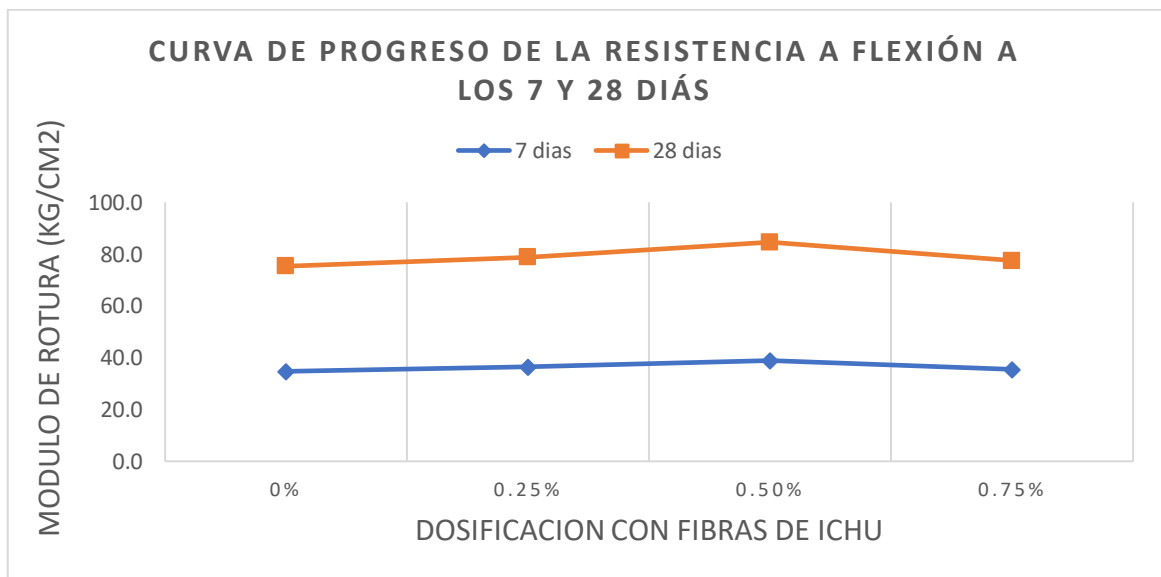


Figura N° 13: Curva de progreso de ensayo a flexión a los 7 y 28 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 13 se observa la curva de progreso de los ensayos realizados para evaluar el comportamiento a flexión de las viguetas patrones y de las diferentes dosificaciones, también se observan estas resistencias en función a los tiempos de

ensayos que fueron a los 7 y 28 días, Es evidente que la mayor resistencia a los 7 y 14 días la obtuvo la muestra con 0.50 % y a partir de allí la resistencia a flexión disminuye a medida que se le incorpore mayor porcentaje de Ichu.

Objetivo 3:

Evaluar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Para conseguir este objetivo se realizaron ensayos a compresión del concreto en estado endurecido para ello se siguieron parámetros de acuerdo a la NTP 339.034 y la ASTM C39, las probetas cilíndricas que se utilizaron para evaluar las resistencias fueron de 10 cm de diámetro y 20 cm de altura, los cuales se midieron en tres tiempos a los 7, 14 y 28 días. Para la realización de este ensayo se utilizó una maquina hidráulica calibrada, después de quitar las probetas del pozo donde se realizó el curado se verifica sus dimensiones y se colocó en el centro de la maquina hidráulica y se le aplicaron cargas a una velocidad uniforme para medir a cuanto carga se produce la rotura de la probeta de concreto. Posteriormente se determinó la resistencia a compresión de todos los especímenes.



Figura N° 14: Probetas de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 15: Ensayo a compresión

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21: Ensayo a compresión a los 7 días

N° de Probeta	% DE ICHU	Edad en días	Fuerza Máxima (kgf)	Diámetro (cm)	Long. (cm)	Área (cm ²)	Esfuerzo (kg/cm ²)	F'c Diseño (kg/cm ²)	F'c Promedio (kg/cm ²)
1	0%	7	16621	10	20	78.54	211.6	210	211.1
2		7	16708	10	20	78.54	212.7	210	
3		7	16422	10	20	78.54	209.1	210	
4	0.25%	7	14358	10	20	78.54	182.8	210	185.1
5		7	14687	10	20	78.54	187.0	210	
6		7	14574	10	20	78.54	185.6	210	
7	0.50%	7	13967	10	20	78.54	177.8	210	173.8
8		7	13278	10	20	78.54	169.1	210	
9		7	13695	10	20	78.54	174.4	210	
10	0.75%	7	13194	10	20	78.54	168.0	210	167.3
11		7	13071	10	20	78.54	166.4	210	
12		7	13154	10	20	78.54	167.5	210	

Fuente: Elaboración propia

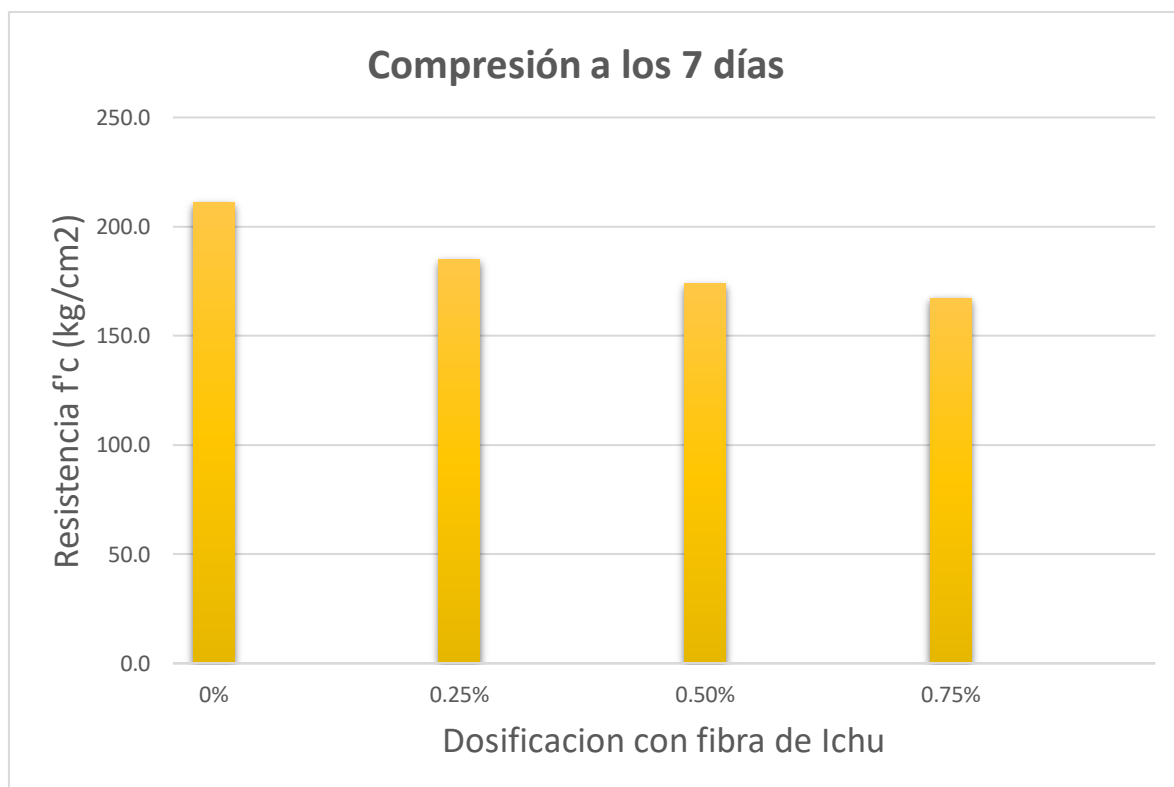


Figura N° 16: Ensayo de compresión a los 7 días

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 22: Ensayo a compresión a los 14 días

N° De Probeta	% de ICHU	Edad en Días	Fuerza Máxima (kgf)	Diámetro (cm)	Long. (cm)	Área (cm ²)	Esfuerzo kg/cm ²	F'c Diseño (kg/cm ²)	F'c Promedio (kg/cm ²)
1	0%	14	18692	10	20	78.54	238.0	210	235.2
2		14	18227	10	20	78.54	232.1	210	
3		14	18493	10	20	78.54	235.5	210	
4	0.25 %	14	16592	10	20	78.54	211.3	210	210.1
5		14	16535	10	20	78.54	210.5	210	
6		14	16384	10	20	78.54	208.6	210	
7	0.50 %	14	16358	10	20	78.54	208.3	210	205.8
8		14	16157	10	20	78.54	205.7	210	
9		14	15986	10	20	78.54	203.5	210	
10	0.75 %	14	15057	10	20	78.54	191.7	210	195.2
11		14	15334	10	20	78.54	195.2	210	
12		14	15591	10	20	78.54	198.5	210	

Fuente: Elaboración propia

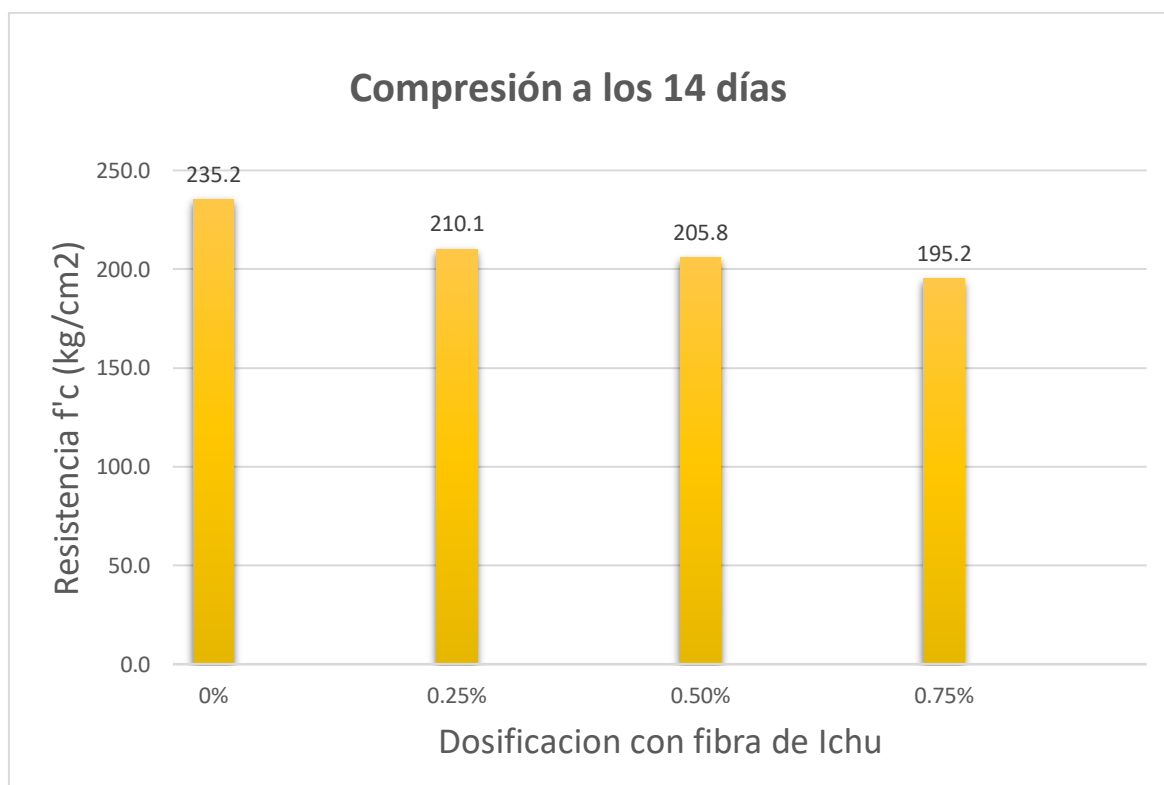


Figura N° 17: Ensayo de compresión a los 14 días

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 23: Ensayo a compresión a los 28 días

N° de Probeta	% de Ichu	Edad en días	Fuerza Máxima (kgf)	Diámetro (cm)	Long. (cm)	Área (cm ²)	Esfuerzo kg/cm ²	F'c Diseño (kg/cm ²)	F'c Promedio (kg/cm ²)
1	0%	28	21956	10	20	78.54	279.6	210	283.5
2		28	22617	10	20	78.54	288.0	210	
3		28	22215	10	20	78.54	282.8	210	
4	0.25%	28	20654	10	20	78.54	263.0	210	261.3
5		28	20210	10	20	78.54	257.3	210	
6		28	20694	10	20	78.54	263.5	210	
7	0.50%	28	20022	10	20	78.54	254.9	210	256.9
8		28	20281	10	20	78.54	258.2	210	
9		28	20216	10	20	78.54	257.4	210	
10	0.75%	28	19148	10	20	78.54	243.8	210	244.3
11		28	19359	10	20	78.54	246.5	210	
12		28	19051	10	20	78.54	242.6	210	

Fuente: Elaboración propia.

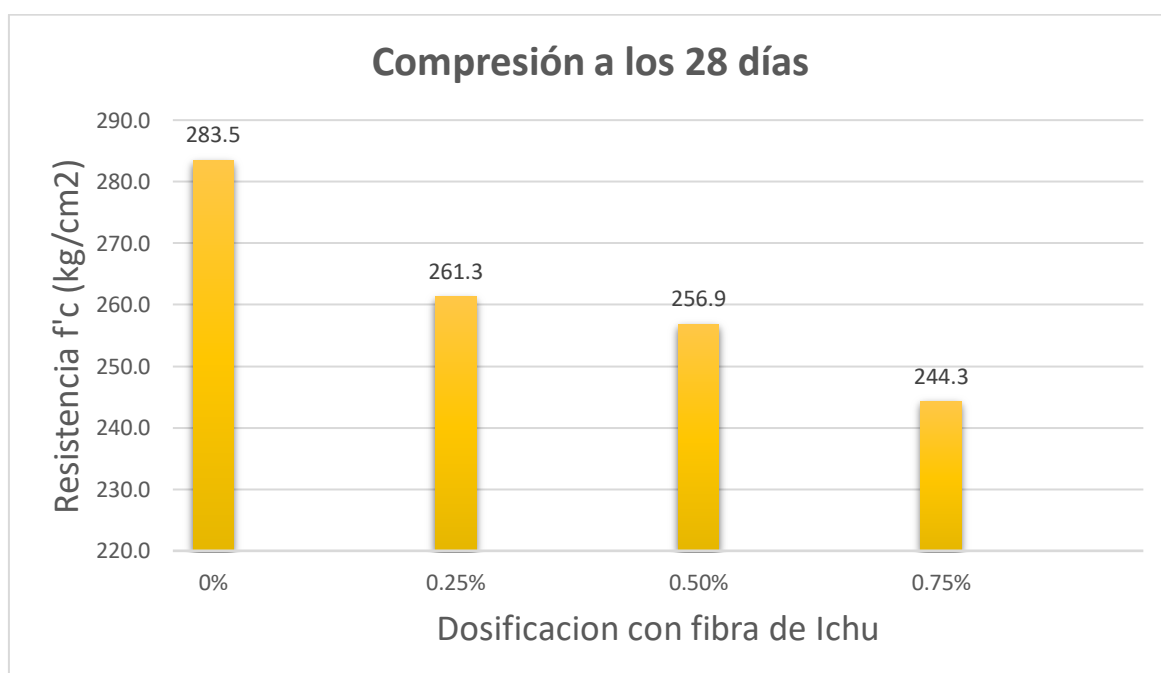


Figura N° 18: Ensayo de compresión a los 28 días

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Según los ensayos de compresión realizado a los especímenes se evidencio una relación inversamente proporcional entre la cantidad de fibra de Ichu y la resistencia a la compresión de las probetas ensayadas. A los 7 días el F'c

promedio del patrón fue 211.1 kg/cm², del CFI (0.25%) fue 185.1 kg/cm², del CFI (0.50%) fue 173.8 kg/cm² y del CFI (0.75%) fue 167.3 kg/cm². Asimismo, los resultados de F^c promedio a los 14 días de las probetas fueron para el patrón 235.2 kg/cm², para el CFI (0.25%) fue 210.1 kg/cm², para el CFI (0.5%) fue 205.8 kg/cm² y para el CFI (0.75%) fue 195.2 kg/cm². Por último, la resistencia promedio que se observó a los 28 días fue para el concreto patrón fue 283.5 kg/cm², del CFI (0.25%) fue 261.3 kg/cm², del CFI (0.50%) fue 256.9 kg/cm² y del CFI (0.75%) fue 244.3. Para una visualización más detallada ver la siguiente tabla.

Tabla N° 24: Resumen de la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días

Dosificación con Ichu	Resistencia a la compresión (kg/cm ²)		
	7 días	14 días	28 días
0%	211.1	235.2	283.5
0.25%	185.1	210.1	261.3
0.50%	173.8	205.8	256.9
0.75%	167.3	195.2	244.3

Fuente: Elaboración propia.

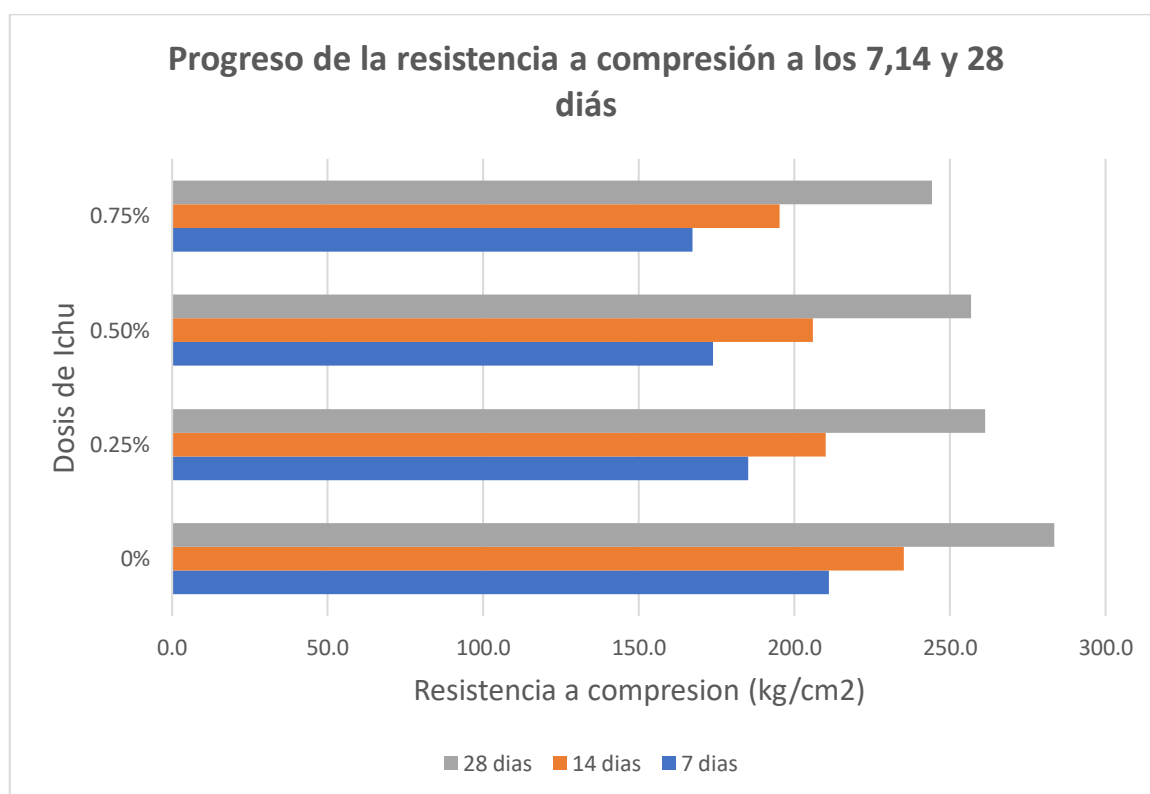


Figura N° 19: Gráfico del Progreso de la resistencia a compresión a 7, 14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia.

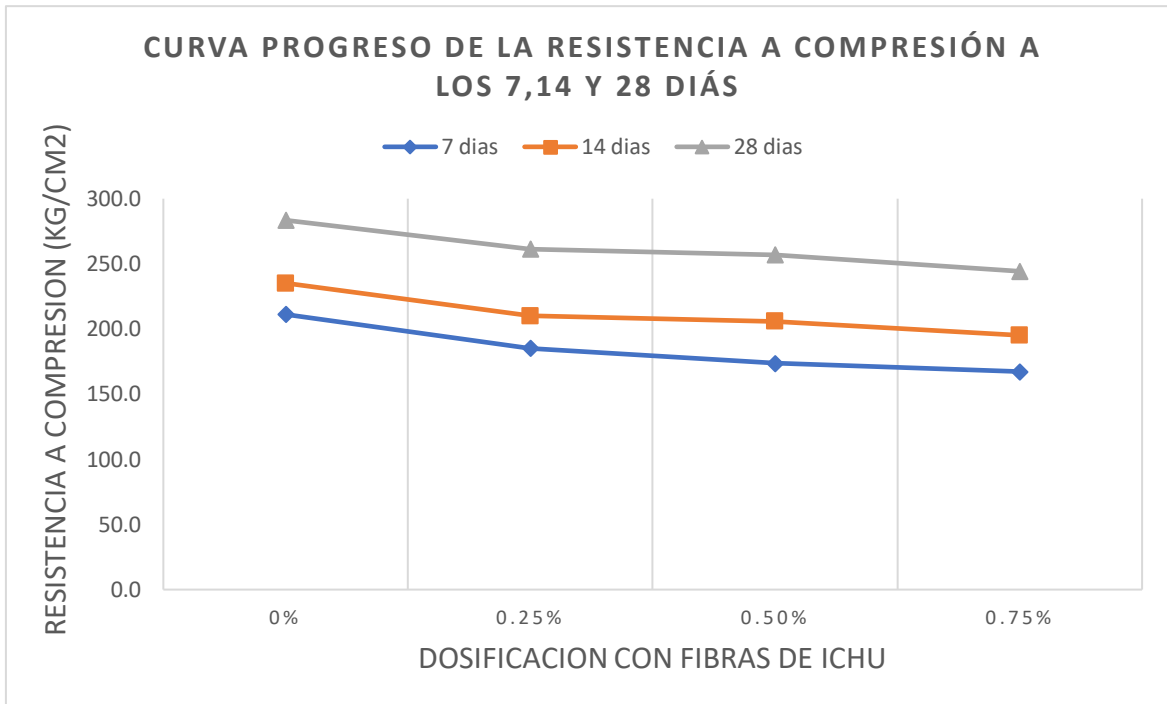


Figura N° 20: Gráfico del de curva de progreso de la resistencia a compresión a 7,14 y 28 días

Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 20 se puede observar la tendencia del desempeño a compresión del concreto patrón y de las tres dosificaciones propuestas en esta tesis, asimismo se observan los tiempos de ensayos que fueron a los 7, 14 y 28 días. Es evidente la tendencia negativa en esta propiedad ya que a medida que se le incorpora mayor cantidad de fibra de Ichu la resistencia a compresión disminuye respecto al concreto patrón.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: Evaluar la influencia de la fibra de ichu sobre la trabajabilidad del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Antecedente: Según Huertas y Martínez (2019) en su investigación “Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña” en donde adiciono fibra de esta fibra natural directamente en una mezcla de concreto, obteniendo la disminución del asentamiento del concreto fresco, los cuales fueron: para el patrón le resulto 4,5 cm, para su dosificación de 0.4% fue 3.7 cm, para 0.6% fue 4.0 cm y para su última dosificación fue 4.3 cm.

Resultados: En esta investigación al realizarse el ensayo de Cono de Abrams a las muestras de concreto en estado fresco obtuvimos como resultado una reducción del asentamiento en las muestras con fibra de Ichu respecto a la muestra patrón. El asentamiento para el patrón fue (4.5”) y en medida que se le adicionó la fibra de Ichu los asentamientos disminuyeron, el 0.25% (4.0”), 0.50 % (3.5”) y para la última dosificación de 0.75 % fue (3.0”)

Comparación: Según los antecedentes, ciertas fibras naturales como por ejemplo la del bagazo de caña reducen la trabajabilidad del concreto; en esta investigación también se verifico la disminución del asentamiento al incorporarles las diferentes dosificaciones de fibra de Ichu. es probable que la capacidad de absorción que suelen tener ciertas fibras naturales fue la causante de la reducción de la trabajabilidad, sin embargo, estos se encuentran dentro de los rangos permisibles de una mezcla con consistencia plástica.

Objetivo 2: Evaluar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Antecedente: Según Villanueva (2016) en su investigación “Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto” en donde incorporo directamente fibra de coco a una mezcla de concreto para evaluar su resistencia a flexión, la resistencia promedio a compresión de los especímenes de concreto a los 7 días de edad del patrón fue 28.23 kg/cm² y las muestras con fibra de coco con 0.50%,

1.00%, 1.50% y 2.00 % fueron 29.68 kg/cm², 32.70 kg/cm², 35.53 kg/cm² y 36.92 kg/cm² respectivamente, es decir la resistencia a flexión aumentaba a medida que se le incorporaba mayor cantidad de fibra de coco. Asimismo, la resistencia promedio a flexión a los 14 días de edad de los especímenes de concreto patrón fue 29.36 kg/cm² y para las muestras con fibras fueron 34.09 kg/cm², 34.87 kg/cm², 36.51 kg/cm² y 38.83 kg/cm² respectivamente, es decir se corrobora la tendencia que resultó a los 7 días. Finalmente, la resistencia promedio a flexión a los 28 días de edad del concreto simple fue 32.09 kg/cm², los especímenes con incorporación de fibra de coco con dosificaciones de 0.50%, 1.00%, 1.50% y 2.00% presentaron una resistencia a flexión promedio de 36.78kg/cm², 37.45kg/cm², 38.31kg/cm² y 40.63kg/cm² respectivamente, es decir los especímenes con fibra en esta edad también generaron una mayor resistencia en comparación al patrón.

Resultados: El desempeño a la flexión de las viguetas de concreto es creciente en función del tiempo, a los 7 días la dosificación de 0.5% de fibra de Ichu fue la que mayor desempeño a la flexión obtuvo llegando a 38.9 kg/cm², asimismo la resistencia más baja con adición de fibras fue la muestra con 0.25% de fibra llegando a 36.4 kg/cm², si bien con el 0.75% la resistencia se redujo hasta 35.5 kg/cm², pero se mantuvo encima del patrón que logro 34.7 kg/cm².

La influencia de las fibras de Ichu en el concreto endurecido a los 28 días mantuvo la misma tendencia que a los 7 días, ya que genero la resistencia a flexión promedio más alta en las probetas con 0.5% de fibra llegando a 45.7 kg/cm², seguida de la dosificación de 0.25% llegando a 42.5 kg/cm². El concreto con fibras que menor resistencia obtuvo fue la muestra con 0.75% de fibra llegando a 42.0 kg/cm² y del patrón fue 40.6 kg/cm².

Comparación: Teniendo como antecedente la investigación de Villanueva (2016), la fibra de coco resulto favorable ante el desempeño a flexión del concreto, si bien no encontraron una dosificación optima puesto que a medida que le incrementaban más fibra de Coco mejoraba más esta propiedad. Asimismo, en la presente investigación se logró la mejora que se buscaba en el desempeño a la flexión del concreto, ya que se encontró una dosificación optima de fibra de Ichu para la mezcla, ya que se observó una curva ascendente hasta la dosis con 0.5 % y a partir

de allí la curva empieza a descender, por ello se verifico que la dosis óptima fue la del 0.5 % de ichu.

Objetivo 3: Evaluar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ kg/cm² para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.

Antecedente: Según Beraun (2017), en su investigación “Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c= 280$ kg/cm² con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%”.

Los resultados de esta tesis en el ensayo a compresión fueron: la resistencia promedio a los 28 días para la muestra sin fibra fue 333.83 kg/cm², para la dosis de 0.5 % fue 304.31 kg/cm², para 1.0% fue 292.44 kg/cm² y para la última dosis de 1.5% fue 274.31 kg/cm².

Resultados: La resistencia promedio a la compresión de las probetas de concreto endurecido fue descendente a medida que se le incorporaba más fibra de Ichu. A los 7 días la muestra patrón alcanzo la mayor resistencia a la compresión llegando a 211.1 kg/cm², el concreto con fibras que mayor resistencia obtuvo fueron las probetas con 0.25% de fibra llegando a 185.1 kg/cm² y la que obtuvo la menor resistencia a compresión fue la dosificación con 0.75% de fibra llegando a 167.3 kg/cm².

La influencia de las fibras de Ichu en el concreto endurecido a los 14 días, genero para la muestra patrón una resistencia a la compresión de 235.2 kg/cm², asimismo las muestras con fibras que mayor resistencia obtuve fueron los especímenes con 0.25% de fibras llegando a 210.1 kg/cm² y el concreto con fibras que menor resistencia obtuvo fue la dosificación de 0.75% alcanzando una resistencia de 195.2 kg/cm².

Al realizarse los ensayos de resistencia a compresión a todos los grupos de muestras se obtuvieron las siguientes resistencias promedio a los 28 días, en el caso del concreto patrón fue 283.5 kg/cm², para la muestra con 0.25% de fibra de Ichu fue 261.3 kg/cm², para la dosis con 0.5% fue 256.9 kg/cm² y para la última dosis con 0.75% de fibra de Ichu fue 244.3 kg/cm².

Comparación: Teniendo como antecedente la investigación de Beraun (2017), la incorporación de fibra vegetal (cocos nocifera) resulto no favorable ante el desempeño a compresión del concreto, puesto que en las tres dosificaciones que utilizo este autor se observó siempre un descenso en la resistencia a compresión. Asimismo, en esta investigación tampoco se logró alcanzar la mejora que se buscaba, puesto que cada vez que le aumentábamos más cantidad de fibra de Ichu, la resistencia promedio a compresión se reducía más. Es probable que la baja densidad de esta fibra natural de Ichu fue la causante de la reducción del comportamiento a compresión de las probetas de concreto de esta investigación. Es importante mencionar que todas las muestras superaron la resistencia de 210 kg/cm² debido al factor de seguridad que se le dio al concreto en el diseño de mezcla.

VI. Conclusiones

Objetivo General, Se evaluó que, la incorporación de fibra natural de Ichu hacia una mezcla de concreto de 210 kg/cm² para pavimento rígidos mejoran ciertas propiedades y disminuyen otras, verificando la evaluación en sus propiedades física y mecánicas: al disminuir el asentamiento del concreto en estado fresco (trabajabilidad), al aumentar el desempeño a flexión del concreto en estado endurecido y reducir su desempeño a la compresión del concreto endurecido.

Objetivo Especifico 1, No se determinó la dependencia del porcentaje de fibra de Ichu en el ensayo de asentamiento del concreto fresco (trabajabilidad), por el contrario, el asentamiento disminuyó en 1.5", puesto que del patrón fue 4.5" y al adicionarle 0.75 % de Ichu fue 3.0"; si bien la influencia fue negativa, sin embargo, los asentamientos de la muestra siempre estuvieron dentro de los parámetros de una mezcla de consistencia plástica.

Objetivo Especifico 2, Se determinó la dependencia del porcentaje de fibra natural de Ichu sobre el ensayo de resistencia a la flexión del concreto endurecido, ya que contribuyeron al incremento de la resistencia a flexión en 5.1 kg/cm², variando de 45.7 kg/cm² a 40.6 kg/cm² al incorporarle 0.50% de fibra de Ichu. por lo tanto, la influencia de mejora está directamente relacionado hasta la dosificación del 0.50 % y con el 0.75% la curva de esta propiedad comienza a descender, respecto al desempeño a la flexión del concreto, el cual queda corroborada.

Objetivo Especifico 3, No se determinó la dependencia del porcentaje de fibra natural de Ichu sobre el ensayo a la resistencia a compresión del concreto endurecido, por el contrario, redujo en 39.2 kg/cm², variando de 283.5 kg/cm² a 244.3 kg/cm² al incorporarle 0.75% de fibra de Ichu, entonces la influencia de la fibra de Ichu es negativa en los porcentajes seleccionados respecto al desempeño a compresión del concreto endurecido.

VII. Recomendaciones

Objetivo Especifico 1, En la presente tesis al proponerse porcentajes de fibra de Ichu que variaban desde 0.25% a 0.75% respecto al peso del cemento y donde las fibras eran de 5 cm de largo y un diámetro de 2 a 3 mm, en todas estas dosis se observó la disminución del asentamiento respecto al concreto patrón, por lo que, para continuar la investigación recomendamos utilizar un aditivo plastificante (TIPO A) para no perder trabajabilidad en la mezcla y proponer dosificaciones en las cuales las fibras sean menores a 5cm pero mayores a 3 cm y también se recomienda utilizar fibras con diámetro de solo 2 mm.

Objetivo Específico 2, En la presente tesis al proponerse porcentajes de fibra de Ichu que variaban desde 0.25% a 0.75% respecto al peso del cemento, se obtuvo un aumento en la resistencia a flexión hasta la dosificación de 0.50%, pero al incorporar 0.75% se observó un descenso en la curva de flexión, para futuras investigaciones similares recomendamos utilizar dosificaciones que no superen el 0.50 % de fibra de Ichu ya que a partir de esa dosis ya se genera una reducción en el módulo de rotura del concreto. Específicamente se recomienda utilizar nuevas dosificaciones que varíen de 0.1 % a 0.3 % para futuras tesis.

Objetivo Específico 3, En la presente tesis donde las dosificaciones variaban de 0.25% a 0.75% respecto al peso del cemento, se obtuvo una reducción gradual en la resistencia a compresión a medida que se le incorporaba más fibra de Ichu por lo que, para continuar futuras investigaciones con fibras naturales vegetales recomendamos utilizar un aditivo superplastificante (TIPO F) en la mezcla para evaluar propiedades mecánicas del concreto y medir su comportamiento mecánico a compresión del concreto con fibras + el aditivo mencionado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DIAZ, Amado. *Adición de la fibra stipa ichu en tapiales para mejorar su comportamiento mecánico y térmico en el distrito de Chota-2020* [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú, 2020. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2020]. Pág. 15 Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/54250>
2. HUERTAS, Lizeth y MARTINEZ, Paola. *Análisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2019.
3. ESTRELLA, Stefani. *Estudio de un material compuesto a base de fibras naturales de cabuya para mejorar las propiedades mecánicas de elementos de concreto reforzado*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo, 2016.
4. MUÑOZ, Carolina. *Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibra de vidrio*. Valdivia: Universidad Austral de Chile, 2007.
5. MEDEIROS, Arthur. *Estudo do comportamento à fadiga em compressão do concreto com fibras*. Rio de Janeiro: Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2012.
6. MARTINELLO, Debora. *Flexural fatigue of pre-cracked fibre reinforced concrete: experimental study and numerical modelling*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya, 2019.
7. ZUBAIR, Nouman. *Effects of Micro Cellulose Fibers Addition on Concrete Mechanical Properties Under Flexure and Uniaxial Tension*. Pakistan: University of Victoria, 2017.
8. VILLANUEVA, Nelva. *Influencia de la adición de fibra de coco en la resistencia del concreto*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte, 2016.
9. HUAMANI, Felipe y MONGE, Eddson. *Estudio de la influencia de la fibra de cabuya en concretos de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ en el distrito de Lircay provincia de Angaraes*. Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018.

10. BERAUN, Enrique. *Resistencia a la compresión de un concreto de $f'c=280\text{kg/cm}^2$ con adición de fibra vegetal (cocos nocifera) con una proporción de 0.5%, 1.0% y 1.5%*. Jaen: Universidad Nacional de Cajamarca, 2017.
11. CABREJOS, Pablo Díaz. CONCRETO REFORZADO CON FIBRA NATURAL DE ORIGEN ANIMAL (PLUMAS DE AVES). *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2016, vol. 3, no 2, p. 92-95. [Fecha de consulta: 30 de setiembre 2020]. ISSN 2313 – 1926, Disponible en: <http://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/453>
12. MENDOZA, Carlos Javier; AIRE, Carlos; DÁVILA, Paula. Influencia de las fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estados plástico y endurecido. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, 2011, vol. 2, no 2, p. 35-47. [Fecha de consulta: 5 de octubre 2020]. ISSN 2007 – 3011, Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-30112011000100003
13. OSORIO, Jairo; VARON, Fredy y HERRERA, Jhonny. Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. *Dyna*, 2007, vol. 74, no 153, p. 69-79. ISSN 0012 – 7353
14. MOHAMMED, Hafeez. Mechanical properties of ultra high strength fiber reinforced concrete [en línea]. Tesis para maestría, The University of Akron, 2015. Pag 1. [consultado 30 octubre 2020]. Disponible en: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1431021338
15. MOHAMMED, Hafeez. Mechanical properties of ultra high strength fiber reinforced concrete [en línea]. Tesis para maestría, The University of Akron, 2015. Pag 34. [consultado 30 octubre 2020]. Disponible en: http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1431021338
16. UMAR, Abdulhameed. *Influence of Steel Fiber Addition on Workability & Mechanical Behavior of High Performance Concrete* [en línea]. Tesis doctoral, Eastern Mediterranean University, North Cyprus, 2018. Pag 11. [consultado 10 octubre 2020]. Disponible en: <http://i-rep.emu.edu.tr:8080/jspui/handle/11129/4867>

17. MAR, Abdulhameed. *Influence of Steel Fiber Addition on Workability & Mechanical Behavior of High Performance Concrete* [en línea]. Tesis doctoral, Eastern Mediterranean University, North Cyprus, 2018. Pag 11. [consultado 10 octubre 2020]. Disponible en:
<http://i-rep.emu.edu.tr:8080/jspui/handle/11129/4867>
18. MOHAMMED, Hafeez. Mechanical properties of ultra high strength fiber reinforced concrete [en línea]. Tesis para maestria, The University of Akron, 2015. Pag 106. [consultado 30 octubre 2020]. Disponible en:
http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1431021338
19. MARTINELLO, Debora. Flexural fatigue of pre-cracked fibre reinforced concrete: experimental study and numerical modelling. Barcelona: Universitat Politecnica de Catalunya, 2019. Pag 28
20. MOHAMMED, Hafeez. Mechanical properties of ultra high strength fiber reinforced concrete [en línea]. Tesis para maestria, The University of Akron, 2015. Pag 16. [consultado 30 octubre 2020]. Disponible en:
http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1431021338
21. MOHAMMED, Hafeez. *Mechanical properties of ultra high strength fiber reinforced concrete* [en línea]. Tesis para maestria, The University of Akron, 2015. Pag 43. [consultado 30 octubre 2020]. Disponible en:
http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=akron1431021338
22. TAHUACHI, G y CARCAUSTO, Y. Aislante termoacústico a base de Stipa ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Nacional del altiplano, Puno-Perú, 2018. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021]. Pág. 25 Disponible en:
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11138>
23. ARANDA, Cristian. *Resistencia a flexión en vigas de concreto al sustituir en un 5% el cemento por cenizas de ichu (Stipa Ichu)*. Huaraz: Universidad San Pedro, 2018, pag 29
24. GIRE, Abel; CACERES, Alexander Giovanni. *Evaluación de la influencia del tratamiento superficial sobre el comportamiento mecánico de fibras de ichu en*

biocompuestos a base de PLA. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019, pag 33.

25. A TAHUACHI, G y CARCAUSTO, Y. Aislante termoacústico a base de Stipa ichu para atenuar el ruido y cambios drásticos de temperatura en viviendas de sectores en expansión urbana de la ciudad de Puno [en línea]. Tesis de titulación. Universidad Nacional del altiplano, Puno-Perú, 2018. [Fecha de consulta: 15 de noviembre de 2021]. Pág. 27 Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/11138>
26. ZUBAIR, Nouman. *Effects of Micro Cellulose Fibers Addition on Concrete Mechanical Properties Under Flexure and Uniaxial Tension*. Pakistan: University of Victoria, 2017, pag 15.
27. MARADEI-GARCÍA, María Fernanda; DIAZ-RAMIREZ, German; VARGAS-LINARES, German. Bagasse sugarcane fibers as reinforcement agents for natural composites: description and polymer composite applications. *Revista UIS Ingenierías*, 2019, vol. 18, no 4, p. 117-130. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/9495>
28. KOTIK, Hector Guillermo. Natural fibers and composite materials reinforced with natural fibers: the motivation for their research and development. *Matéria (Rio de Janeiro)*, 2019, vol. 24, no 3, Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-70762019000300200&script=sci_arttext&tlng=es
29. GIRE, FIDELIS, María Ernestina Alves, et al. El efecto de la morfología de las fibras sobre la resistencia a la tracción de las fibras naturales. *Revista de Investigación y Tecnología de Materiales* , 2013, vol. 2, no 2, pag. 149-157, Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785413000306>
30. UB AIR, Nouman. *Effects of Micro Cellulose Fibers Addition on Concrete Mechanical Properties Under Flexure and Uniaxial Tension*. Pakistan: University of Victoria, 2017. Pag.15
31. LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2014, vol. 3, no 1, p. 47-50. ISSN-e 1390-9592
32. MURILLO, Javier. *Métodos de investigación de enfoque experimental. USO LOS Recur. DIDÁCTICOS POR PARTE LOS Maest. Maest. Prim. cuarto año básico las esc. parroquia*, 2011, vol. 5, pag 24.
33. HERNANDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. MENDOZA, Paulina. Mexico: McGrawHill, 2018 [fecha de consulta 2 de mayo de 2021]. pag. 125 ISBN: 978-1-4562-6096-5, Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>

34. GIRE, Abel; CACERES, Alexander Giovanni. *Evaluación de la influencia del tratamiento superficial sobre el comportamiento mecánico de fibras de ichu en biocompuestos a base de PLA*. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2019, pag 32.
35. NILSON, Arthur y DARWIN, David. *Diseño de estructuras de concreto*. Colombia: McGraw-Hill, 1999, pag 1.
36. ARIAS, Jesús; VILLASÍS, Miguel y NOVALES, María. El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México* [en línea]. 2016, abril-junio *Revista Alergia México*, 63 (2). 201-206. [fecha de consulta 12 octubre 2020]. ISSN: 0002-5151
37. Paul S.; LEMESHOW, Stanley. *Muestreo de poblaciones: métodos y aplicaciones*. John Wiley & Sons, 2013.
38. ACHARYA, Anita S. y col. Sampling: why and how. *Indian Journal of Medical Specialties*, 2013, vol. 4, no 2, pág. 330-333.
39. GOMEZ, Sergio. *Metodología de la investigación* [en línea]. Mexico: editorial red tercer milenio, 2012. [fecha de consulta 10 de noviembre de 2020]. Pag 34 Disponible en: http://190.57.147.202:90/xmlui/bitstream/handle/123456789/735/Metodologia_de_la_investigacion.pdf?sequence=1
40. H LÓPEZ, P y FACHELLI, S. *Metodología de la investigación social cuantitativa*. [en línea]. España: Universitat Autònoma de Barcelona, 2015. Pág. 43[fecha de consulta 10 noviembre 2020]. Disponible en: https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf.
41. HERNANDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. MENDOZA, Paulina. Mexico: McGrawHill, 2018 [fecha de consulta 2 de mayo de 2021]. pág. 229 ISBN: 978-1-4562-6096-5, Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
42. HERNANDEZ, Roberto. *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. MENDOZA, Paulina. Mexico: McGrawHill, 2018 [fecha de consulta 2 de mayo de 2021]. pág. 229 ISBN: 978-1-4562-6096-5, Disponible en: <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
43. SaberMetodologia [en línea] [fecha de consulta:10 abril de 2021]. Disponible en: <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>
44. SaberMetodologia [en línea] [fecha de consulta:10 abril de 2021]. Disponible en: <https://sabermetodologia.wordpress.com/2016/02/15/tecnicas-e-instrumentos-de-recoleccion-de-datos/>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
FIBRAS DE ICHU	<p>El Ichu o paja Ichu tiene tallos que llegan a medir entre 60-180 cm de altura, sus hojas son rígidas, firmes y erectas. Es un tipo de pasto que tiene como habitat el altiplano andino de América de Sur, posee tallos los cuales pueden medir entre 60- 180 cm como altura, además sus hojas son erectas, rígidas y poseen cierta resistencia.²³</p> <p>[...] el concreto es una mezcla de pasta y agregados, la pasta consiste en cemento Portland y agua, y recubre la superficie de agregados finos y gruesos. Su versatilidad y adaptabilidad, como lo demuestran los múltiples tipos de construcción en los que se utiliza y el mínimo mantenimiento requerido durante su vida útil [15].</p>	<p>Las dosificaciones de fibra de Ichu 0.25%, 0.50% y 1.00% respecto del cemento, se emplearán para los 03 diseños de mezclas siguientes, con el objetivo de aumentar la resistencia del concreto a compresión y flexión, además mantener la trabajabilidad</p>	DOSIFICACIONES EN % POR PESO DE CEMENTO	0.25%	Experimento aplicando el porcentaje de fibra al volumen del concreto
				0.50%	Experimento aplicando el porcentaje de fibra al volumen del concreto
				0.75%	Experimento aplicando el porcentaje de fibra al volumen del concreto
		<p>Se realizará primero el ensayo del Asentamiento en el cono de Abrams para los 4 diseños pre establecidos y ver el grado de trabajabilidad de las muestras, además, se realizarán ensayos de Resistencia a la compresión con 4 diseños (N, 0.25%, 0.50% y 1.00%), y se ensayarán a los 7, 14 y 28 días y por cada diseño se realizarán 3 muestras, resultando un total de 36 probetas cilíndricas; por ultimo bajo ese mismo</p>	ESTADO FRESCO	Slump	Ensayo de Cono de Abrams
				Resistencia a la compresión	Ensayo de resistencia a la compresión

Anexo 2: Matriz de consistencia

Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021						
Título:	Michel Dennis					
Autor:	Mendoza Chuquitaype					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES, DIMENSIONES, INDICADORES E INSTRUMENTO			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿De qué manera influye la incorporación de Fibra de ichu en las propiedades físico mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?	Evaluar la influencia de la fibra de ichu en las propiedades físico mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	La Aplicación de Fibra de Ichu mejorará las propiedades físico mecánicas del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	D1: DOSIFICACIONES EN % POR PESO DE CEMENTO D2: DOSIFICACIONES EN % POR PESO DE CEMENTO D3: DOSIFICACIONES EN % POR PESO DE CEMENTO	I1: 0.25% I2: 0.50% I3: 0.75%	Balanza calibrada	Metodo: (Científico) Tipo: (Aplicada) Nivel: (Explicativa casual) Diseño: (Cuasi Experimental) Enfoque: (Cuantitativo) Población: La población estará compuesta por todos los pavimentos rígidos que se encuentran en la ciudad de Huamanga Muestra: 36 probetas, 24 vigas prismáticas Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación Directa. Instrumentos: Formatos de los ensayos realizados.
PROBLEMA ESPECÍFICOS	OBJETIVO ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuánto influye la incorporación de Fibra de ichu sobre la trabajabilidad del concreto para pavimento rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?	Determinar la influencia de la fibra de ichu sobre la trabajabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	La Aplicación de Fibra de Ichu mejora la trabajabilidad del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	D4: ESTADO FRESCO	I4: TRABAJABILIDAD (consistencia)	Ensayo de Cono de Abrams (NTP 339.035)	
¿Cuánto influye de la incorporación de Fibra de ichu en la resistencia a la flexión del concreto para pavimento rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?	Indicar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	La Aplicación de Fibra de Ichu aumenta la resistencia a la flexión del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	D5: ESTADO ENDURECIDO	I5: RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Ensayo de resistencia a la flexión (ASTM C78)	
¿Cuánto influye la incorporación de Fibra de ichu en la resistencia a la compresión del concreto para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021?	Determinar la influencia de la fibra de ichu sobre la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	La Aplicación de Fibra de Ichu aumenta la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 kg/cm2 para pavimentos rígidos en Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021.	D6: ESTADO ENDURECIDO	I6: RESISTENCIA A LA COMPRESION	Ensayo de resistencia a la compresión (ASTM C39)	

Anexo 3: Juicio de expertos



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de fibras de Ichu

"Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis

Fecha: Lima, 03 de julio del 2021

Parte B: Dosificación de fibra de Ichu respecto al peso de cemento

0.25%	
0.50%	
0.75%	

Tesis: Ramos, L (2020) Dosificación fibra de Ichu: 0.5%, 1%, 2% y 3%

Tesis: Beraun, E (2017) Dosificación de fibra vegetal (cocos nocifera): 0.5%, 1% y 1.5%

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: NAVARRO ARELLANO LOURDES MERY

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Ingeniero [X] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: INGENIERIA CIVIL

N° de Registro CIP: 256233



LOURDES MERY
NAVARRO ARELLANO
Ingeniera Civil
CIP N° 256233

Firma y Sello



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de recolección de datos: Dosificación de fibras de Ichu

“Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis

Fecha: Lima, 03 de julio del 2021

Parte B: Dosificación de fibra de Ichu respecto al peso de cemento

0.25%	
0.50%	
0.75%	

Tesis: Ramos, L (2020) Dosificación fibra de Ichu: 0.5%, 1%, 2% y 3%

Tesis: Beraun, E (2017) Dosificación de fibra vegetal (cocos nocifera): 0.5%, 1% y 1.5%

Observaciones: _____

Apellidos y Nombre(s) del juez evaluador: ALBA NECIOSUP GUILLERMO MOISES

Especialista: Metodólogo [] Temático [X]

Grado: Ingeniero [X] Maestro [] Doctor []

Título Profesional: INGENIERIA CIVIL

N° de Registro CIP: 189908


ALBA NECIOSUP GUILLERMO MOISES
ING. CIVIL
Reg. Colegio de Ingenieros CIP#189908

Firma y Sello

Anexo 4: Certificados de laboratorio



(511) 457 2237 / 989 349 903
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,
 San Martín de Porres - Lima
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

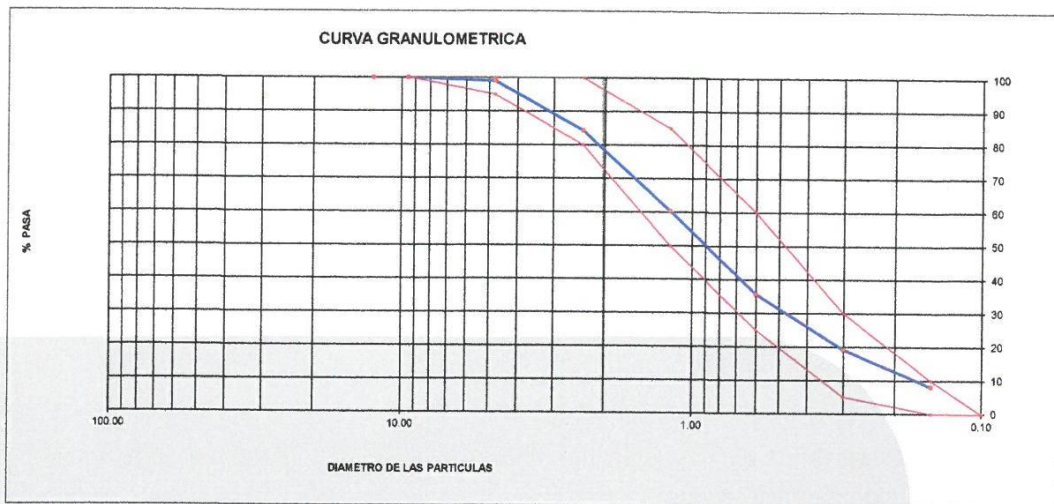
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
 ASTM C136

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN	: Lima - Perú
	Fecha de ensayo: 03/05/2021



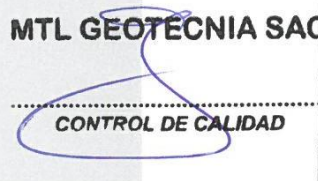
MATERIAL : Agregado fino CANTERA: MUYURINA (AYACUCHO)
PESO INICIAL HUMEDO (g) 792.6 % W = 1.5
PESO INICIAL SECO (g) 780.6 MF = 2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100
Nº4	4.76	6.8	0.9	0.9	99.1	95 - 100
Nº8	2.38	115.8	14.8	15.7	84.3	80 - 100
Nº 16	1.19	186.9	23.9	39.6	60.4	50 - 85
Nº 30	0.60	192.5	24.7	64.3	35.7	25 - 60
Nº 50	0.30	128.5	16.5	80.8	19.2	05 - 30
Nº 100	0.15	86.9	11.1	91.9	8.1	0 - 10
FONDO		63.2	8.1	100.0	0.0	0 - 0



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	---	---

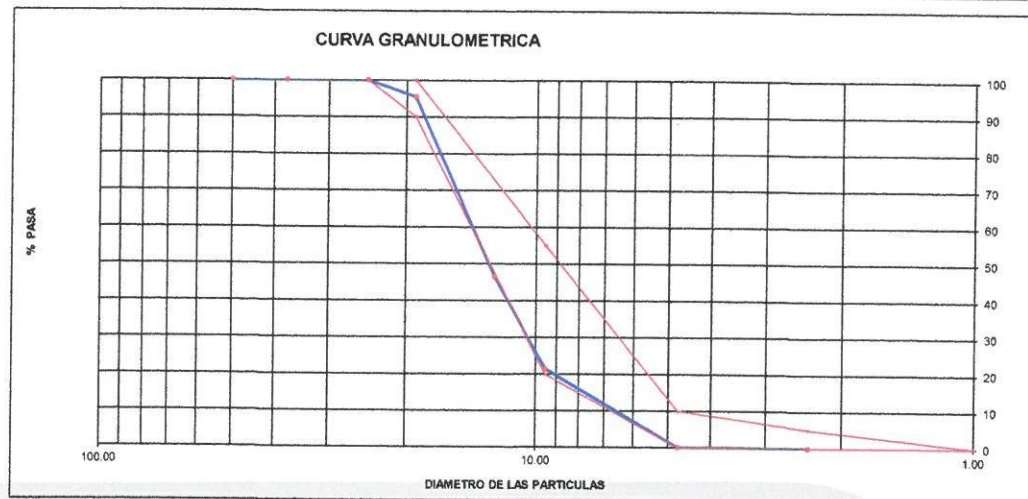
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO
ASTM C136

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Mendoza Chuquitape Michel Dennis
TESIS : Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

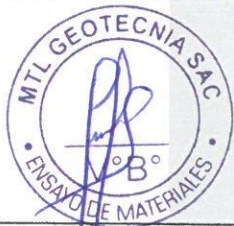

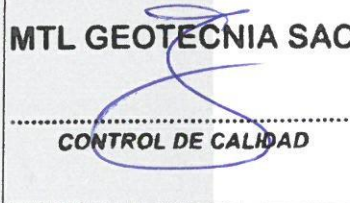
UBICACION : Lima - Perú **Fecha de ensayo:** 03/05/2021
MATERIAL : AGREGADO GRUESO **CANTERA:** MUYURINA (AYACUCHO)
PESO INICIAL HUMEDO (g) 1,832.00 **% W =** 0.1
PESO INICIAL SECO (g) 1,830.00 **MF =** 6.83

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES HUSO # 67
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/4"	19.05	85.0	4.6	4.6	95.4	90 - 100
1/2"	12.50	896.0	49.0	53.6	46.4	
3/8"	9.53	458.0	25.0	78.6	21.4	20 - 55
Nº 4	4.76	390.0	21.3	99.9	0.1	0 - 10
Nº 8	2.38	1.0	0.1	100.0	0.0	0 - 5
Nº 16	1.18	0.0	0.0	100.0	0.0	
FONDO		0.0	0.0			



OBSERVACIONES:

* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA


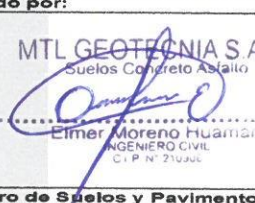
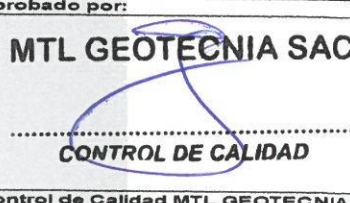
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN	: Lima - Perú
Fecha de ensayo: 07/05/2021	

MATERIAL	f'c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA MUYURINA-HUAMANGA							
A) VALORES DE DISEÑO							
1 ASENTAMIENTO				4	pulg		
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.560			
4 AGUA				205			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.35			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO			366.070	Kg/m ³	8.6	Bls/m ³	
Volumen absoluto del cemento				0.1173	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.342	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3060	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3518	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				366	Kg/m ³		
AGUA				205	L/m ³		
AGREGADO FINO				808	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				932	Kg/m ³		
ICHU (0.75% del peso del cemento)				2.746	Kg/m ³		
D) PESO DE MEZCLA				2313	Kg/m ³		
CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				820.0	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				932.7	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.00	Lts/m ³		
AGREGADO GRUESO				0.90	8.4		
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					213.4	Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO (REAJUSTADO)				381	Kg/m ³		
AGUA				213	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				820	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				933	Kg/m ³		
ICHU (0.75% del peso del cemento)				2.858	Kg/m ³		
G) PESO DE MEZCLA				2350	Kg/m ³		
CANTIDAD DE MATERIALES (50 It.)							
CEMENTO				19.05	Kg		
AGUA				10.67	Lts		
AGREGADO FINO				41.00	Kg		
AGREGADO GRUESO				46.63	Kg		
ICHU (0.75% del peso del cemento)				142.9	g		
PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.15					A.F	2.10
A.G	2.45					A.G	2.79
H2o	23.8					H2o	23.8

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC ENSEÑANZA DE B° LABORATORIO DE MATERIALES	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 21036	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA


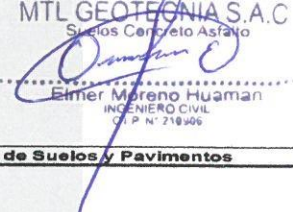
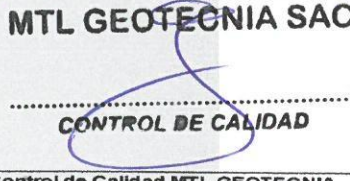
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACION	: Lima - Perú
Fecha de ensayo: 07/05/2021	

MATERIAL	f'c 210 kg/cm ²					
	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA MUYURINA-HUAMANGA					
A)	VALORES DE DISEÑO				
1	ASENTAMIENTO		4	pu/g	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.560		
4	AGUA		205		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.35		
B)	ANALISIS DE DISEÑO				
	FACTOR CEMENTO	366.070	Kg/m ³	8.6 Bls/m ³	
	Volumen absoluto del cemento		0.1173	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agua		0.2050	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire		0.0200	m ³ /m ³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS			0.342	
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3060	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.3516	m ³ /m ³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS			1.000	
C)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO				
	CEMENTO		366	Kg/m ³	
	AGUA		205	L/m ³	
	AGREGADO FINO		808	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		932	Kg/m ³	
	ICHU (0.5% del peso del cemento)		1.830	Kg/m ³	
D)	PESO DE MEZCLA		2312	Kg/m ³	
	CORRECCION POR HUMEDAD				
	AGREGADO FINO HUMEDO		820.0	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		932.7	Kg/m ³	
E)	CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS			Lts/m ³	
	AGREGADO FINO		0.00	0.0	
	AGREGADO GRUESO		0.90	8.4	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA			8.4	
				213.4 Lts/m ³	
F)	CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO				
	CEMENTO (REAJUSTADO)		381	Kg/m ³	
	AGUA		213	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO		820	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO		933	Kg/m ³	
	ICHU (0.5% del peso del cemento)		1.905	Kg/m ³	
G)	PESO DE MEZCLA		2349	Kg/m ³	
	CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)				
	CEMENTO		19.05	Kg	
	AGUA		10.67	Lts	
	AGREGADO FINO		41.00	Kg	
	AGREGADO GRUESO		46.63	Kg	
	ICHU (0.5% del peso del cemento)		95.3	g	
	PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)			PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
	C	1.0		C	1.0
	A.F	2.15		A.F	2.10
	A.G	2.45		A.G	2.79
	H2o	23.8		H2o	23.8

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	 CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN	: Lima - Perú
Fecha de ensayo: 07/05/2021	

F _c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA MUYURINA-HUAMANGA							
A) VALORES DE DISEÑO							
1 ASENTAMIENTO				4	pulg		
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.560			
4 AGUA				205			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.35			
B) ANALISIS DE DISEÑO							
FACTOR CEMENTO		366.070		Kg/m ³	8.6	Bls/m ³	
Volumen absoluto del cemento				0.1173	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agua				0.2050	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m ³ /m ³		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.342	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3060	m ³ /m ³		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3516	m ³ /m ³		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO							
CEMENTO				366	Kg/m ³		
AGUA				205	L/m ³		
AGREGADO FINO				808	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				932	Kg/m ³		
ICHU (0.25% del peso del cemento)				0.915	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2312	Kg/m ³		
D) CORRECCION POR HUMEDAD							
AGREGADO FINO HUMEDO				820.0	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				932.7	Kg/m ³		
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS							
AGREGADO FINO				0.00	Lts/m ³	0.0	
AGREGADO GRUESO				0.90		8.4	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						8.4	
						213.4 Lts/m ³	
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO							
CEMENTO (REAJUSTADO)				381	Kg/m ³		
AGUA				213	Lts/m ³		
AGREGADO FINO				820	Kg/m ³		
AGREGADO GRUESO				933	Kg/m ³		
ICHU (0.25% del peso del cemento)				0.953	Kg/m ³		
PESO DE MEZCLA				2348	Kg/m ³		
G) CANTIDAD DE MATERIALES (50 lb.)							
CEMENTO				19.05	Kg		
AGUA				10.67	Lts		
AGREGADO FINO				41.00	Kg		
AGREGADO GRUESO				46.63	Kg		
ICHU (0.25% del peso del cemento)				47.6	g		
PROPORCIÓN EN PESO p₃ (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p₃ (húmedo)	
C	1.0					C	1.0
A.F	2.15					A.F	2.10
A.G	2.45					A.G	2.79
H ₂ O	23.8					H ₂ O	23.8

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huamani INGENIERO CIVIL C.I.P.N° 21906	MTL GEOTECNIA SAC  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

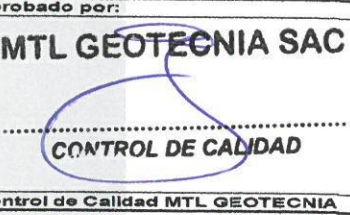
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio
SOLICITANTE : Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS : Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN : Lima - Perú
Fecha de ensayo: 07/05/2021

f _c 210 kg/cm ²						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m ³	P. UNITARIO C. Kg/m ³
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.64	2.93	1.5	1.5	1535.0	1755.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA MUYURINA-HUAMANGA	2.65	6.83	0.1	1.0	1318.0	1535.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA MUYURINA-HUAMANGA						
A) VALORES DE DISEÑO						
1	ASENTAMIENTO			4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4 "		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.560		
4	AGUA			205		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.35		
B) ANALISIS DE DISEÑO						
FACTOR CEMENTO						
	Volumen absoluto del cemento		366.070	Kg/m ³	8.6	Bls/m ³
	Volumen absoluto del Agua			0.1173	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.2050	m ³ /m ³	
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m ³ /m ³	
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.3060	m ³ /m ³	0.342
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3516	m ³ /m ³	0.658
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000
C) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO SECO						
	CEMENTO			366	Kg/m ³	
	AGUA			205	L/m ³	
	AGREGADO FINO			808	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			932	Kg/m ³	
D) PESO DE MEZCLA						
CORRECCION POR HUMEDAD						
	AGREGADO FINO HUMEDO			820.0	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			932.7	Kg/m ³	
E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS						
	AGREGADO FINO			0.00	Lts/m ³	
	AGREGADO GRUESO			0.90	8.4	
	AGREGADO GRUESO				8.4	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA					213.4	Lts/m ³
F) CANTIDAD DE MATERIALES m³ POR EN PESO HUMEDO						
	CEMENTO (REAJUSTADO)			381	Kg/m ³	
	AGUA			213	Lts/m ³	
	AGREGADO FINO			820	Kg/m ³	
	AGREGADO GRUESO			933	Kg/m ³	
G) PESO DE MEZCLA						
CANTIDAD DE MATERIALES (50 lt.)						
	CEMENTO			19.05	Kg	
	AGUA			10.67	Lts	
	AGREGADO FINO			41.00	Kg	
	AGREGADO GRUESO			46.63	Kg	
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)				PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)		
C	1.0			C	1.0	
A.F	2.15			A.F	2.10	
A.G	2.45			A.G	2.79	
H2o	23.8			H2o	23.8	

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Erner Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN	: Lima - Perú
Fecha de emisión: 04/06/2021	



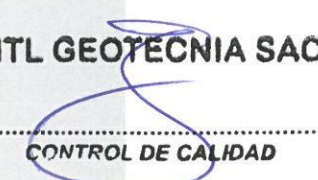
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
PATRÓN	7/05/2021	14/05/2021	7	16621.0	78.5	211.6	210.0	100.8
PATRÓN	7/05/2021	14/05/2021	7	16708.0	78.5	212.7	210.0	101.3
PATRÓN	7/05/2021	14/05/2021	7	16422.0	78.5	209.1	210.0	99.6
PATRÓN	7/05/2021	21/05/2021	14	18692.0	78.5	238.0	210.0	113.3
PATRÓN	7/05/2021	21/05/2021	14	18227.0	78.5	232.1	210.0	110.5
PATRÓN	7/05/2021	21/05/2021	14	18493.0	78.5	235.5	210.0	112.1
PATRÓN	7/05/2021	4/06/2021	28	21956.0	78.5	279.6	210.0	133.1
PATRÓN	7/05/2021	4/06/2021	28	22617.0	78.5	288.0	210.0	137.1
PATRÓN	7/05/2021	4/06/2021	28	22215.0	78.5	282.9	210.0	134.7

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb. división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 MTL GEOTECNIA SAC ENsayo de MATERIALES V.B.	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN	: Lima - Perú
Fecha de emisión: 04/06/2021	


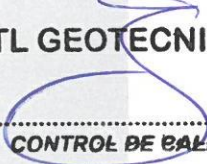
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
0.25% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	14358.0	78.5	182.8	210.0	87.1
0.25% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	14687.0	78.5	187.0	210.0	89.0
0.25% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	14574.0	78.5	185.6	210.0	88.4
0.25% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	16592.0	78.5	211.3	210.0	100.6
0.25% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	16535.0	78.5	210.5	210.0	100.3
0.25% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	16384.0	78.5	208.6	210.0	99.3
0.25% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	20654.0	78.5	263.0	210.0	125.2
0.25% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	20210.0	78.5	257.3	210.0	122.5
0.25% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	20694.0	78.5	263.5	210.0	125.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <p>Jefe de Laboratorio</p>	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210946</p> <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN	: Lima - Perú
Fecha de emisión: 04/06/2021	




IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F'c Diseño kg/cm ²	% F'c
0.5% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	13967.0	78.5	177.8	210.0	84.7
0.5% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	13278.0	78.5	169.1	210.0	80.5
0.5% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	13695.0	78.5	174.4	210.0	83.0
0.5% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	16358.0	78.5	208.3	210.0	99.2
0.5% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	16157.0	78.5	205.7	210.0	98.0
0.5% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	15986.0	78.5	203.5	210.0	96.9
0.5% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	20022.0	78.5	254.9	210.0	121.4
0.5% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	20281.0	78.5	258.2	210.0	123.0
0.5% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	20216.0	78.5	257.4	210.0	122.6

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
TESIS	: Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021
UBICACIÓN	: Lima - Perú
Fecha de emisión: 04/06/2021	

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm ²	ESFUERZO kg/cm ²	F ^c Diseño kg/cm ²	% F ^c
0.75% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	13194.0	78.5	168.0	210.0	80.0
0.75% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	13071.0	78.5	166.4	210.0	79.3
0.75% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7	13154.0	78.5	167.5	210.0	79.8
0.75% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	15057.0	78.5	191.7	210.0	91.3
0.75% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	15334.0	78.5	195.2	210.0	93.0
0.75% DE ICHU	7/05/2021	21/05/2021	14	15591.0	78.5	198.5	210.0	94.5
0.75% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	19148.0	78.5	243.8	210.0	116.1
0.75% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	19359.0	78.5	246.5	210.0	117.4
0.75% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28	19051.0	78.5	242.6	210.0	115.5

EQUIPO DE ENSAYO

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

OBSERVACIONES:

- * No se observaron fallas atípicas en las roturas
- * El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referentante
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

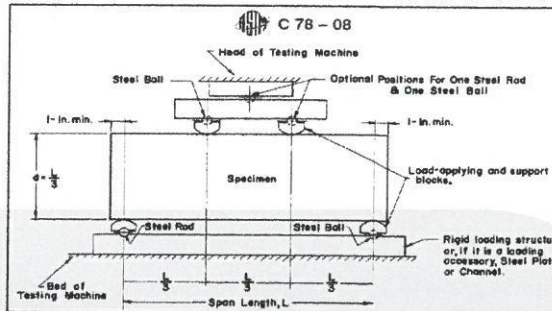
SOLICITANTE : Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE LAB. : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 4/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasayco
REVISADO POR : D. Coto
FECHA DE ENSAYO : 4/06/2021
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 210 kg/cm²



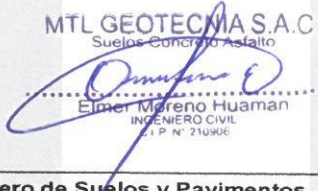
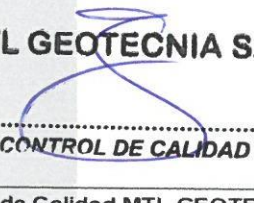
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
PATRÓN	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	34 kg/cm ²
PATRÓN	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	35 kg/cm ²
PATRÓN	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	35 kg/cm ²
PATRÓN	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	41 kg/cm ²
PATRÓN	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	40 kg/cm ²
PATRÓN	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	40 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C Suelos, Concreto, Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL D.I. P. N° 210906	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

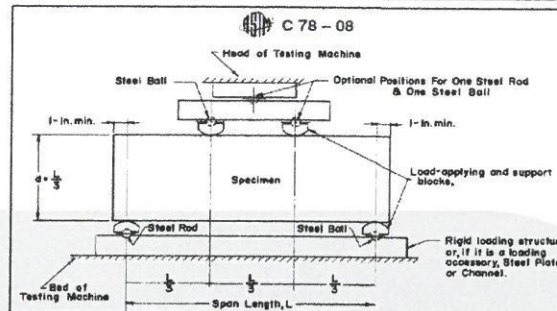
SOLICITANTE : Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
CÓDIGO DE PROYECTO : —
UBICACIÓN DE LAB. : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 4/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasyco
REVISADO POR : D. Coto
FECHA DE ENSAYO : 4/06/2021
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 210 kg/cm2


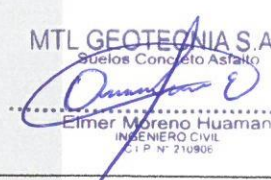
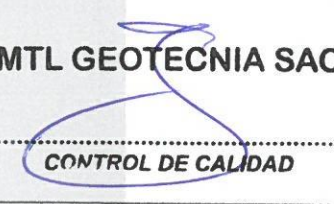
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
0.25% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	36 kg/cm2
0.25% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	37 kg/cm2
0.25% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	37 kg/cm2
0.25% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	43 kg/cm2
0.25% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	42 kg/cm2
0.25% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	43 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p>  <p>Jefe de Laboratorio</p>	<p>Revisado por:</p>  <p>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>CONTROL DE CALIDAD</p> <p>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

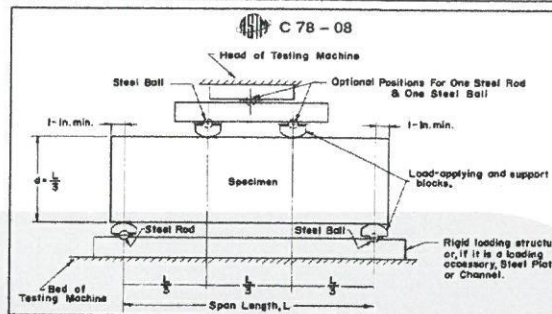
SOLICITANTE : Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
CÓDIGO DE PROYECTO : ---
UBICACIÓN DE LAB. : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 4/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasayco
REVISADO POR : D. Ccoto
FECHA DE ENSAYO : 4/06/2021
TURNO : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 210 kg/cm²


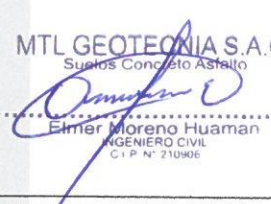
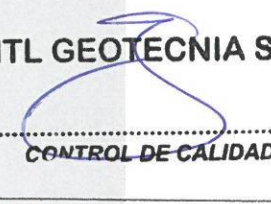
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
0.5% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	39 kg/cm ²
0.5% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	39 kg/cm ²
0.5% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	39 kg/cm ²
0.5% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	46 kg/cm ²
0.5% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	45 kg/cm ²
0.5% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	46 kg/cm ²



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

<p>Elaborado por:</p> 	<p>Revisado por:</p>  <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	FORMATO	Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO	Versión	01
		Fecha	30-04-2020
		Página	1 de 1

TESIS : Evaluación de las propiedades físico mecánicas del concreto con fibra de Ichu para pavimentos rígidos, Huamanga, Ayacucho, Perú, 2021

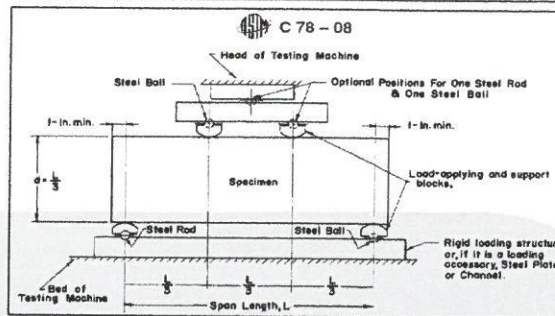
SOLICITANTE : Mendoza Chuquitaype Michel Dennis
CÓDIGO DE PROYECTO : —
UBICACIÓN DE LAB. : LIMA
FECHA DE EMISIÓN : 4/06/2021

REALIZADO POR : P. Tasayco
REVISADO POR : D. Ccoto
FECHA DE ENSAYO : 4/06/2021
TURNOS : Diurno

Tipo de muestra : Concreto endurecido
Presentación : Especímenes prismáticos
F'c de diseño : 210 kg/cm2



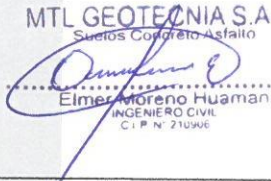
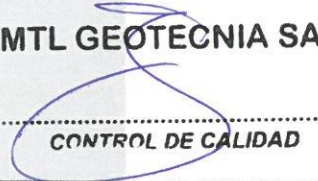
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
0.75% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	35 kg/cm2
0.75% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	36 kg/cm2
0.75% DE ICHU	7/05/2021	14/05/2021	7 días	2	30.0	35 kg/cm2
0.75% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	42 kg/cm2
0.75% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	42 kg/cm2
0.75% DE ICHU	7/05/2021	4/06/2021	28 días	2	30.0	42 kg/cm2



OBSERVACIONES:

- * Muestras Proporcionadas por el solicitante
- * Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.
- * Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P.N. 21096	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

Anexo 5: Panel fotográfico

