

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS
HÍBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL
CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO”**

TESIS

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

Presentado por:

Bach. OCAÑO CUENTAS, YOEL.

Asesor:

Ing. FABIÁN BRAÑEZ, ALCIDES LUIS

Línea de Investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo

Huancayo – Perú

2024

Ing. ALCIDES LUIS FABIÁN BRAÑEZ

Asesor

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

DR. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
Presidente

Ing. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES
Primer Jurado

Mtro. RICHARD JHONATHAN CONDORI CASTRO
Segundo Jurado

Mtro. ARON JHONATAN ALIAGA CONTRERAS
Tercer Jurado

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
Secretario Docente

Dedicatoria

A Dios por brindarme la gracia de vivir y la fortaleza para superarme.

A mi familia maravillosa a mi padre Celso Jaime Ocaño Hinojosa y a mi madre Olinda Rosa Cuentas Shullca por guiar mi camino y ser el motor que me impulsan a ser mejor cada día, y por su apoyo y cariño incondicional a lo largo de estos años.

Yoel

Agradecimientos

A la Universidad Peruana Los Andes.

A mi padre Celso Jaime Ocaño Hinojosa y a mi madre Olinda Rosa Cuentas Shullca que siempre han estado apoyándome y motivándome a continuar con mis estudios y a mis asesores y docentes que me apoyaron en la culminación del trabajo de investigación.

Yoel.

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0157- FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la Tesis; titulada:

EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÍBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : Bach. OCAÑO CUENTAS YOEL
Facultad : INGENIERÍA
Escuela Académica : INGENIERÍA CIVIL
Asesor(a) : Ing. ALCIDES LUIS FABIÁN BRAÑEZ

Fue analizado con fecha 17/04/2024; con 120 págs.; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de 22 %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.



Huancayo, 17 de abril de 2024.

MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

Contenido

Dedicatoria	iv
Agradecimientos	v
Contenido	vii
Contenido de tablas	x
Contenido de figuras	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Delimitación	5
1.2.1. Espacial	5
1.2.2. Temporal	5
1.2.3. Económica	5
1.3. Formulación y sistematización del problema	5
1.3.1. Problema general	5
1.3.2. Problemas específicos	6
1.4. Justificación	6
1.4.1. Práctica	6
1.4.2. Teórica	6
1.4.3. Metodológica	6
1.5. Limitaciones	6
1.5.1. Económica	6
1.5.2. Tecnológica	6
1.5.3. Información	7
1.6. Objetivos	7
1.6.1. Objetivo general	7
1.6.2. Objetivos específicos	7
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.1.1. Nacionales	8
2.1.2. Internacionales	10
2.2. Bases teóricas	12
2.2.1. Concreto fibroreforzado	12

2.2.2. Tipos de fibras	12
2.2.3. Fibras de tallo de cebada	12
2.2.4. Fibras de tereftalato de polietileno	13
2.2.5. Concreto	13
2.2.6. Concreto para pavimento rígido	13
2.2.7. Asentamiento del concreto	16
2.2.8. Tiempo de fraguado	16
2.2.9. Resistencia a compresión del concreto	17
2.2.10. Resistencia a flexión del concreto	17
2.2.11. Fisuración	17
2.3. Marco conceptual	18
CAPÍTULO III HIPÓTESIS	20
3.1. Hipótesis	20
3.1.1. Hipótesis general	20
3.1.2. Hipótesis específicas	20
3.2. Variables	20
3.2.1. Definición conceptual de las variables	20
3.2.2. Definición operacional de las variables	21
3.2.3. Operacionalización de las variables	21
CAPÍTULO IV METODOLOGÍA	22
4.1. Método de investigación	22
4.2. Tipo de investigación	22
4.3. Nivel de investigación	23
4.4. Diseño de la investigación	23
4.5. Población y muestra	23
4.5.1. Población	23
4.5.2. Muestra	24
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	25
4.6.1. Técnicas	25
4.6.2. Instrumentos	25
4.7. Procedimiento de recolección de datos	25
CAPÍTULO V RESULTADOS	35
5.1. Propiedades del concreto en estado fresco:	35
5.1.1. Medición del asentamiento del concreto:	35
5.2. Propiedades del concreto en estado endurecido:	36

5.2.1. Resistencia a la compresión	36
5.2.2. Resistencia a la flexión:	38
5.2.3. Medición de fisuras:	40
5.3. Prueba de hipótesis	42
5.3.1. Prueba de normalidad	42
5.1.1. Prueba de la hipótesis específica 1	44
5.1.2. Prueba de la hipótesis específica 2	46
5.1.3. Prueba de la hipótesis general	50
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	54
6.1. Propiedades en estado fresco	54
6.2. Resistencia del Concreto en Estado Endurecido	54
CONCLUSIONES	56
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	61
Anexo 01: Matriz de consistencia	62
Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables	63
Anexo 03: Informe de laboratorio	64
Anexo 04: Certificados de calibración	80
Anexo 06: Panel fotográfico	87

Contenido de tablas

Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado fino.	13
Tabla 2. Requisitos de calidad del agregado fino.	14
Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado grueso.	15
Tabla 4. Requisitos de calidad del agregado grueso.....	16
Tabla 5. Operacionalización de variables.	21
Tabla 6. Consideraciones para el número de mediciones en la investigación.	24
Tabla 7. Medición del asentamiento del concreto.	35
Tabla 8. Promedio de asentamiento del concreto.....	36
Tabla 9. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto endurecido.	37
Tabla 10. Promedio de los resultados.	37
Tabla 11. Resistencia a flexión del concreto.	38
Tabla 12. Promedio de resultados	39
Tabla 13. Medición de fisuras	40
Tabla 14. Prueba de normalidad.	42
Tabla 15. Prueba para indicadores de propiedad en estado fresco (asentamiento).....	44
Tabla 16. Prueba Post Hoc para indicadores de propiedad en estado fresco.....	45
Tabla 17. Prueba para indicadores de propiedad en estado sólido (resistencia a compresión, resistencia a flexión, número de fisuras y ancho de fisuras)	47
Tabla 18. Prueba Post Hoc para Resistencia a compresión	48
Tabla 19. Prueba Post Hoc para Resistencia a flexión.....	48
Tabla 20. Prueba Post Hoc para Cantidad máxima de fisuras	49
Tabla 21. Prueba Post Hoc para Ancho máximo de fisura (mm)	49
Tabla 22. Prueba para indicadores de propiedades del concreto para pavimento rígido	51
Tabla 22. Prueba para indicadores de propiedades del concreto para pavimento rígido	51

Contenido de figuras

Figura 1. Producción de residuos de las campañas de cebada.	4
Figura 2. Pavimento con presencia de fisuras.	5
Figura 3. Partes de la cebada.	13
Figura 4. Vista del instrumento para la medición del asentamiento del concreto.	16
Figura 5. Fisuras por contracción plástica.	18
Figura 6. Fibra de tereftalato polietileno.	26
Figura 7. Fibra Lignocelulósica	26
Figura 8. Fibra Híbrida.....	26
Figura 9. Resultados de medición del asentamiento.....	36
Figura 10. Resultados a los 28 días superan la resistencia de diseño $f'c=280$ kg/cm ²	38
Figura 11. resultados de módulo de rotura.	40
Figura 12. Numero de fisuras.	41
Figura 13. Ancho de fisuras.	42
Figura 14. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas.	88
Figura 15. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas.	88
Figura 16. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas.	89
Figura 17. Rotura de vigas con cargas en el tercer punto.....	89
Figura 18. Resistencia a la compresión de probetas cilindricas.	90
Figura 19. Método de prueba para la resistencia a flexión de viga.	90
Figura 20. Método de prueba para la resistencia a flexión de viga con cargas en el tercer punto.....	91
Figura 21. Método de prueba para la resistencia a flexión de viga.	91
Figura 22. Ensayo para el asentamiento del concreto.....	92
Figura 23. Vertido del concreto con la adición de fibras híbridas para el ensayo de asentamiento.....	92
Figura 24. Ensayo de revenimiento de concreto con adición de fibras híbridas.	93
Figura 25. Lectura del ensayo de revenimiento de concreto con adición de fibras híbridas.	93
Figura 26. Agregado grueso y agregado fino.	94
Figura 27. Cemento portland tipo I.	94
Figura 28. Fibras híbridas	95
Figura 29. Fibras híbridas caracterización.	95
Figura 30. Vertido de agregado grueso a máquina mezcladora.....	96
Figura 31. Vertido de fibra lignocelulósica a máquina mezcladora.	96
Figura 32. Vertido de fibra de tereftalato polietileno a máquina mezcladora.	97

Figura 33. Mezcla del concreto con las fibras híbridas.....	97
Figura 34. Muestreo de vigas de concreto con adición de fibras híbridas en laboratorio.	98
Figura 35. Muestreo de vigas de concreto con adición de fibras híbridas en laboratorio.	98
Figura 36. Muestreo de probetas de concreto con fibras híbridas en laboratorio.....	99
Figura 37. Muestreo de probetas y vigas con fibras híbridas en laboratorio.	99
Figura 38. Practica estándar para reducir muestras de agregados a tamaños de prueba de laboratorio.....	100
Figura 39. Practica estándar para reducir muestras de agregados a tamaños de prueba de laboratorio.....	100
Figura 40. Fibra lignocelulósica.....	101
Figura 41. Fibra híbrida.....	101
Figura 42. Fibra lignocelulósica.....	102
Figura 43. Análisis granulométricos de agregado grueso y fino.	102
Figura 44. Análisis granulométricos de agregado grueso y fino.	103
Figura 45. Determinación del contenido de humedad.	103
Figura 46. Prueba para la gravedad específica y absorción del agregado grueso.....	104
Figura 47. Peso del agregado.....	104
Figura 48. Gravedad específica del agregado.....	105
Figura 49. Prueba estándar para densidad aparente y huecos en el agregado.....	105
Figura 50. Prueba para materiales más finos que el tamiz n°200 en agregados por lavado.....	106

RESUMEN

En el desarrollo de esta investigación el problema general fue: ¿Cuál es el efecto de la adición de fibras híbridas en las propiedades del concreto para pavimento rígido?, el objetivo general fue: Analizar el efecto de la adición de fibras híbridas en las propiedades del concreto para pavimento rígido y la hipótesis fue: La adición de fibras híbridas modifica significativamente las propiedades del concreto para pavimento rígido.

El método que se considero fue el método científico, el tipo de investigación fue la aplicada, el nivel corresponde al explicativo y el diseño es el experimental. La población que se considerará en el desarrollo de esta investigación será el concreto diseñado para un $f'c$: 280 kg/cm² con la mezcla de fibras híbridas, específicamente para ser empleado para pavimento rígido; por ende, la muestra será 216 mediciones en las propiedades del concreto sin y con fibras híbridas.

Como principal conclusión se ha podido establecer que la adición de fibras híbridas logra modificar el comportamiento en estado fresco y en estado endurecido del concreto, en estado fresco disminuye el asentamiento del concreto y en estado endurecido incrementa la resistencia a la flexión y compresión, y a su vez disminuye la cantidad de fisuras en las losas de concreto.

Palabras clave: concreto, fibras híbridas, propiedades en estado fresco, propiedades en estado endurecido, pavimento rígido.

ABSTRACT

In the development of this research the general problem was: What is the effect of the addition of hybrid fibers on the properties of concrete for rigid pavement? the general objective was: To analyze the effect of the addition of hybrid fibers on the properties of concrete for rigid pavement and the hypothesis was: The addition of hybrid fibers significantly modifies the properties of concrete for rigid pavement.

The method that was considered was the scientific method, the type of research was applied, the level corresponds to the explanatory and the design is the experimental. The population that will be considered in the development of this research will be the concrete designed for a $f'c$: 280 kg /cm² with the mixture of hybrid fibers, specifically to be used for rigid pavement; therefore, the sample will be 216 measurements in the properties of concrete without and with hybrid fibers.

As a main conclusion it has been possible to establish that the addition of hybrid fibers manages to modify the behavior in the fresh state and in the hardened state of the concrete, in the fresh state the settlement of the concrete decreases and in the hardened state it increases the resistance to bending and compression, and in turn decreases the amount of cracks in the concrete slabs.

Keywords: concrete, hybrid fibers, properties in fresh state, properties in hardened state, rigid pavement.

INTRODUCCIÓN

La investigación presente “Efecto De La Adición De Fibras Híbridas En Las Propiedades Del Concreto Para Pavimento Rígido” surge debido a la problemática que se basada en el uso alternativo de dos elementos residuales que contaminan el medio ambiente (fibras lignocelulósicas y fibras de tereftalato de polietileno), con la finalidad de verificar su aplicabilidad en la elaboración de un concreto eco amigable con mejores propiedades físicas y mecánicas para ser empleado como losa de pavimentación rígida.

Con los resultados se ha podido establecer la eficacia de la adición de fibras híbridas logra modificar el comportamiento en estado fresco y en estado endurecido del concreto, en estado fresco disminuye el asentamiento del concreto y en estado endurecido incrementa la resistencia a la flexión y compresión, y a su vez disminuye la cantidad de fisuras en las losas de concreto.

Se conocen varios estudios que mencionan la importancia del uso de fibras mixtas en el concreto para mejorar sus propiedades; este estudio identificó la importancia de mejorar estas características.

Para un mejor entendimiento, esta investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, las delimitaciones de la investigación, limitaciones y los objetivos tanto general como específicos.

Capítulo II: MARCO TEÓRICO, contiene las antecedentes internacionales y nacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis y variables.

Capítulo III: METODOLOGÍA, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de información, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

Capítulo IV: RESULTADOS, desarrollado en base a los problemas, objetivos y las hipótesis.

Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Bach. Ocaño Cuentas. Yoel

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El concreto es uno de los materiales con mayor uso en el rubro de la construcción, debido a la facilidad de adaptación que posee para la construcción de edificaciones y pavimentos, tal es la magnitud de su importancia que según Mejía (1) el sector construcción y el uso de este material tiene una proyección de crecimiento de hasta 85 % al año 2030. Sin embargo, esta gran factibilidad de uso del concreto ha llevado a tocarse con varias problemáticas que hasta la actualidad resultan un problema al momento de la construcción.

Entre los principales problemas que afectan al concreto al momento de su aplicación se denota la deficiencia en su comportamiento mecánico, especialmente en la resistencia a la flexión, y la otra originada por la disminución de agua en la superficie del concreto, la cual se conoce como fisuración por contracción plástica (2).

A nivel nacional, proyectos de gran importancia se han visto afectados por las deficiencias del concreto, pues debido a las deficientes propiedades físicas y mecánicas, estos presentan problemas como fisuras y grietas que afectan su comportamiento y por ende su tiempo de vida útil. Dicha situación también se da a nivel local, pues en la ciudad de Huancayo, vías como la Av. San Carlos, presentan fallas que se ha originado debido, entre muchos factores, al incremento del tráfico, a las inclemencias climáticas y a las pobres propiedades del concreto, el cual no ha logrado cumplir su tiempo de vida.

En este contexto el uso de materiales naturales ha empezado a tener importancia para los especialistas en la construcción; debido a que estos elementos poseen celulosa, lignina y hemicelulosa, lo cual hace que resalten propiedades como su flexibilidad y textura; generando una mejora en la matriz cementicia del concreto. Además de ello, la extracción de las fibras naturales es más económica y eco amigable a comparación de otros aditivos (3).

. Sin embargo, existe un problema con el uso de estos materiales, pues las fibras naturales, es su fácil deterioro debido a que poseen elementos como celulosa, hemicelulosa y lignina, los cuales presentan baja resistencia a los álcalis.

Ante lo descrito, investigaciones como la realizada por Ammari et al (4), describe una forma de mejorar estas propiedades es por medio de la mezcla con otras fibras, o lo que es lo mismo, mediante el uso de fibras híbridas, la cual es la unión de dos fibras de diferentes especies (natural y sintética). Bajo este criterio, esta investigación buscará establecer una proporción adecuada de la mezcla de las fibras de tereftalato de polietileno y fibras de tallo de cebada, pues constituyen uno de los insumos que fácil se encuentran en el planeta.

De acuerdo a Silva (5) la cebada es uno de los cereales que tiene una producción de 156.6 millones de toneladas, lo cual genera residuos que en muchas ocasiones no son tratadas de manera adecuada y que son quemadas en los campos de sembríos, contaminando al medio ambiente, tal como se identifica en la siguiente (Figura 1).

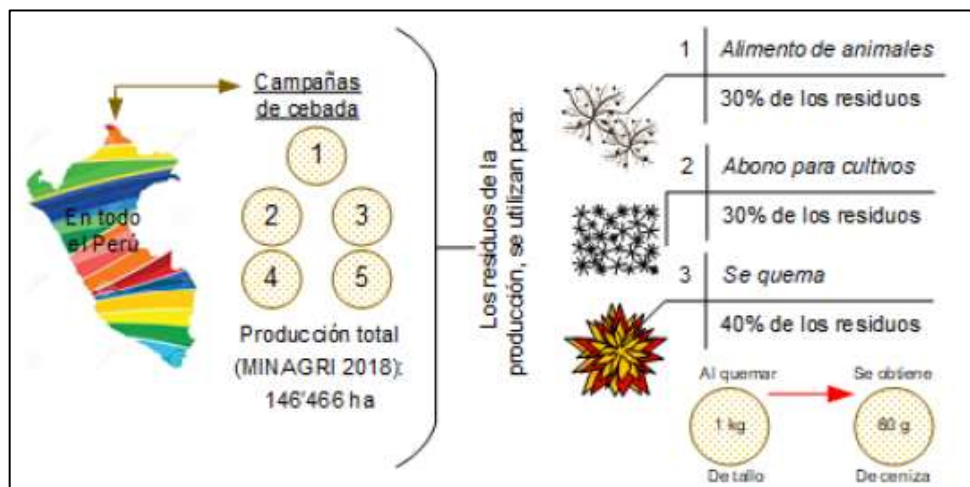


Figura 1. Producción de residuos de las campañas de cebada.

Fuente. Tomado de “Influencia de la adición de la mezcla ceniza volante de cascarilla de cebada con cal en las propiedades físicas y mecánicas en el suelo de Buenos Aires de Víctor Larco Herrera - Trujillo - La Libertad - 2018”, de (5)

Otro aspecto a considerar es la contaminación por plástico (tereftalato de polietileno) que es un problema latente en la actualidad, pues hasta el año 2021, a pesar que se han creado normas que regulen su uso, esto no genera efecto alguno en su producción ni manejo, razón por la cual es uno de los residuos que más afectan a los ecosistemas marítimos.

A nivel local, en el distrito y provincia de Huancayo – Junín, específicamente en el Jr. Los fresnos el pavimento rígido de la zona presenta fallas por fatiga así como agrietamiento y fisuración de la carpeta de rodadura lo que perjudica y reduce el tiempo de vida de la estructura así como reduce la adecuada serviciabilidad del

tránsito por ende la importancia de esta investigación recae en establecerse un uso alternativo de dos elementos residuales que contaminan el medio ambiente (fibras lignocelulósicas y fibras de tereftalato de polietileno), con la finalidad de verificar su aplicabilidad en la elaboración de un concreto eco amigable con mejores propiedades físicas y mecánicas para ser empleado como losa de pavimento rígido (Figura 2).



Figura 2. Pavimento con presencia de fisuras.

Fuente. Elaboración propia

1.2. Delimitación

1.2.1. Espacial

Este proyecto de investigación se desarrolló en el distrito y provincia de Huancayo, ubicado en el departamento de Junín; este proyecto fue desarrollado a nivel de laboratorio.

1.2.2. Temporal

El desarrollo de esta investigación duró 5 meses, iniciando en marzo y culminando en julio del año 2022.

1.2.3. Económica

Para el desarrollo de esta investigación, la inversión económica fue responsabilidad del investigador.

1.3. Formulación y sistematización del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es el efecto de la adición de fibras híbridas en las propiedades del concreto para pavimento rígido?

1.3.2. Problemas específicos

- a. ¿Qué efecto produce la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado fresco del concreto para pavimento rígido?
- b. ¿Cuál es el efecto que trae consigo la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado endurecido del concreto para pavimento rígido?

1.4. Justificación

1.4.1. Práctica

La investigación plantea la solución de tener una carpeta de rodadura resistente a las deformaciones y preservar el mayor tiempo una adecuada transitabilidad; para beneficio de los usuarios de la vía.

1.4.2. Teórica

Respecto a la base teórica de este estudio, afirmó que la base teórica se propondrá cuando arroje nuevos conocimientos científicos, amplíe los conocimientos, refleje los conocimientos existentes y ofrezca nuevas perspectivas, basados principalmente en el uso de fibras híbridas para el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto, el que será usado en construcciones para alcanzar un mayor tiempo de vida útil.

1.4.3. Metodológica

Respecto a la racionalidad metodológica de este estudio afirma: La racionalidad metodológica existe cuando proporciona nuevos métodos analíticos y nuevas tecnologías en la línea de estudio.

1.5. Limitaciones

Las principales limitaciones para la ejecución de este estudio se tomaron en cuenta las siguientes:

1.5.1. Económica

En ninguna parte se realizó estudios aplicados pues solo fueron valores obtenidos en el laboratorio; ya que no se contó con equipos y especialmente a la disponibilidad de tramos de carretera.

1.5.2. Tecnológica

Debido en que la ciudad de Huancayo los laboratorios no cuentan con equipos más especializados, no se puede realizar el ensayo de Módulo de Elasticidad del Concreto.

1.5.3. Información

Debido a que no existe información respecto al uso de fibras híbridas, sobre todo respecto al comportamiento en el concreto.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Analizar el efecto de la adición de fibras híbridas en las propiedades del concreto para pavimento rígido.

1.6.2. Objetivos específicos

- a. Determinar el efecto produce la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado fresco del concreto para pavimento rígido
- b. Determinar el efecto que trae consigo la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado endurecido del concreto para pavimento rígido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Nacionales

Barrientos (6) en su investigación denominada “Propiedades físicas y mecánicas del concreto en pavimentos rígidos con implementación de almidón de cebada, Cusco 2021” tuvo como principal **objetivo:** conocer la incidencia del almidón de cebada en las propiedades mecánicas del concreto, para poder ser utilizados en pavimentos rígidos. Para el desarrollo de esta investigación consideró una **metodología:** experimental del tipo aplicada en el que consideró porcentajes de adición de 5 y 3 % de adición de almidón de cebada en la mezcla de concreto; esta metodología estuvo basada en la obtención de las características de los materiales como el agregado fino y grueso, con el fin de realizar el diseño de mezcla correspondiente. En este sentido, para el estudio consideró como muestras un total de 54 probetas de concreto, las cuales fueron sometidos a ensayos de compresión, flexión y absorción a los 7, 14 y 28 días; los cuales fueron complementados con la medición de trabajabilidad en estado fresco. Como principales **resultados:** pudo establecer que la trabajabilidad medida en laboratorio se incrementó en 28.61 % con una dosificación de almidón de 3 %; mientras que con una dosificación de almidón de cebada de 5 %, la compresión y flexión se incrementaron en 6.33 % y 9.9 % respectivamente, respecto al concreto patrón. De esta manera pudo establecer como

conclusión: general que, el uso de la cebada es beneficioso en las obras de pavimentación, donde el porcentaje óptimo de aplicación debe ser de 5 %.

Quenta (7) realizó la investigación “Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en las propiedades del concreto normal, Puno” cuyo **objetivo:** fue evaluar el efecto del **reciclado** de las fibras de las botellas de PET sobre las propiedades del concreto normal. Para ello, recicló mecánicamente las botellas de PET para emplearla en el concreto como adición en relación del peso de cemento bajo concentraciones de 0 %, 2 %, 4 %, 6 % y 8 %, para proseguir con la medición del asentamiento, resistencia a compresión, resistencia a flexión y densidad. Como **resultados:** encontró que, debido a la adición del PET se reduce el asentamiento en 48.03 % al igual que la resistencia a compresión de 6.3 % y la densidad seca, no obstante, se incrementa la resistencia a flexión desde 16 % a 20 %. En consecuencia, concluyó que el mejor porcentaje de adición es el 4 % de fibras de PET.

Herrera y Polo (2017) en su investigación denominada “Estudio del comportamiento mecánico del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, usado para el control de fisuras por retracción plásticas” tuvo como **objetivo:** realizar una comparación de las fibras naturales o sintéticas y su efecto en las propiedades mecánicas del concreto y el control de las fisuras por retracción plástica. El estudio consideró como **metodología:** un estudio aplicado y experimental basada en el estudio de una fibra sintética denominada Chema fibra y dos naturales conocidas como “fibras de caña de azúcar” y “fibras de maguey”, también determinaron las principales características de los componentes del concreto como del agregado fino y la piedra chancada, todo ello con la finalidad de poder realizar un diseño de mezcla adecuado para la obtención de un concreto de resistencia 210 kg/cm^2 ; para posteriormente medir en laboratorio propiedades como la trabajabilidad, la exudación, peso unitario, la temperatura, la fisuración, la resistencia a la compresión, la resistencia a la tracción indirecta y la resistencia a la flexión. Como **resultados:** pudieron determinar que el rendimiento de la mezcla de concreto con fibras de polipropileno fue de 0.3 kg/m^3 , mientras que con el uso de las fibras naturales estuvo comprendida en el rango de 0.8 a 8 kg/m^3 ; además respecto a la fisuración, pudo determinar que el 1 % de fibra de maguey fue el óptimo porcentaje de adición, mientras que el de la caña de azúcar fueron los que pasaron la malla N°

8. **Concluyendo:** de esta manera que, el uso de las fibras tanto sintéticas y naturales son óptimas para el control del fisuramiento por contracciones plásticas.

2.1.2. *Internacionales*

Belhadj et al. (8) en su investigación denominada “Contribución al desarrollo de un concreto de arena alivianado por la adición de pajas de cebada”, consideró como principal **objetivo:** el desarrollo de un concreto ecoligero para poder utilizado en ambientes áridos, el cual pueda contener dentro de su composición elementos y residuos locales y renovables, para ello consideró evaluar el efecto de adicionar paja de cebada en las propiedades mecánicas y microestructura de un concreto que consta de arena como agregado principal. Para el logro de lo mencionado, el desarrollo de la investigación consideró una **metodología:** experimental, en el que, el estudio se dedicó, en primer lugar, a determinar la composición óptima del concreto de arena a base de paja de cebada, buscando un buen compromiso entre compacidad y trabajabilidad, y en segundo lugar, a estudiar sus propiedades físicas, mecánicas, térmicas y microestructurales. Los **resultados** obtenidos mostraron que la adición de paja de cebada al concreto de arena mejora significativamente sus propiedades termofísicas. En función de la cantidad de paja introducida en el hormigón de arena, los beneficios en la resistencia a la flexión alcanzaron el 6 %. También registraron incrementos significativos en otras propiedades, como la ligereza, la deformabilidad, la ductilidad, la tenacidad y las características térmicas. Sin embargo, el aumento del contenido de cebada disminuye la resistencia a la compresión y aumenta las variaciones dimensionales. No obstante, cabe señalar que es posible obtener valores de resistencia aceptables en función del contenido de paja y los valores de retracción son, en general, inferiores al límite recomendado para los hormigones de madera. En cuanto a la microestructura del composite estudiado, el análisis SEM mostró que la presencia de agregados lignocelulósicos no alteró el desarrollo de las especies dentro de la matriz cementante. Además, y al contrario que en el caso de los agregados de madera, sólo se observan especies de calcio en las proximidades del material lignocelulósico, no existiendo especies de sílice. Por último, como **conclusión** pudieron destacar la fácil introducción del material cementante en el interior de los poros tubulares de algunas pajas, lo cual facilitaría el aumento de las características del concreto.

Ammari et al (4), en su investigación “Contribución de las fibras híbridas a la mejora de las propiedades del hormigón de arena: Pajas de cebada tratadas con agua caliente y fibras de acero”, tuvo como principal **objetivo**: mejorar las características mecánicas de un hormigón ligero de arena, sin afectar en gran medida a sus propiedades termofísicas, pues en estudios anteriores se demostraron que el uso de la paja de cebada incrementa las propiedades de flexión y termofísicas del concreto ligero, pero reduce sus resistencia a la compresión; para contrarrestar este defecto, utilizaron fibras metálicas. Así pues, consideraron para esta investigación una **metodología** experimental, la cual consistió en la aplicación de la fibra de acero en proporciones de 0 %; 0.5 %; 1 %; 1.5 % y 2 %, respecto al volumen. Los **resultados** obtenidos mostraron interesantes mejoras en las propiedades mecánicas del concreto estudiado; estos hallazgos fueron confirmados por un análisis microestructural. La proporción óptima de fibras de acero que constituye el mejor compromiso entre las propiedades estudiadas es del 1 %. Además, la resistencia a la compresión a 90 días mejoró en aproximadamente un 18 %, mientras que registraron ligeros aumentos en la conductividad térmica y la densidad. La difusividad térmica se redujo en un 2 % aproximadamente y el calor específico se incrementó en un 15 %. En cuanto a la contracción, observaron una reducción de alrededor del 30 %. Cabe señalar que, como **conclusión** principal determinaron que el material sigue conservando sus cualidades de concreto ligero; mientras que el estudio microestructural reveló que la adhesión entre las fibras utilizadas y la matriz de cemento es muy buena.

Bederina et al. (9) en su investigación denominada “Beneficios de las propiedades de un concreto de arena con paja de cebada - Tratamiento de la paja de cebada” tuvo como principal **objetivo** del presente trabajo es, por tanto, resolver estos problemas y consiste en mejorar las propiedades de las pajas de cebada aplicando diferentes tratamientos antes de su utilización para mejorar las propiedades de la composición óptima del concreto ligero estudiado (15 kg/m³ de pajas de cebada). Entre los diversos tratamientos probados, cuatro han resultado eficaces y, por tanto, han sido seleccionados para la continuación de este estudio: el agua caliente, el gasóleo, el barniz y el aceite usado. Estos tratamientos se adhieren bien a la superficie exterior de la paja de cebada y aumentan significativamente su resistencia a la tracción sin cambiar mucho su masa y dimensiones. Introducidas en

el concreto de arena, las pajas tratadas con el agua caliente dieron buenas mejoras en la resistencia a la flexión del compuesto, no cambiaron mucho su densidad y sus características térmicas siguieron siendo aceptables. Sin embargo, el gasóleo fue el más eficaz para reducir la contracción del hormigón estudiado, pero no se registraron mejoras notables en las demás propiedades. En cuanto al barniz, este producto mejoró la mayor parte de las características del hormigón estudiado, pero las tasas de aumento fueron inferiores a las registradas en otros tratamientos. Por último, cabe señalar que el aceite usado dio unos **resultados** relativamente buenos a la compresión y al calor, y unas características aceptables a la flexión, pero una contracción y una densidad elevadas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concreto fibroreforzado

Según Herrera y Polo (2017) el concreto fibroreforzado corresponde a aquel concreto que contiene además de los áridos finos y gruesos a fibras discontinuas, las cuales pueden ser productos artificiales como polímeros, acero, carbón, vidrio, etc. O productos naturales como fibras de celulosa; asimismo, señala que estos concretos son capaces de soportar esfuerzos de tensión, cortante, flexión y compresión, además de convertirse en materiales con mayor ductilidad y tenacidad.

2.2.2. Tipos de fibras

Las fibras se dividen en dos grandes grupos, el primero corresponde a las fibras artificiales y el segundo a las fibras naturales, es así que, dentro de las fibras artificiales se tiene a las fibras celulósicas y no celulósicas, mientras que dentro de las fibras naturales se tiene a las fibras vegetales, animales y minerales (Herrera y Polo, 2017).

2.2.3. Fibras de tallo de cebada

De acuerdo a Mejía (1) los tallos de cebada son rectos, gruesos con un ancho de 0.5 cm aproximadamente que a la vez cuenta con 6 a 8 entrenudos, los mismos tienden a ser un poco más gruesos, en cuanto a su longitud, esta es variante pues depende de la especie de la cebada, no obstante, puede oscilar entre 50 a 100 cm, en la siguiente (Figura 3) se muestra los componentes de la cebada:

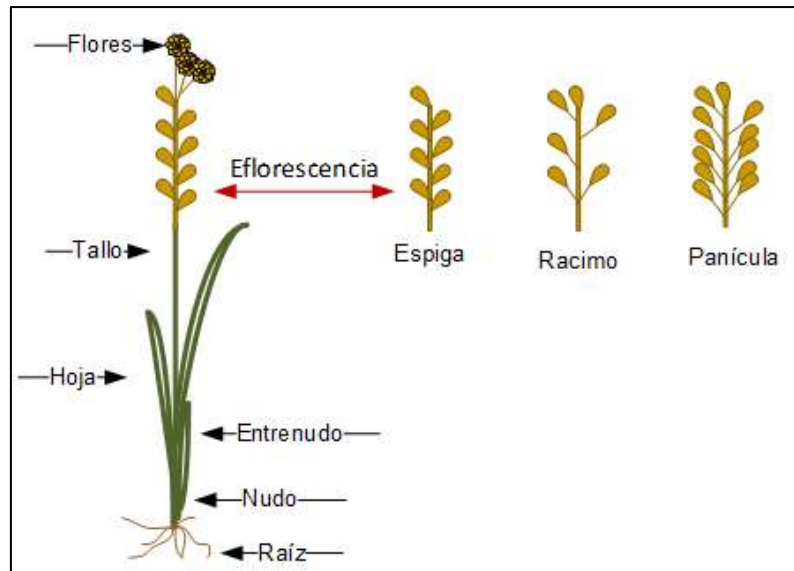


Figura 3. Partes de la cebada.

Fuente: Tomado de “Evaluación de hormigón con adición de paja de cebada y ceniza de mazorca para reducir el porcentaje de cemento.”, de Mejía (1)

2.2.4. *Fibras de tereftalato de polietileno*

Quenta (7), señala que las fibras de tereftalato de polietileno son producto de los envases del mismo material postconsumo, donde la forma, esbeltez y dimensiones pueden intervenir en el comportamiento del concreto, pudiendo ser estas de hendidura recta, hendidura de extremo aplanada, de hendidura deformada o de extremo ondulada.

2.2.5. *Concreto*

Es lo resultante de mezclar el cemento, agua, arena y gravas hasta formar un conglomerado que al fraguar con su endurecimiento llega a adquirir resistencia similar a las rocas Mejía (1).

2.2.6. *Concreto para pavimento rígido*

Según las características técnicas generales para la construcción del manual de carreteras MTC (10), para elaborar el concreto que actuará como losa de pavimento rígido se deberá considerar la granulometría del agregado fino (Tabla 1) y su calidad (

Tabla 2), la distribución del agregado grueso (Tabla 3), además de su calidad (Tabla 4).

Tabla 1. Requisitos granulométricos del agregado fino.

Tamiz		Porcentaje que pasa
Normal (mm)	Alternativo	

9.5	3/8"	100
4.75	N° 4	95 - 100
2.36	N° 8	80 - 100
1.18	N° 16	50 - 85
600 µm	N° 30	25 - 60
300 µm	N° 50	10 - 30
150 µm	N° 100	2 - 10

Fuente: Tomado de “Manual de carreteras: características técnicas generales para la construcción” (10)

Tabla 2. Requisitos de calidad del agregado fino.

Ensayo	Norma NTP	Requisito	
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, %	Sulfato de sodio	400.016	10
máximo ≥ 3000 msnm	Sulfato de magnesio	400.016	15
Índice de plasticidad		339.129	No plástico
Equivalente de arena	$f_c \leq 210$ kg/cm ²	339.146	65
	$f_c > 210$ kg/cm ²	339.146	75
Cantidad de arcilla y partículas deleznable, % máximo		400.015	3
Carbón y lignito, % máximo		400.023	0.5
Material que pasa el tamiz N° 200		400.018	3
Color más oscuro permisible		400.024	Igual a muestra patrón
Contenido de sulfatos		400.042	1.2
Contenido de cloruros		400.042	0.1
Absorción de agua, % máximo		400.022	4

Fuente: Tomado de “Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción”, (10)

Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Huso	Tamaño nominal	Porcentaje que pasa													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25 mm	19 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 μm
1	90 a 37.5 mm	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5						
2	63 a 37.5 mm			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5						
3	50 a 25 mm				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
357	50 a 4.75 mm				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5			
4	37.5 a 19 mm					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5				
467	37.5 a 4.75 mm					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5			
5	25 a 12.5 mm						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5				
56	25 a 9.5 mm						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5			
57	25 a 4.75 mm						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5		
6	19 a 9.5 mm							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5			
67	19 a 4.75 mm							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5		
7	12.5 a 4.75 mm								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5		
8	9.5 a 2.36 mm									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	
89	9.5 a 1.18 mm									100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9A	4.75 a 1.18 mm														

Fuente: Tomado de "Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción (10)"

Tabla 4. Requisitos de calidad del agregado grueso

Ensayo	Norma NTP	Requisito
Pérdida en la máquina de Los Ángeles	400.019 y 400.020	40
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo ≥ 3000 msnm	Sulfato de sodio 400.016	12
	Sulfato de magnesio 400.016	18
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo	400.015	3
Carbón y lignito, % máximo	400.023	0.5
Partículas fracturadas mecánicamente (una cara), % mínimo	ASTM D 5821	60
Partículas chatas y alargadas (relación 5:1), % máximo	400.04	15
Contenido de sulfatos	400.042	1.2
Contenido de cloruros	400.042	0.1

Fuente: Tomado de “Manual de carreteras: especificaciones técnicas generales para la construcción” (10)

2.2.7. Asentamiento del concreto

Según Barrientos (2021) viene a ser un procedimiento para determinar la trabajabilidad del concreto que depende no solo del diseño de mezcla sino de la manipulación de cada uno de los materiales que lo componen; por ello, se emplea el cono de Abrams el mismo que se encuentra estandarizado y cuyas dimensiones se muestran en la siguiente (Figura 4):

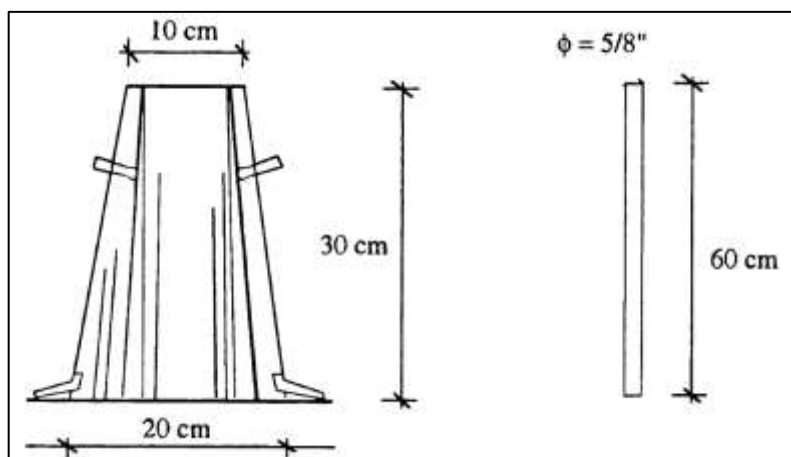


Figura 4. Vista del instrumento para la medición del asentamiento del concreto.

Fuente: Tomado de “Propiedades mecánicas del concreto en pavimentación rígida con adición de almidón de cebada, Cusco 2021. S.l.”, realizado por Barrientos (2021)

2.2.8. Tiempo de fraguado

Se produce cuando la pasta que conforma la mezcla de concreto se endurece, donde el inicio de este se denomina fraguado inicial y aquel tiempo que se requiere para que la mezcla se quede totalmente rígida corresponde al fraguado final (11), su determinación está dada por la NTP 339.082:2017.

2.2.9. Resistencia a compresión del concreto

Según Norma (7) la resistencia a esfuerzo axial del concreto viene a ser la resistencia del mismo ante carga axial, la cual es determinada por la NTP 339.034:2021; cuya fórmula principal es:

$$C = \frac{P}{A}$$

De lo cual, C representa a la resistencia a esfuerzo axial del concreto (kg/cm²), P es la carga máxima donde se produce la rotura (kgf) y A es el área de la sección en contacto de la probeta (cm²).

2.2.10. Resistencia a flexión del concreto

Es conocido como el módulo de ruptura del concreto, cuyo ensayo es estipulado en la NTP 339.078:2012 (revisada el 2017) (7) ; cuya fórmula recae en:

$$T = \frac{3PxL}{2bxd^2}$$

Detallándose que, P es la carga a tope de rotura en la viga (kgf), L es la longitud de luz de la viga, b es el ancho promedio de la viga y d es la altura promedio de la viga.

2.2.11. Fisuración

Es producto de la contracción o retracción plástica en el estado fresco del concreto; se origina cuando el concreto fresco en el lapso de 1 a 3 horas después de ser colocado, comúnmente en losas, pavimentos o pisos industriales, tal como se muestra en la (Figura 5), pudiéndose evitar o contrastar con la aplicación de un correcto curado y protección (12).



Figura 5. Fisuras por contracción plástica.

Fuente: Tomado de “¿Cuándo, por qué y cómo aparecen las grietas en el hormigón fresco?”, realizado por (12).

2.3. Marco conceptual

a. Árido grueso:

Viene a ser aquel material que no pasa el tamiz N° 4 que puede ser producto por desintegración natural o mecánica (Herrera y Polo, 2017).

b. Concreto liviano:

Es aquel concreto que tiene una pesadez entre 1440 kg/m³ a 1840 kg/m³ (7).

c. Curado del concreto

Se refiere a aquellos procedimientos que promueven la hidratación del cemento, con el control de tiempo, condiciones de humedad y temperatura después de haber sido colocado el concreto (11).

d. Durabilidad del concreto

Es la cual el concreto puede soportar la exposición al deterioro que se presenta en el medio ambiente (13).

e. Segregación

Es la separación que se produce en la amasado de concreto en su estado fresco por acción mecánica de los agregados por lo general gruesos, debido a las prácticas presentadas durante su compactación (6).

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis general*

El incremento de fibras híbridas influye en las propiedades del concreto para pavimento rígido.

3.1.2. *Hipótesis específicas*

- a. La adición de fibras híbridas influye en las propiedades en estado fresco del concreto para pavimento rígido.
- b. La adición de fibras híbridas influye en las propiedades en estado endurecido del concreto para pavimentación rígida.

3.2. Variables

3.2.1. *Definición conceptual de las variables*

Variable independiente (X): fibras híbridas.

De acuerdo a Ammari et al (4), las fibras híbridas son aquellas donde se une fibras naturales con fibras artificiales para ser empleadas en el concreto conjuntamente.

Variable dependiente (Y): propiedades del concreto para pavimento rígido

Según el MTC (10) son aquellas propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido, lo cual permite determinar su calidad.

3.2.2. Definición operacional de las variables

Variable independiente (X): fibras híbridas. – Para esta investigación se empleará fibras lignocelulósicas tales como tallos secos de cebada cuyas dimensiones deberán ser de 35 mm de longitud, asimismo se empleará fibras de tereftalato de polietileno serán de 2 mm de ancho con 35 mm de largo.

Variable dependiente (Y): propiedades del concreto para pavimento rígido. – Se optará por la medición de las características del hormigón en su estado fresco y endurecido, siendo estas la consistencia, tiempo de endurecimiento, resistencia a esfuerzo axial, resistencia a flexión y fisuración.

3.2.3. Operacionalización de las variables

En la siguiente tabla se tiene la manejabilidad de las variables consideradas para el desarrollo del presente estudio:

Tabla 5. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
Fibras híbridas	Cantidad de fibras lignocelulósicas	Longitud de fibras de tallo de cebada	mm	Regla
		Proporción de fibras de tallo de cebada respecto al contenido de cemento	%	Según la NTP
	Cantidad de fibras de tereftalato de polietileno	Longitud de fibras de tereftalato de polietileno	mm	Regla
		Ancho de fibras de tereftalato de polietileno	mm	Regla
		Proporción de fibras de tereftalato de polietileno	%	Según la NTP
		Propiedades en estado fresco	Asentamiento	cm
Propiedades del concreto para pavimento rígido	Propiedades en estado fresco	Tiempo de fraguado	min	Cronometro
		Resistencia a compresión	kg/cm ²	Prensa hidráulica
	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a flexión	kg/cm ²	Prensa hidráulica
		Número de fisuras	Adimensional	Fichas
		Ancho de fisuras	mm	Regla

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

La forma de investigación que se considerará para el desarrollo de esta investigación será el científico, específicamente el hipotético-deductivo, pues de acuerdo a Hernández et al. (14), mediante este método se debe contrastar las hipótesis propuestas aplicando una secuencia ordenada y sistematizada para generar nuevos conocimientos.

En tal contexto, el uso del método científico será necesario para el desarrollo de este estudio, pues con ello se podrá seguir sus principales pasos, la cual considera: la contemplación, la problemática, la formulación de hipótesis, la experimentación, resultados y su discusión.

4.2. Tipo de investigación

Este estudio es aplicada, de acuerdo a Sánchez y Reyes (15), se da cuando el desarrollo de una tesis, considera el uso de conocimiento pre existente con el objetivo de identificar y solucionar un problema; es decir, se aplica el conocimiento para poder solucionar un problema real.

Con base a lo descrito, esta investigación considerará el tipo aplicado, debido a que, para su desarrollo se considerarán conocimientos ya existentes, tales como: el diseño de concreto, las propiedades del concreto en su fresco y sólido; esto con el fin

de poder establecer soluciones alternativas para el mal desempeño del concreto, el cual, al no poseer elementos o aditivos, pueden presentar fisuras por contracción plástica, bajas resistencia de compresión y flexión.

4.3. Nivel de investigación

Esta investigación es explicativa y tiene como finalidad establecer una relación de causalidad y comportamiento entre las variables de estudio (independiente y dependiente), es decir, que busca establecer las consecuencias en la variable dependiente al manipular la variable independiente (14).

En este sentido, este estudio se realizará con cautela al nivel explicativo, pues se buscará establecer el efecto que tiene la aplicación de las fibras híbridas (fibra lignocelulósica y tereftalato de polietileno), en las propiedades del hormigón en estado fresco y sólido.

4.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación es un aspecto importante para el desarrollo de la tesis, pues este indica y señala la secuencia adecuada para su desarrollo. En este contexto, el diseño experimental, tiene como finalidad manipular de manera aleatoria pero controlada una de las variables, con el fin de establecer si es la causa para la variación en otra de las variables (16).

En tal sentido, el desarrollo de este estudio considerará un diseño experimental, y específicamente el del tipo cuasiexperimental, pues se manipulará la cantidad de fibra híbrida, con la finalidad de establecer el efecto en las principales del concreto.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

La población que se considerará en el desarrollo de esta investigación será el concreto diseñado para un $f'c$: 280 kg/cm² como: probetas de 0.10x0.20m se utilizó 0.113 m³ de concreto, en vigas de 0.53x0.15x0.15m se utilizó 0.572 m³ de concreto, para asentamiento se utilizó 0.309 m³ de concreto al 10% del total, fisuras en losa de 1x1x0.20m se utilizó 2.400 m³ de concreto y en total se utilizó 3.394 m³ de concreto

con la mezcla de fibras híbridas, específicamente para ser empleado para pavimento rígido.

4.5.2. Muestra

La muestra para el desarrollo de esta tesis, será determinada en función de la técnica no probabilístico intencional, la cual se detalla en la Tabla 6. Cabe mencionar que, las fibras lignocelulósicas corresponderán a tallos secos de cebada de 35 mm de longitud, mientras que, las fibras de tereftalato de polietileno serán de 2 mm de ancho con 35 mm de largo.

- Propiedades en estado fresco:

La Tabla 6, muestra 24 ensayos de asentamiento, donde se les añadieron 0%, 1%, 1.5%, 2% de fibra lignocelulósica y 0%, 1%, 1.5%, 2% de fibra de tereftalato de polietileno.

- Propiedades en estado endurecido:

En la Tabla 6, se tiene 72 probetas fueron probadas a ensayo de resistencia a compresión, donde se les aumentó al 0%, 1%, 1.5%, 2% de fibra lignocelulósica y 0%, 1%, 1.5%, 2% de fibra de tereftalato de polietileno.

En la Tabla 6, se muestran 48 vigas fueron sometidas a técnica de resistencia a flexión, donde se les implementó 0%, 1%, 1.5%, 2% de fibra lignocelulósica y 0%, 1%, 1.5%, 2% de fibra de tereftalato de polietileno.

Tabla 6. Consideraciones para el número de mediciones en la investigación.

		Propiedades en estado inicial	Propiedades en estado sólido							
			Trabajabilidad	Resistencia a esfuerzo axial			Resistencia a flexión		Número de fisuras	Ancho de fisuras
				7 días	14 días	28 días	14 días	28 días		
0 % de fibra híbrida	0 % de fibra lignocelulósica	3	3	3	3	3	3	3		
	0 % de fibra de tereftalato de polietileno	3	3	3	3	3	3	3		
2 % de fibra híbrida	1 % de fibra lignocelulósica	3	3	3	3	3	3	3		
	1 % de fibra de tereftalato de polietileno	3	3	3	3	3	3	3		
	1.5 % de fibra lignocelulósica	3	3	3	3	3	3	3		

3 % de fibra híbrida	1.5 % de fibra de tereftalato de polietileno	3	3	3	3	3	3	3	3
4 % de fibra híbrida	2 % de fibra lignocelulósica	3	3	3	3	3	3	3	3
	2% de fibra de tereftalato de polietileno	3	3	3	3	3	3	3	3

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.6.1. Técnicas

La técnica para la obtención de datos que se considerará en el desarrollo de la tesis será:

Observación: Esta técnica implica una inspección visual de los procedimientos utilizados durante la investigación; por lo que su uso es fundamental a la hora de realizar pruebas de laboratorio.

La investigación aplica la siguiente técnica: Observación.

4.6.2. Instrumentos

Este estudio considerará el uso de instrumentos especificados en la normativa peruana y extranjera para desarrollar ensayos como asentamiento, tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y fisuración; además, se revisará la mesa de laboratorio, en la que se recogerá toda la información de cada prueba.

Los instrumentos utilizados fueron:

- Fichas
- Cronometro
- Prensa hidráulica
- Regla y flexómetro

4.7. Procedimiento de recolección de datos

La secuencia para la tenencia de datos se dio de la posterior manera:

Se ha recolectado Fibra tereftalato polietileno (Figura 6) y Fibra Lignocelulósica (Figura 7) como se muestran en las fotografías, la primera se obtuvo de la empresa Macrofibra la cual nos abasteció de 5 kilos y la segunda se obtuvo de

la fibra de paja de cebada como se muestra en la fotografía, la mezcla de ambas se conoce como fibra híbrida (Figura 8), ambas miden 5 cm de largo.



Figura 6. Fibra de tereftalato polietileno.



Figura 7. Fibra Lignocelulósica



Figura 8. Fibra Híbrida

Se ha realizado la mezcla de las fibras y los ensayos realizados en laboratorio tal y como se muestra a continuación:

a. Reducción de muestra de campo para probar tamaño de muestra según norma NTP 339.089

Objetivo

“El objetivo es reducir las muestras de campo a la porción necesaria para las pruebas. "Las muestras más grandes suelen ser más representativas de la muestra total”

“El método expuesto está diseñado para reducir el tamaño de las muestras obtenidas en el campo a un tamaño adecuado para realizar diversas pruebas para caracterizar el material y medir su masa, de modo que la parte más pequeña de la muestra no estropee la muestra más grande y por lo tanto la oferta total. "Los errores cometidos al no seguir cuidadosamente estos métodos darán como resultado muestras no representativas para pruebas posteriores”

Procedimiento

Método A: cuarteador mecánico

“Distribuidor de muestreo: El distribuidor de muestreo tiene igual número de vástagos con muescas del mismo ancho, pero no menos de ocho para suelo grueso y al menos veinte para suelo fino, alternándose a ambos lados de la salida del distribuidor. El ancho mínimo del lomo debe ser de aprox. 1,5 veces mayor que el diámetro de la partícula más grande de la muestra a dividir. El dispensador debe estar equipado con dos recipientes para contener dos mitades separadas de la muestra. También debe estar equipado con un embudo, cuyo ancho sea igual o ligeramente menor que el ancho total del tronco, a través del cual se introducirá la muestra en el tronco a una velocidad controlada. El equipo y sus accesorios deben diseñarse para garantizar un flujo constante de muestra sin restricciones ni pérdida de material.”

b. Análisis de distribución de partículas del agregado fino, grueso y global según norma NTP 400.012

Objetivo

“Se utiliza para determinar la clasificación de los materiales destinados a ser utilizados como áridos o como áridos. Los resultados se utilizarán para determinar si la distribución granulométrica cumple con los requisitos de las especificaciones técnicas de ingeniería y proporciona los datos necesarios para el control de la producción de agregados.”

“No se obtuvieron resultados para esta prueba en material que pasó un tamiz de 75 μm (No. 200). El método de prueba utilizado es el siguiente: "Cantidad de material fino que pasa a través de un tamiz de 75 μm (No. 200) en un lavado.".

Procedimiento

- a. "Secar la muestra a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta obtener un peso constante. Nota 1. Si se requieren resultados rápidos, no es necesario secar para probar agregados gruesos, ya que el contenido de humedad tiene poco efecto en los resultados a menos que:
 - b. "Las dimensiones nominales máximas son inferiores a 12 mm (1/2)"
 - c. "El agregado grueso contiene una cantidad significativa de finos menores a 4,75 mm (N° 4) de malla".
 - d. "Los áridos gruesos son muy absorbentes (por ejemplo, los áridos ligeros)"
 - e. "También se pueden utilizar planchas calientes para secar muestras a altas temperaturas sin afectar los resultados, siempre que se mantenga la evolución del vapor sin crear suficiente presión para romper las partículas y la temperatura no exceda una temperatura que causaría la degradación química del relleno. "
 - f. "Seleccione una serie de mallas de tamaño adecuado que coincidan con las especificaciones del material que se va a probar. Instale las mallas en orden descendente de tamaño de orificio y coloque la muestra en la malla superior. El tamizado se realiza manualmente o mediante tamiz mecánico durante un período de tiempo adecuado. "
- c. Método de ensayo normalizado para calcular la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los áridos según norma NTP 400.017**

Objetivo

"Se utiliza constantemente para determinar los valores de peso unitario utilizados en ciertos métodos de diseño de mezclas de concreto".

"También se utiliza para determinar la relación masa/volumen convertido en contratos de compra, donde el grado de compactación del agregado en una unidad de envío o tanque de almacenamiento (que a menudo tiene humedad superficial absorbida) está relacionado con la masa unitaria seca determinada por esta prueba. "

Procedimiento

- a) "Llena el vaso con agua a temperatura ambiente y cúbrelo con un plato de vidrio para eliminar las burbujas de aire y el exceso de agua".
- b) "Determinar el peso del agua en una taza medidora".
- c) "Mida la temperatura del agua y determine la densidad".
- d) "El volumen (V) del recipiente medidor se calcula dividiendo el peso del agua necesaria para llenar el recipiente medidor por la densidad del agua".
- e) "La calibración de los recipientes mortuorios debe realizarse al menos una vez al año o siempre que haya motivos para dudar de la precisión de la calibración".

Determinación del peso unitario

"Procedimiento con Pala: Llenar el recipiente medidor con una pala o cuchara y vaciar el agregado desde una altura no mayor a 50 mm (2 pulgadas) hasta que el recipiente se desborde. Utilice una regla para eliminar el exceso de hueso. Determine el peso del recipiente medido más el peso del contenido y del recipiente y registre el peso con una precisión de 0,05 kg (0,1 lb) más cercana. "

d. Peso específico y absorción del árido fino según norma NTP 400.022

Objetivo

"La densidad (gravedad específica) es una propiedad comúnmente utilizada para calcular la cantidad de agregados en una variedad de mezclas que contienen agregados, incluido el concreto de cemento Portland, el concreto asfáltico y otras mezclas que se suministran y analizan por volumen."

"También se utiliza para calcular huecos en agregados en la prueba MTC E 203. La gravedad específica aparente y la gravedad específica relativa aparente se refieren al material sólido del que están hechas las partículas, excluyendo los espacios porosos dentro de ellas que son accesibles al agua. Este valor no está muy extendido en la tecnología de materiales de construcción. "

"El valor de absorción se utiliza para calcular el cambio en la masa del agregado debido al agua absorbida entre los espacios porosos entre las partículas en comparación con las condiciones secas donde se considera que el agregado está en suficiente contacto con el agua para lograr el mayor potencial de absorción".

"Se utiliza para determinar la gravedad específica seca, la gravedad específica saturada de la superficie seca, la gravedad específica aparente y la absorción de agregados finos, de modo que estos valores puedan usarse en cálculos y correcciones de diseño de mezclas y para verificar la consistencia de las propiedades físicas".

"No es adecuado para áridos ligeros porque el remojo en agua durante 24 horas no garantiza que los poros estén completamente llenos, lo cual es un requisito necesario para que la prueba se utilice de forma eficaz".

Procedimiento

- a. "Colocar 500 g del material preparado en un matraz de muestra y llenar parcialmente con agua a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta alcanzar la marca de 500 cm³. Agitar el matraz manual o mecánicamente para eliminar las burbujas de aire."
- b. "Enrollar con la mano, invertir y agitar el vaso para eliminar las burbujas de aire. La eliminación manual de las burbujas de aire suele tardar entre 15 y 20 minutos."
- c. "Mecánicamente, las burbujas se extraen mediante vibración externa de una manera que no degrada la muestra."
- d. "Después de eliminar las burbujas de aire, ajuste la temperatura de la botella y su contenido a $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y llénela hasta el volumen calibrado. Determine el peso total del vidrio, la muestra y el agua."

- e. “Retirar el árido fino de la botella, secar en estufa a 110 ± 5 °C hasta peso constante, enfriar a temperatura ambiente durante 1/2 a 1 1/2 horas y determinar el peso.”

e. *Peso específico y absorción de áridos gruesos según norma NTP 400.021*

Objetivo

“La muestra total se sumerge en agua durante aprox. 24 horas que esencialmente llena los poros. Luego se retira del agua, el agua de la superficie de las partículas se seca y se pesa. Luego las muestras se sumergieron en agua y se pesaron

“Finalmente, la muestra se seca y se pesa por tercera vez. Utilizando el peso así obtenido y las fórmulas para esta condición operativa, se pueden calcular tres tipos de gravedad específica y absorbancia.”

Procedimiento:

- a. “Para muestras de prueba con un tamaño nominal máximo de 37,5 mm (1 ½ pulg.) o mayor, seque la muestra hasta obtener un peso constante a 110 ± 5 °C y ventile en un área fresca a temperatura ambiente durante 1 a 3 horas. Deje que la unidad se enfríe a una temperatura agradable (alrededor de 50 °C). Remoje el dispositivo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas \pm 4 horas”
- b. “Nota 1. Al probar agregados gruesos con tamaños nominales máximos mayores, es conveniente probar dos o más submuestras y combinar los valores resultantes en cálculos.”
- c. “Si se utilizan valores de gravedad específica y absorción para formular mezclas de concreto (hormigones) donde los agregados se van a usar en sus condiciones naturales de humedad, se puede eliminar el requisito inicial de secado de masa constante, y si se prueba la superficie del concreto. partículas Debe mantenerse húmedo antes de realizar la prueba; se puede evitar el remojo durante 24 horas.”

f. Resistencia a la esfuerzo axial del hormigón sólido en muestras cilíndricas, según norma NTP 339.034.

Objetivo

“Determinación de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de hormigón, incluidos cilindros colados y núcleos trefilados, y únicamente hormigón con un peso unitario superior a 800 kg/m³ (50 lb/ft²).”

Finalidad y alcance

- a. “El ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial al objeto sobre un cilindro o núcleo a una velocidad de carga especificada hasta que se produzca la falla. La resistencia a la compresión de la muestra se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal del espécimen.”
- b. “Los resultados de esta prueba se pueden utilizar como base para el control de calidad de las operaciones de mezclado, mezclado y colocación del concreto; para el cumplimiento de las especificaciones y como control para evaluar la efectividad de los aditivos y otras aplicaciones similares.”
- c. “Se debe tener precaución al interpretar el significado de resistencia a la compresión determinada utilizando este método de prueba, ya que la resistencia no es una propiedad esencial del hormigón elaborado con ciertos materiales.”
- d. “Los valores obtenidos dependen del tamaño y la forma de la muestra, el tamaño del lote, el procedimiento de mezcla, los métodos de muestreo, fundición y fabricación, así como de las condiciones de edad, temperatura y humedad durante el curado.”
- e. “Los valores expresados en unidades del SI se consideran estándar.”
- f. “Esta norma no pretende abordar los problemas de seguridad asociados con su uso. Es responsabilidad del usuario seguir prácticas apropiadas de seguridad y salud y determinar la aplicación de restricciones legales antes de su uso.”

Procedimiento

- a. “Las muestras secadas en agua se compactan y examinan inmediatamente después de retirarlas del lugar de conservación.”
- b. “Las muestras deben mantenerse húmedas por cualquier medio adecuado entre el momento en que se retiran de la conservación y el momento en que se analizan. Se prueban en condiciones húmedas.”
- c. “Posicionamiento de la muestra: coloque el bloque de carga inferior en la plataforma de la máquina de prueba directamente debajo del bloque de carga superior. Limpie la superficie de los bloques superior e inferior y coloque la muestra en el bloque inferior.”
- d. “El eje de la muestra se alinea cuidadosamente con el centro de presión del bloque superior.”
- e. “El conjunto de rótula debe girarse inmediatamente antes de la prueba para permitir la libertad de movimiento necesaria. Antes de probar la muestra, verifique que el indicador de carga esté puesto en cero.”
- f. “Tasa de carga: la carga se aplica continuamente sin golpes repentinos.”
- g. “La carga se aplicará a una tasa correspondiente a una tasa de carga de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s.”
- h. “La velocidad seleccionada deberá mantenerse al menos durante la segunda mitad del ciclo de prueba en la fase de carga prevista. Sin embargo, la velocidad de desplazamiento no debe ajustarse cuando se alcanza la carga máxima y la tasa de aplicación de carga disminuye debido a la rotura del cilindro.”
- i. “Se permiten velocidades de carga más altas en la primera mitad de uso durante la fase de carga planificada, siempre que las velocidades se controlen para evitar cargas de choque.”
- j. “La carga se aplica hasta que el indicador indica que la carga ha comenzado a caer de manera constante y el cilindro muestra una condición de falla definitiva. Si se utiliza una máquina equipada con un detector de rotura de prueba, no se permite ningún llenado hasta que la carga haya caído a menos de 95 % del valor máximo.”

- k. “Al probar cilindros neumáticos sin cara, puede ocurrir una fractura en las esquinas antes de que se alcance la carga máxima; en este caso, la compresión debe continuar hasta que se determine que se ha alcanzado la carga máxima.”
- l. “Registrar la carga máxima soportada por el cilindro durante la prueba y registrar el modo de falla según el modelo (si aplica). En caso contrario, se dibuja un diagrama y se describe el tipo de error producido.”
- m. “Si la resistencia medida es mucho menor de lo esperado, se inspecciona el cilindro en busca de huecos o signos de separación, o grietas a través de partículas de agregado grueso, y se verifica el estado del revestimiento.”

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Propiedades del concreto en estado fresco:

5.1.1. Medición del asentamiento del concreto:

El asentamiento es una de las principales propiedades del concreto y puede usarse como referencia para determinar la trabajabilidad del concreto; para ello se utilizó el método desarrollado por Abrams, dando como resultado los valores que se muestran en la siguiente tabla:

La información que se obtuvo en después del análisis, han sido ordenados en la tabla 7, del cual se obtendrá la media de los valores.

Tabla 7. Medición del asentamiento del concreto.

Grupos	Asentamiento (pulgadas)
Concreto Patrón.	7.0
	6.0
	7.0
Concreto con Adición del 2.0% de Fibras Híbridas.	6.0
	5.0
	6.0
Concreto con Adición del 3.0% de Fibras Híbridas.	5.0
	5.0
	4.0
Concreto con Adición del 4.0% de Fibras Híbridas.	3.0
	3.0
	2.0

La tabla anterior muestra que el concreto base o convencional alcanzó un máximo valor de trabajabilidad de 7.0 pulgadas y el cual se reduce hasta alcanzar un valor mínimo de 2.0 pulgadas al adicionar hasta un 2.0% de fibras híbridas.

Los valores medios por cada grupo analizado, se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Promedio de asentamiento del concreto.

Grupos	Asentamiento (pulgadas)
Concreto Patrón.	7.0
Concreto con Adición del 2.0% de Fibras Híbridas.	6.0
Concreto con Adición del 3.0% de Fibras Híbridas.	5.0
Concreto con Adición del 4.0% de Fibras Híbridas.	3.0

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

La tabla muestra que el concreto base o convencional alcanzó un valor promedio de Asentamiento de 7.0 pulgadas y a medida que vamos adicionando Fibra Híbrida este se va reduciendo hasta alcanzar un valor mínimo promedio de 3.0 pulgadas al adicionar hasta un 4.0% de Fibras Híbridas (Figura 9).

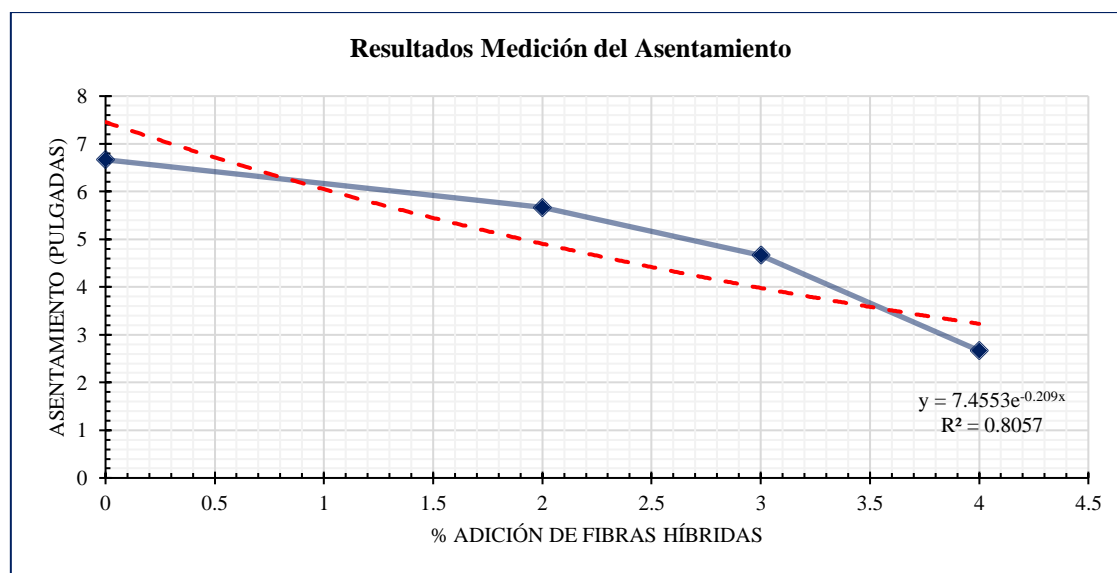


Figura 9. Resultados de medición del asentamiento.

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

5.2. Propiedades del concreto en estado endurecido:

5.2.1. Resistencia a la compresión

Entre las muchas propiedades del hormigón, el parámetro más fundamental es probablemente la resistencia a la compresión del hormigón, ya que puede utilizarse para formar elementos estructurales como columnas, vigas y cimientos. En este caso, los valores obtenidos en laboratorio tras las pruebas de compresión de los días 7, 14 y 28 se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados de la resistencia a la compresión del concreto endurecido.

Grupos	Resistencia a compresión (kg/cm ²)		
	7 días.	14 días.	28 días.
Concreto Patrón.	198.17	253.52	290.12
	204.17	272.99	292.32
	219.75	276.08	298.82
Concreto con Adición del 2.0% de Fibras Híbridas.	215.99	279.62	294.11
	219.84	286.61	298.03
	213.30	273.57	300.89
Concreto con Adición del 3.0% de Fibras Híbridas.	227.56	294.54	311.13
	221.53	286.83	316.61
	218.60	283.52	322.30
Concreto con Adición del 4.0% de Fibras Híbridas.	235.35	296.62	328.30
	238.41	301.95	330.61
	237.27	294.54	322.77

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

Al calcular y analizar el valor promedio de cada grupo, se puede observar que el comportamiento resistente del concreto tiene una tendencia positiva al aumentar los valores de resistencia con la adición de fibras mixtas, como se muestra en la Tabla 10.

Tabla 10. Promedio de los resultados.

Grupos	Resistencia a compresión (kg/cm ²)		
	7 días.	14 días.	28 días.
Concreto Patrón.	207.37	267.53	293.76
Concreto con Adición del 2.0% de Fibras Híbridas.	216.38	279.93	297.68
Concreto con Adición del 3.0% de Fibras Híbridas.	222.56	288.29	316.68
Concreto con Adición del 4.0% de Fibras Híbridas.	237.01	297.7	327.22

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

La tabla anterior muestra que el comportamiento de resistencia del hormigón muestra una tendencia positiva a medida que aumenta la resistencia a la compresión con la adición de fibras mixtas.

En el siguiente gráfico (Figura 10) muestra las variaciones de las resistencias a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días.

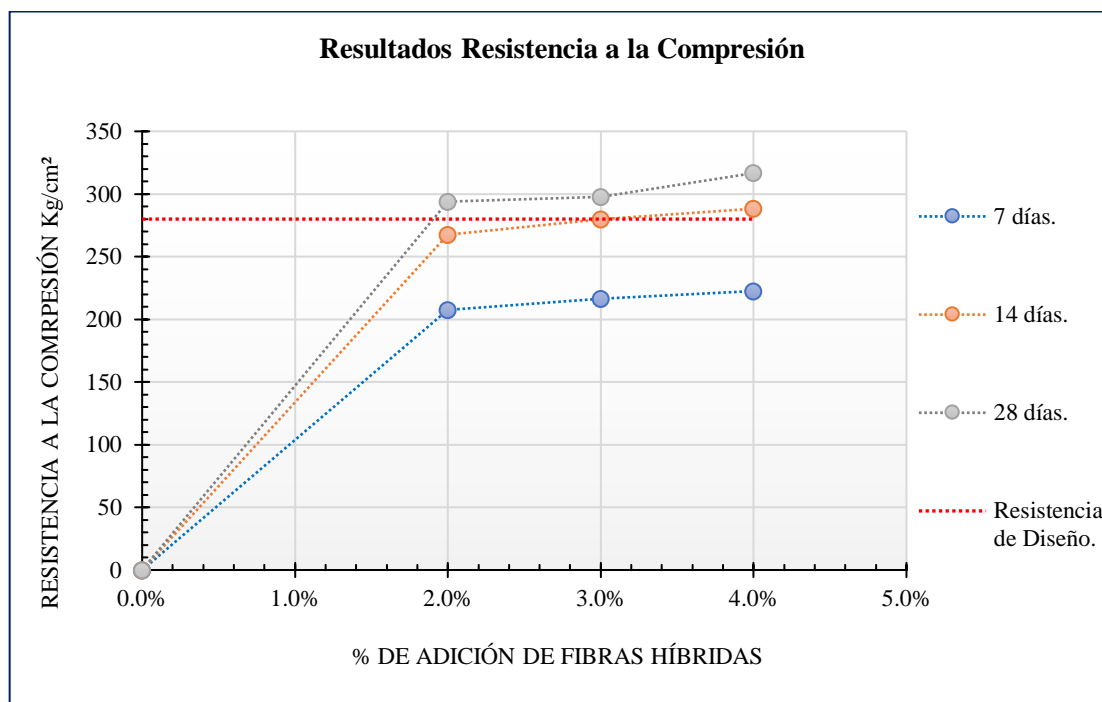


Figura 10. Resultados a los 28 días superan la resistencia de diseño $f'_c=280$ kg/cm².

5.2.2. Resistencia a la flexión:

Otra propiedad importante es la resistencia a la flexión del hormigón, también conocida como módulo de rotura. Por su construcción, apto para pavimentos duros. En la Tabla 11 se muestran todos los datos obtenidos en el laboratorio tras los ensayos de rotura.

Tabla 11. Resistencia a flexión del concreto.

Grupos	Resistencia a flexión (kg/cm ²)	
	7 días.	14 días.
Concreto Patrón.	38.06	45.48
	39.97	41.42
	42.39	45.41
	42.43	43.89
Concreto con Adición del 2.0% de Fibras Híbridas.	43.89	48.25
	39.37	43.13
	42.28	47.22
Concreto con Adición del 3.0% de Fibras Híbridas.	44.16	49.69
	43.77	46.61
	45.32	49.25
Concreto con Adición del 4.0% de Fibras Híbridas.	43.89	49.67

43.13

49.48

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

Analizando el promedio de cada grupo, se puede observar que existe una tendencia positiva en el comportamiento del módulo de ruptura, a medida que el módulo de ruptura aumenta con la adición de fibras híbridas, como se muestra en la Tabla 12.

Tabla 12. Promedio de resultados

Grupos	Resistencia a flexión (kg/cm²)	
	7 días.	14 días.
Concreto Patrón.	40.14	44.10
Concreto con Adición del 2.0% de Fibras Híbridas.	41.90	45.09
Concreto con Adición del 3.0% de Fibras Híbridas.	43.40	47.84
Concreto con Adición del 4.0% de Fibras Híbridas.	44.11	49.47

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

En la tabla anterior muestra que el módulo de ruptura del concreto muestra una tendencia positiva a medida que aumenta con la adición de fibras mixtas en el concreto sólido.

En el siguiente gráfico (Figura 11) muestra las variaciones del módulo de rotura a las edades de 14 y 28 días.

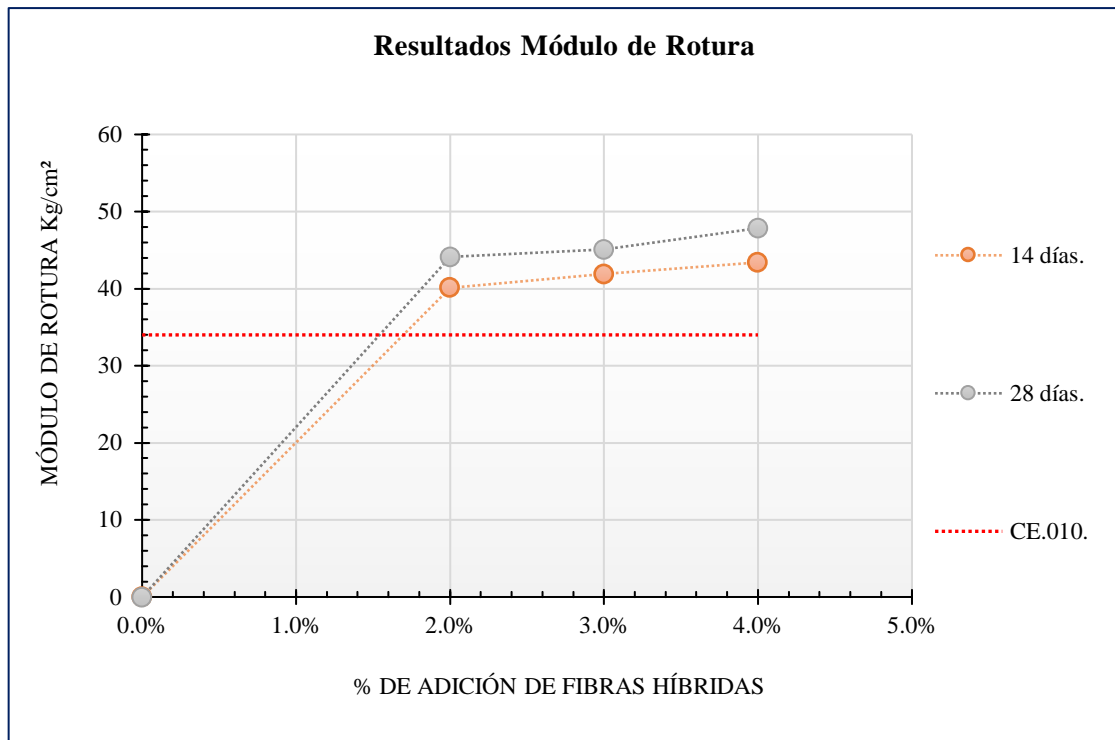


Figura 11. resultados de módulo de rotura.

La figura anterior muestra que los resultados a los 28 días superan la resistencia del módulo de rotura establecido en la Norma CE.010 de pavimentos en zonas Urbanas, en la cual nos indica que se debe superar la resistencia de 34 kg/cm² establecido en esta norma, y el cual se ve superado claramente en todas las adiciones.

5.2.3. *Medición de fisuras:*

Otra característica del concreto en estado sólido es la presencia de grietas, que ocurren cuando el agua se evapora de la superficie más rápido de lo que se absorbe, lo que resulta en un secado rápido y prematuro y tensiones de tracción que el concreto no puede absorber porque no ha comenzado a fluir. todavía se endurece.

En la siguiente tabla 13 podemos observar los resultados sobre la medición de las fisuras en el concreto.

Tabla 13. Medición de fisuras

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

Grupos	Características de las Fisuras	
	Cantidad máxima de Fisuras	Ancho máximo medido
Concreto Patrón.	18	0.40 mm
Concreto con Adición del 2.0% de Fibras Híbridas.	15	0.35 mm
Concreto con Adición del 3.0% de Fibras Híbridas.	13	0.25 mm
Concreto con Adición del 4.0% de Fibras Híbridas.	10	0.20 mm

La tabla anterior muestra que existe una tendencia negativa, puesto que los valores de cantidad de fisuras y ancho de fisuras van disminuyendo a medida que incrementa la adición de fibras híbridas.

A continuación, se muestran los siguientes gráficos mostrando una línea de tendencia negativa.

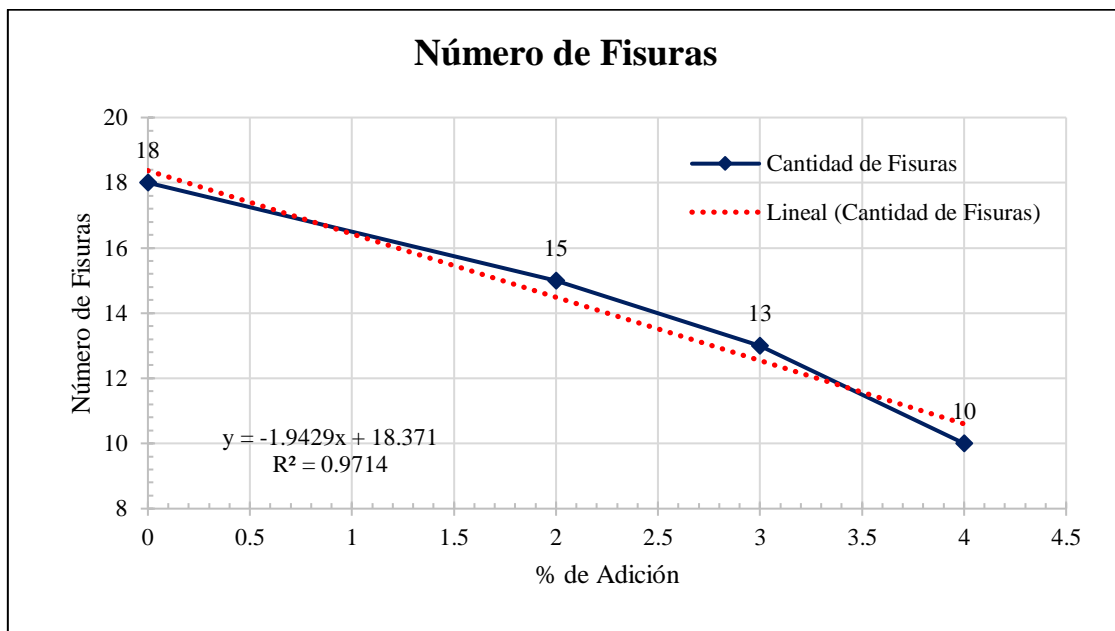


Figura 12. Numero de fisuras.

El gráfico anterior (Figura 12) muestra que el número de fisuras disminuye cuando se adición a en mayor cantidad las fibras híbridas encontrando en el concreto patrón 18 fisuras y al adicionar el 4% de fibras híbridas se encuentra solo 10 fisuras.

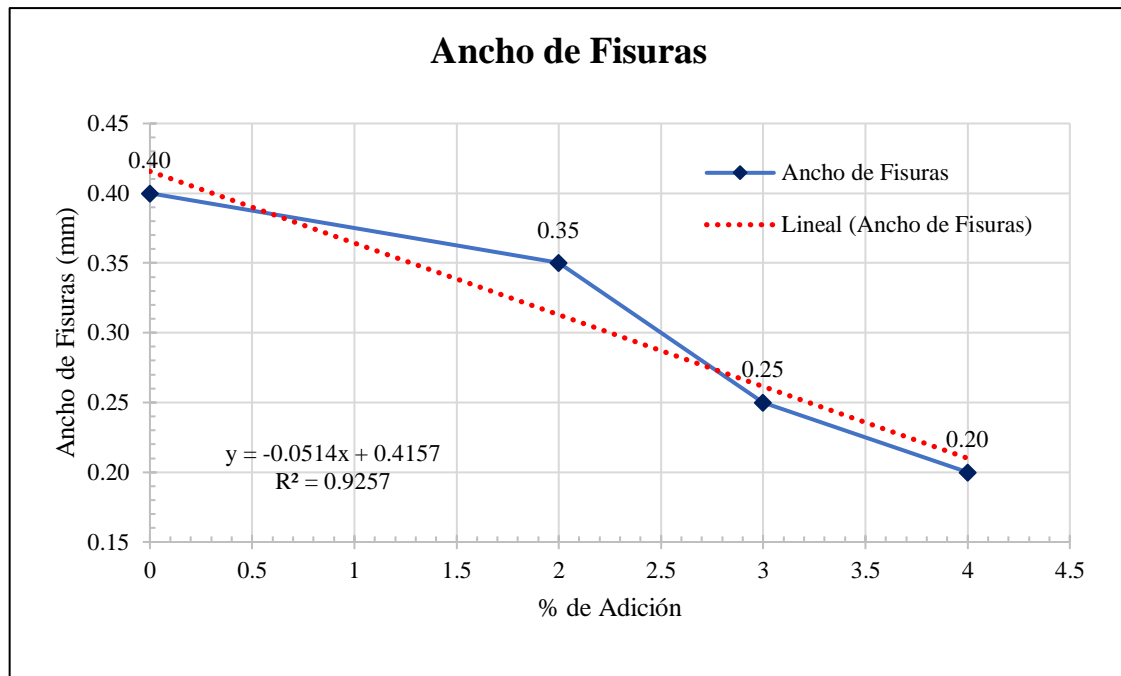


Figura 13. Ancho de fisuras.

El gráfico anterior (Figura 13) nos muestra el ancho de fisuras máximos encontrados, encontrándose para el concreto patrón un máximo de 0.40 mm de ancho y a medida que vamos adicionando fibra híbrida llegamos a medir un ancho máximo de 0.20 mm esto indica que la fibra disminuye las fisuras y el ancho de estas en el concreto.

5.3. Prueba de hipótesis

5.3.1. Prueba de normalidad

Para probar las hipótesis propuestas, fue necesario realizar una prueba de normalidad de los datos obtenidos para hormigón fresco y endurecido. Al respecto, tras el análisis del método Shapiro-Wilk para los datos obtenidos en hormigón fresco, se determinaron los siguientes valores de significancia (ver Tabla 14):

Tabla 14. Prueba de normalidad.

Indicador	Tipo de concreto	Shapiro-Wilk			Distribución
		Estadístico	gl	Sig.	
Asentamiento (pulgadas)	Concreto patrón	0.750	3	0.710	Normal
	Con 2 % de fibra híbrida	0.750	3	0.090	Normal
	Con 3 % de fibra híbrida	0.750	3	0.120	Normal
	Con 4 % de fibra híbrida	0.750	3	0.600	Normal

Resistencia a compresión a 28 días (kg/cm ²)	Concreto patrón	0.925	3	0.469	Normal
	Con 2 % de fibra híbrida	0.992	3	0.828	Normal
	Con 3 % de fibra híbrida	1.000	3	0.979	Normal
	Con 4 % de fibra híbrida	0.947	3	0.555	Normal
Resistencia a flexión a 14 días (kg/cm ²)	Concreto patrón	0.763	3	0.059	Normal
	Con 2 % de fibra híbrida	0.859	3	0.264	Normal
	Con 3 % de fibra híbrida	0.892	3	0.359	Normal
	Con 4 % de fibra híbrida	0.997	3	0.895	Normal
Cantidad máxima de fisuras	Concreto patrón	0.964	3	0.637	Normal
	Con 2 % de fibra híbrida	1.000	3	1.000	Normal
	Con 3 % de fibra híbrida	1.000	3	1.000	Normal
	Con 4 % de fibra híbrida	1.000	3	1.000	Normal
Ancho máximo de fisura (mm)	Concreto patrón	1.000	3	1.000	Normal
	Con 2 % de fibra híbrida	0.750	3	1.000	Normal
	Con 3 % de fibra híbrida	0.750	3	1.000	Normal
	Con 4 % de fibra híbrida	0.750	3	1.000	Normal

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

En cuanto a los indicadores de desempeño en estado endurecido y fresco, luego del análisis de normalidad mediante el método Shapiro-Wilk, se puede encontrar que todos los indicadores analizados se distribuyen normalmente siendo que el valor de significancia es mayor hasta 0.05. En este contexto, según los resultados que se muestran en la tabla anterior, considere utilizar la estadística ANOVA unidireccional en variables distribuidas normalmente para probar hipótesis y comparar las medias entre 4 grupos específicos. Además, siga los 7 pasos para la prueba de hipótesis:

- a. Indicar la prueba a realizar
- b. Establecer hipótesis estadísticas
- c. Indicar nivel de significancia
- d. Hallar la prueba correspondiente

- e. Analizar
- f. Realizar las pruebas Post Hoc
- g. Establecer la conclusión

5.1.1. Prueba de la hipótesis específica 1

- a. Hipótesis a probar: La adición de fibras híbridas influye en las propiedades en estado fresco (asentamiento) del concreto para pavimentación rígida.
- b. Hipótesis estadísticas:
 - H0: No existen diferencias entre las medias de las características en estado fresco (asentamiento) de los 4 grupos evaluados.
 - H1: Existen diferencias entre las medias de las propiedades en estado fresco (asentamiento) de los 4 grupos evaluados.
- c. Significancia: 0.05
- d. Regla de decisión:
 - Cuando el p-valor ANOVA < 0.05 → Aceptar H1 (Existen variaciones entre las medias de los grupos)
 - Cuando el p-valor ANOVA > 0.05 → Aceptar H0 (No existen variaciones entre las medias de los grupos)
- e. Prueba ANOVA

Tabla 15. Prueba para indicadores de propiedad en estado fresco (asentamiento)

	ANOVA	Suma de cuadrados	gl	F	p-valor
	Entre grupos	26.250	3	26.250	0.000
Asentamiento (pulgadas)	Dentro de grupos	2.667	8		
	Total	28.917	11		

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

Análisis:

De la tabla se observa que el p-valor del ANOVA fue de 0.00, ello indica que al menos una de las medias de los 4 grupos comparados del concreto patrón y experimental es diferente del resto. Es decir, tienen similitudes entre las medias de asentamiento dentro de los 4 grupos analizados. Para determinar las diferencias entre cada una de las muestras, se procedió a realizar las pruebas Post Hoc, que evalúan la comparación entre dos muestras. Para ello se apoya de la prueba t de student para muestras independientes.

f. Pruebas Post Hoc:

Tabla 16. Prueba Post Hoc para indicadores de propiedad en estado fresco

Asentamiento (pulgadas) - HSD Tukey				
Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Con 4 % de fibra híbrida	3	2.67*		
Con 3 % de fibra híbrida	3		4.67	
Con 2 % de fibra híbrida	3		5.67	5.67
Concreto patrón	3			6.67

Nota. *Se trata del promedio por cada grupo. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

g. Análisis

Las pruebas Post Hoc presentadas en la Tabla 16, indican que la media del asentamiento para el concreto patrón fue de 6.67 y conforme se agrega fibra híbrida su valor baja hasta 2.67. Denotando una reducción del 149.81%. Es decir, existe una relación indirecta entre el asentamiento y la adición de fibra híbrida en el concreto. Por otro lado, se observa que el concreto patrón pertenece al subgrupo 3, mientras que las muestras experimentales, se encuentran en un subgrupo distinto (1 y 2), por tanto, estos grupos proviene de poblaciones distintas; es decir, existen diferencias significativas en sus medias. Entonces, la adición de fibra híbrida si influye en el asentamiento del concreto en estado fresco; además, conforme se agrega más fibra híbrida el asentamiento disminuye.

h. Conclusión:

Se concluye que conforme se añade mayor porcentaje de fibra híbrida, el valor del asentamiento disminuye, ya que la media del concreto patrón fue de 6.67, y de las muestras experimentales, la menor fue de 2.67, correspondiente al concreto con 4% de fibra híbrida añadida. Denotando una disminución del 149.81%. Además, estas diferencias son significativas, por tanto, es aceptada las perspectivas iniciales. Concluyendo que la adición de fibras híbridas influye indirectamente en las propiedades en estado fresco (asentamiento) del concreto para pavimento rígido.

5.1.2. Prueba de la hipótesis específica 2

a. Hipótesis a probar: La adición de fibras híbridas influye en las propiedades en estado sólido (resistencia a esfuerzo axial, resistencia a flexión, número de fisuras y ancho de fisuras) del concreto para pavimentación rígida.

b. Hipótesis estadísticas:

- H0: No existen variaciones de las medias de las características en estado endurecido (resistencia a esfuerzo axial, resistencia a flexión, número de fisuras y ancho de fisuras) de los 4 grupos evaluados.
- H1: Existen variaciones entre las medias de las propiedades en estado sólido (resistencia a esfuerzo axial, resistencia a flexión, número de fisuras y ancho de fisuras) de los 4 grupos evaluados.

c. Significancia: 0.05

d. Regla de decisión:

- Cuando el p-valor ANOVA $< 0.05 \rightarrow$ Aceptar H1 (Existen variaciones entre las medias de los grupos)
- Cuando el p-valor ANOVA $> 0.05 \rightarrow$ Aceptar H0 (No existen variaciones entre las medias de los grupos)

e. Prueba ANOVA

Tabla 17. Prueba para indicadores de propiedad en estado sólido (resistencia a compresión, resistencia a flexión, número de fisuras y ancho de fisuras)

ANOVA		Sumatoria de potencias	gl	F	p-valor
esfuerzo a compresión a 28 días (kg/cm ²)	Entre grupos	2255.287	3	37.836	0.000
	Dentro de grupos	158.951	8		
	Total	2414.238	11		
esfuerzo a flexión a 14 días (kg/cm ²)	Entre grupos	102.352	3	12.735	0.002
	Dentro de grupos	21.432	8		
	Total	123.784	11		
Cantidad máxima de fisuras	Entre grupos	94.250	3	23.563	0.000
	Dentro de grupos	10.667	8		
	Total	104.917	11		
Ancho máximo de fisura (mm)	Entre grupos	0.058	3	15.333	0.001
	Dentro de grupos	0.010	8		
	Total	0.068	11		

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

Análisis:

De la tabla Tabla 17, se observa que el p-valor del ANOVA fue de 0.00 para resistencia a la esfuerzo axial, de 0.002 para resistencia a la flexión, de 0.00 para cantidad máxima de fisuras y de 0.001 para ancho máximo de fisuras. En todos los casos el p-valor fue menor a 0.05. Por tanto, ello indica que al menos una de las medias de los 4 grupos comparados del concreto patrón y experimental es diferente del resto, para cada uno de los indicadores. Es decir, existen diferencias entre las medias de los indicadores dentro de los 4 grupos analizados. Para determinar las diferencias entre cada una de los indicadores, se procedió a realizar las pruebas Post Hoc, que evalúan la comparación entre dos muestras. Para ello se apoya de la prueba t de estudiantes para muestras únicas.

f. Pruebas Post Hoc:

Tabla 18. Prueba Post Hoc para Resistencia a compresión

Resistencia a esfuerzo axial a 28 días (kg/cm²) - HSD Tukey			
Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Concreto patrón	3	293.7533	
Con 2 % de fibra híbrida	3	297.6767	
Con 3 % de fibra híbrida	3		316.6800
Con 4 % de fibra híbrida	3		327.2267

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

De la Tabla 18 se puede observar que a medida que aumenta la proporción de fibras mixtas agregadas al concreto, aumenta su resistencia, ya que el concreto estándar es de 293.75 kg/cm², mientras que con la adición de 4% de fibra, la resistencia es de 327.2 kg/cm², lo que muestra un incremento del 11,39%. Esto demuestra que el efecto es directo; nuevamente, se puede observar que pertenecen a diferentes subgrupos, lo que sugiere que los efectos anteriores son significativos. Por lo tanto, la adición de fibras híbridas afectó significativa y directamente la resistencia a la compresión a los 28 días.

Tabla 19. Prueba Post Hoc para Resistencia a flexión

Resistencia a flexión a 14 días (kg/cm²) - HSD Tukey				
Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Concreto patrón	3	41.7700		
Con 2 % de fibra híbrida	3	45.0900	45.0900	
Con 3 % de fibra híbrida	3		47.8400	47.8400
Con 4 % de fibra híbrida	3			49.4667

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

De la Tabla 19 se observa que conforme se incrementa el porcentaje de fibra híbrida al concreto, su esfuerzo a la flexión aumenta, ya que del concreto patrón fue de 41.7kg/cm², mientras que con 4% de fibra fue de 49.46 kg/cm². Mostrando un incremento del 18.42%; ello indica que la influencia es directa; además, se observa que pertenecen a subgrupos distintos, mostrando que dicha influencia es significativa. Por tanto, la adición de fibra híbrida si influye significativa y directamente en la resistencia a la flexotracción a los 14 días.

Tabla 20. Prueba Post Hoc para Cantidad máxima de fisuras

Cantidad máxima de fisuras - HSD Tukey				
Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Con 4 % de fibra híbrida	3	9.00		
Con 3 % de fibra híbrida	3	12.00	12.00	
Con 2 % de fibra híbrida	3		14.00	14.00
Concreto patrón	3			16.00

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

De la Tabla 20, se observa que conforme se añade mayor porcentaje de fibra híbrida al concreto, la cantidad máxima de fisuras disminuye, ya que del concreto patrón se registraron 16 fisuras, mientras que con 4% de fibra solo se registraron 9 fisuras, mostrando una reducción del 56.25% en la presencia de fisuras, ello indica que la influencia es indirecta; además, se observa que pertenecen a subgrupos distintos, mostrando que dicha influencia es significativa. Por tanto, la adición de fibra híbrida si influye significativa e indirectamente en la aparición de fisuras, enfatizando que la adición de fibra híbrida es crucial si se desea tener un concreto con mayor resistencia a la presencia de fisuras.

Tabla 21. Prueba Post Hoc para Ancho máximo de fisura (mm)

Ancho máximo de fisura (mm) - HSD Tukey			
Tipo de concreto	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Con 4 % de fibra híbrida	3	0.1833	
Con 3 % de fibra híbrida	3	0.2333	
Con 2 % de fibra híbrida	3		0.3333
Concreto patrón	3		0.3500

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

De la Tabla 21, se observa que conforme se añade mayor porcentaje de fibra híbrida al concreto, el espesor de las fisuras disminuye, ya que del concreto base se registró un ancho máximo de 0.35 mm mientras que con 4% de fibra el ancho máximo solo fue de 0.1833 mm, mostrando una reducción del 52.37% en el ancho de las fisuras, indicando que la influencia es indirecta; además, se observa que pertenecen a subgrupos distintos, mostrando que dicha influencia es significativa. Por tanto, la adición de fibra híbrida si influye significativa e indirectamente en el

ancho de las fisuras, enfatizando que la adición de fibra híbrida es crucial si se desea tener un concreto con menor ancho de fisuras.

g. Análisis

Las pruebas Post Hoc, indican que:

- Esfuerzo a compresión: Al añadir mayor porcentaje de fibra mixta la resistencia a la compresión aumenta significativamente.
- Esfuerzo a flexión: Al añadir mayor porcentaje de fibra mixta la resistencia a la flexión se incrementa significativamente.
- Número de fisuras: Al añadir mayor porcentaje de fibra mixta la cantidad de fisuras se reduce significativamente.
- Ancho de fisuras: Al añadir mayor porcentaje de fibra mixta el ancho de las fisuras se reduce significativamente.

h. Conclusión

La conclusión es que cuando aumenta la proporción de fibras mixtas, los valores de varios indicadores cambian significativamente. Además, estas diferencias fueron significativas y por lo tanto se aceptaron las hipótesis de la investigación. Se concluyó que la adición de fibras híbridas afecta el comportamiento del concreto de pavimento duro en estado endurecido (resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, número de fisuras y ancho de fisuras).

5.1.3. Prueba de la hipótesis general

- a. Hipótesis a probar: La adición de fibras híbridas varía la característica del hormigón para pavimento rígido.
- b. Hipótesis estadísticas:
 - H0: No existen diferencias entre las medias de las características del hormigón para pavimento rígido la muestra patrón y en estudio.
 - H1: Existen diferencias entre las medias de las propiedades del hormigón para pavimento rígido de la muestra patrón y en estudio.
- c. Significancia: 0.05
- d. Regla de decisión:

- Cuando el p-valor (t student) < 0.05 → Aceptar H1 (Existen variaciones entre las medias de la muestra base y en estudio)
- Cuando el p-valor (t student) > 0.05 → Aceptar H0 (No se identifican comportamientos diferentes entre la muestra patrón y en estudio)

e. Prueba t de student para muestras independientes

Tabla 22. Prueba para indicadores de propiedades del concreto para pavimento rígido

Indicador	Muestra	N	Media	D.E.
Asentamiento (pulgadas)	Concreto patrón	3	6.67	0.58
	Con adición de fibra híbrida	9	4.33	1.41
Resistencia a esfuerzo axial a 28 días (kg/cm ²)	Concreto patrón	3	293.75	4.52
	Con adición de fibra híbrida	9	313.86	13.53
Resistencia a flexión a 14 días (kg/cm ²)	Concreto patrón	3	41.77	0.61
	Con adición de fibra híbrida	9	47.47	2.50
Cantidad máxima de fisuras	Concreto patrón	3	16.00	1.53
	Con adición de fibra híbrida	9	11.67	2.35
Ancho máximo de fisura (mm)	Concreto patrón	3	0.35	0.05
	Con adición de fibra híbrida	9	0.25	0.07

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

Tabla 23. Prueba para indicadores de propiedades del concreto para pavimento rígido

Prueba t para la igualdad de medias						
Propiedades	Indicadores	t	gl	p-valor	Confianza (95%)	
					Inferior	Superior
En estado fresco	Asentamiento (pulgadas)	2.711	10	0.022	0.416	4.251
	Resistencia a esfuerzo axial a 28 días (kg/cm ²)	-3.859	9.838	0.003	-31.74325	-8.47231
En estado endurecido	Resistencia a flexión a 14 días (kg/cm ²)	-6.286	9.867	0.000	-7.71818	-3.67293
	Cantidad máxima de fisuras	4.243	5.525	0.007	2.055	7.945
	Ancho máximo de fisura (mm)	2.683	5.000	0.044	0.00420	0.19580

Nota. Hallado con los datos analizados.

Análisis:

De la Tabla 21 y Tabla 22. Prueba para indicadores de propiedades del concreto para pavimento rígido

Indicador	Muestra	N	Media	D.E.
Asentamiento (pulgadas)	Concreto patrón	3	6.67	0.58

	Con adición de fibra híbrida	9	4.33	1.41
Resistencia a esfuerzo axial a 28 días (kg/cm ²)	Concreto patrón	3	293.75	4.52
	Con adición de fibra híbrida	9	313.86	13.53
Resistencia a flexión a 14 días (kg/cm ²)	Concreto patrón	3	41.77	0.61
	Con adición de fibra híbrida	9	47.47	2.50
Cantidad máxima de fisuras	Concreto patrón	3	16.00	1.53
	Con adición de fibra híbrida	9	11.67	2.35
Ancho máximo de fisura (mm)	Concreto patrón	3	0.35	0.05
	Con adición de fibra híbrida	9	0.25	0.07

Nota. Hallado con los datos obtenidos de laboratorio.

Tabla 23 se observa que para:

- Asentamiento (pulgadas): Existen diferencias significativas entre las medias del hormigón base y el concreto con aumento de fibra mixta (p-valor=0.022<0.05). Además, se puede decir que, la adición de fibra híbrida al diseño de concreto, disminuye el asentamiento, ya que la media del concreto patrón fue de 6.67 y de la muestra experimental fue de 4.33.
- Resistencia a compresión a 28 días (kg/cm²): Existen diferencias significativas entre las medias del hormigón base y el hormigón con aumento de fibra híbrida (p-valor=0.003<0.05). Además, se puede decir que, la adición de fibra mixta al diseño de concreto, aumenta la resistencia a la compresión, medida a los 28 días, ya que la media del concreto patrón fue de 293.75 y de la muestra experimental fue de 313.86.
- Resistencia a flexión a 14 días (kg/cm²): Existen diferencias significativas entre las medias del hormigón base y el hormigón con aumento de fibra mixta (p-valor=0.00<0.05). Además, se puede decir que, la adición de fibra híbrida al diseño de concreto, aumenta la resistencia a la flexión, medida a los 14 días, ya que la media del concreto patrón fue de 41.77 y de la muestra experimental fue de 47.47.
- Cantidad máxima de fisuras: Existen diferencias significativas entre las medias del hormigón base y el hormigón con aumento de fibra

mixta ($p\text{-valor}=0.007<0.05$). Además, se puede decir que, la adición de fibra híbrida al diseño de concreto, disminuye la cantidad de fisuras, ya que la media del concreto patrón fue de 11.67 y de la muestra experimental fue de 16.00.

- Ancho máximo de fisura (mm): Existen diferencias significativas entre las medias del concreto base y el hormigón con adición de fibra mixta ($p\text{-valor}=0.044<0.05$). Además, se puede decir que, la adición de fibra híbrida al diseño de concreto, reduce el ancho de las fisuras, ya que la media del concreto patrón fue de 0.35 y de la muestra experimental fue de 0.25.

f. Análisis

Se apreció que todos los indicadores tenían valores de p inferiores a 0,05; muestra que existe una diferencia entre los valores promedio de los índices de la muestra estándar y la muestra experimental, lo que indica que la adición de fibras mezcladas afectará el desempeño fresco y endurecido del concreto de pavimento duro.

g. Conclusión

Se concluye que la adición de fibras híbridas a una estructura de cubierta rígida de concreto afecta (cambia) el desempeño del concreto tanto en condiciones frescas como endurecidas. Además, estas diferencias fueron significativas y por lo tanto se aceptaron las hipótesis de la investigación. Se concluye que la adición de fibras híbridas afecta las propiedades del hormigón de pavimento rígido.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Propiedades en estado fresco

Entre las propiedades físicas frescas, se obtuvo una variación con respecto al asentamiento, la cual mostró que el concreto estampado o simple alcanzó un valor máximo de asentamiento de 7.0 pulgadas y este valor de asentamiento continuó disminuyendo. Agregue hasta un 2,0 % de fibra mezclada hasta alcanzar el mínimo de 2,0 pulgadas. Esto indica que las fibras mezcladas reducen la trabajabilidad del hormigón.

Este resultado no concuerda con el estudio de Barrientos (6) “Propiedades físicas y mecánicas del concreto en pavimentos duros con adición de almidón de cebada $f_c=210$ kg/cm², Cusco 2021”, cuyo objetivo principal es: Comprender el efecto del almidón de cebada sobre las propiedades mecánicas del hormigón para su uso en pavimentos duros. Principales resultados: Se encontró que con una dosis de almidón del 3%, la capacidad de trabajo medida en laboratorio aumentó en un 28,61%.

6.2. Resistencia del Concreto en Estado Endurecido

El comportamiento del hormigón endurecido es un aspecto importante y primordial, ya que puede asegurar la idoneidad y funcionalidad del material, cumpliendo o superando la resistencia de diseño.

En este caso, la resistencia a la compresión es el primer aspecto analizado y los resultados pueden mostrar claramente cómo esta propiedad aumenta con el número de fibras mezcladas. Esta tendencia se repitió en todos los tiempos de control (7, 14 y 28 días). Los resultados obtenidos concuerdan con los resultados del estudio “Propiedades físicas y mecánicas del concreto de cubierta dura $f_c=210$ kg/cm² con aditivo de almidón de cebada, Cusco 2021” realizado por Barrientos (6), cuyo principal objetivo fue: Comprender la influencia del almidón de construcción sobre las propiedades mecánicas del hormigón, utilizado en superficies duras. Principales resultados: Se puede determinar que para dosis de almidón del 3%, la trabajabilidad

medida en laboratorio aumenta en un 28,61%; cuando la dosis de almidón de cebada es del 5% en comparación con el hormigón estándar, la compresión y la flexión aumentan un 6,33% y un 6,33% un 9,9% respectivamente.

CONCLUSIONES

- a. Se concluye que la adición de fibras híbridas afecta el desempeño del concreto de cubierta dura. Porque la adición de fibras afecta directa e indirectamente las propiedades frescas (reducción de la contracción) y curadas (aumento de la resistencia a la compresión, mejora de la resistencia a la flexión, reducción del número y ancho de las grietas). grietas). Estos resultados resaltan la importancia de agregar fibras mezcladas en estructuras de concreto de cubierta rígida. En cada uno de los indicadores mencionados las diferencias fueron estadísticamente significativas, lo que confirma la influencia de las fibras mixtas en los cambios de las propiedades del hormigón. Estos cambios son significativos y mejoran significativamente la flexibilidad y resistencia del material en términos porcentuales.
- b. Se ha establecido que la adición de fibras híbridas afecta las propiedades en fresco del hormigón de pavimento rígido. En el caso de la sedimentación, se encontró una diferencia estadísticamente significativa en los valores medios entre el concreto estampado y el concreto con aditivo mixto de fibras (valor $p=0,022<0,05$). Esto significa que la adición de fibras mixtas puede reducir el endurecimiento del hormigón. El asentamiento promedio del concreto del encofrado fue de 6.67 pulgadas, mientras que el asentamiento promedio de las probetas fue de 4.33 pulgadas, lo que representa una reducción del 35.60%.
- c. Se concluye que la adición de fibras mixtas afecta el desempeño endurecido del concreto de cubierta dura. En cuanto a la resistencia a la compresión después de 28 días, nuevamente se encontró una diferencia significativa entre los valores promedio del concreto estándar y el concreto con aditivos mixtos de fibras (valor $p = 0,003<0,05$). La resistencia a la compresión promedio del hormigón estándar durante 28 días fue de 293,75 kg/cm², y para las muestras experimentales, de 313,86 kg/cm². Esto significa que la resistencia a la compresión del hormigón con fibras híbridas aumentó un 6,86%. En cuanto a la resistencia a la flexión a los 14 días, los resultados también mostraron una diferencia significativa entre los valores promedio del concreto estándar y el concreto con fibras mixtas (valor $p=0,00<0,05$). La resistencia media a la flexión del hormigón estándar durante 14 días fue de 41,77 kg/cm², y para las muestras experimentales, de 47,47 kg/cm². Esto indica que la resistencia a la flexión aumentó un 13,66% después de incorporar las fibras híbridas. En cuanto al número máximo de fisuras, existe una

diferencia significativa entre los valores medios del hormigón estándar y del hormigón con adición de fibras mixtas (valor $p = 0,007 < 0,05$). El número máximo de grietas en el hormigón modelo fue 11,67, mientras que el número máximo de grietas en la probeta fue 16,00. Esto supone un aumento del número de fisuras en el hormigón fibroso híbrido en un 37,17%, lo que supone una reducción de las fisuras. En cuanto al ancho máximo de fisura, nuevamente se encontró una diferencia significativa entre los valores medios del hormigón estándar y el hormigón con fibras añadidas (valor $p = 0,044 < 0,05$). El ancho medio máximo de fisura en el hormigón modelo fue de 0,35 mm, mientras que el ancho medio máximo de fisura en las probetas de ensayo fue de 0,25 mm. Esto significa que el ancho de la grieta se redujo en un 28,57% después de agregar las fibras mixtas.

RECOMENDACIONES

- a. Se recomienda añadir hasta un 4% de fibra mixta porque supera el módulo de rotura obtenido en el ensayo de flexión de la norma de recubrimiento CE.010, que especifica una resistencia mínima a la rotura de 34 kg/cm², alcanzando una resistencia a la tracción de 49,47 kg. /cm² y también reduce las grietas en el hormigón hasta un 44%. Nuevamente, dada la importancia de estos resultados, se recomienda su difusión y publicación en revistas científicas y congresos profesionales del campo de la construcción y el hormigón.
- b. Se recomienda continuar este estudio con la adición de fibras de polietileno para comprender mejor la aplicación del hormigón reforzado con fibras en pavimentos. Se recomienda realizar más investigaciones sobre técnicas de mezcla específicas para optimizar aún más la dispersión y distribución de las fibras mezcladas en el hormigón fresco.
- c. Se recomienda a los ingenieros civiles, emplear las fibras híbridas en el concreto para pavimentos para poder mejorar las resistencias a la flexión, y así el pavimento presente un mejor desempeño. Es esencial tener en cuenta las consecuencias de no aplicar adecuadamente los resultados de este estudio. La incorrecta adición de fibras híbridas podría no aprovechar al máximo su potencial beneficioso.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Mejía, J.** *Evaluación del concreto adicionando ceniza de tallo y espiga de cebada para reducir el porcentaje de cemento [en línea]. S.l.: Universidad Nacional Autónoma de Chota. Disponible en: <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/165>. Cajamarca : Universidad Nacional Autónoma de Chota, 2020.*
2. **Herrera, S y Polo, M.** *Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas, aplicado para el control de fisuras por retracción plástica.* Arequipa : Universidad Católica de Santa María, 2017.
3. **Acevedo, M y Luna, M.** *Tratamientos químicos superficiales para el uso de fibras naturales en la construcción: concretos y morteros.* s.l. : Universidad de Cartagena, 2021.
4. *Contribution of hybrid fibers on the improvement of sand concrete properties : Barley straws treated with hot water and steel fibers. Construction and Building Materials, vol. 233, ppp. 117374.. . Ammari, M, y otros.* 2020, Vol. vol. 233, pág. 117374. ISSN 0950-0618.
5. **Silva, J.** *Influencia de la adición de la mezcla ceniza volante de cascarilla de cebada con cal en las propiedades físicas y mecánicas en el suelo de Buenos Aires de Víctor Larco Herrera - Trujillo - La Libertad - 2018.* Trujillo - La Libertad : Universidad Privada de Trujillo, 2019.
6. **Barrientos, S.** *Propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c=210$ kg/cm² en pavimentos rígidos con adición de almidón de cebada.* Cusco : Universidad César Vallejo, 2021.
7. **Quenta, D.** *Efecto del reciclado de las fibras de las botellas PET en las propiedades del concreto normal, Puno.* Puno : Universidad de Nacional del Altiplano, 2019.
8. *Contribution To The Development Of A Sand Concrete Lightened By The Addition Of Barley Straws. Construction & Building Materials. Belhadj, B, y otros.* 513-522, 2020, Vol. 113, pág. 113. 095.
9. *Improvement of the properties of a sand concrete containing barley straws – Treatment of the barley straws. Construction & Building Materials, vol. 115, pp. 464-477. ISSN 0950-0618. Bederina, M, y otros.* 2018, Vol. 115 pp, págs. 464-477. ISSN 0950-0618.

10. *Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013)*. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. **MTC**. Lima : s.n., 2013, Manual de carreteras.
11. **Metha, K y Monteiro, P.** *Concreto: estructura, propiedades y materiales [en línea]*. 2008. California - Estados Unidos: Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C. Estados Unidos : Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 2008.
12. **Seegerer, M.** *Los cuándo, por qué y cómo de las fisuras en el hormigón fresco*. Buenos Aires - Argentina : Asociación Argentina del hormigón elaborado, 2009.
13. **Bedoya, L y Condori, T.** *Influencia De Ceniza De Rastrojo De Cebada Y Fibra De Chillihua En Un Concreto $F'c= 210 \text{ Kg/Cm}^2$, Distrito Puno - Puno 2021*. s.l. : Universidad César Vallejo, 2021.
14. *Metodología de la investigación*. . **Hernández, R, Fernández, C y Baptista, P.** México : s.n., 2014. 9786071502919.
15. **Sánchez, H y Reyes, C.** *Metodología y diseño de la investigación científica*. . Lima : Visión Universitaria. , 2006.
16. **Ramirez, A.** *Metodología de la investigación científica*. Colombia : Pontificia Universidad Javeriana. , 2010.

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Tesis: “Efecto de la adición de fibras híbridas en las propiedades del concreto para pavimento rígido”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cuál es el efecto de la adición de fibras híbridas en las propiedades del concreto para pavimento rígido?</p> <p>Problemas específicos: a) a) ¿Qué efecto produce la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado fresco del concreto para pavimento rígido? b) ¿Cuál es el efecto que trae consigo la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado endurecido del concreto para pavimento rígido?</p>	<p>Objetivo general: Analizar el efecto de la adición de fibras híbridas en las propiedades del concreto para pavimento rígido.</p> <p>Objetivos específicos: a) Determinar el efecto que produce la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado fresco del concreto para pavimento rígido. b) Determinar el efecto que trae consigo la adición de fibras híbridas en las propiedades en estado endurecido del concreto para pavimento rígido.</p>	<p>Hipótesis general: La adición de fibras híbridas modifica las propiedades del concreto para pavimento rígido.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La adición de fibras híbridas varía el asentamiento del concreto para pavimento rígido. b) La adición de fibras híbridas modifican la resistencia a compresión, flexión y fisuras en el concreto para pavimento rígido.</p>	<p>Variable independiente (X): Fibras híbridas.</p> <p>Variable dependiente (Y): Propiedades del concreto para pavimento rígido.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de fibras lignocelulósicas • Cantidad de fibras de tereftalato de polietileno • Propiedades en estado fresco • Propiedades en estado endurecido 	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de fibras de tallo de cebada • Proporción de fibras de tallo de cebada respecto al contenido de cemento. • Longitud de fibras de tereftalato de polietileno. • Ancho de fibras de tereftalato de polietileno. • Proporción de fibras de tereftalato de polietileno. • Asentamiento • Tiempo de fraguado • Resistencia a compresión • Resistencia a flexión • Número de fisuras • Ancho de fisuras. 	<p>Método de investigación: científico. Tipo de investigación: aplicada. Nivel de investigación: explicativo. Diseño de investigación: experimental.</p> <p>Población: La población que se considerará en el desarrollo de esta investigación será el concreto diseñado para un $f'c$: 280 kg/cm² con la mezcla de fibras híbridas, específicamente para ser empleado para pavimento rígido. Muestra: La muestra para el desarrollo de esta tesis, será determinada en función del método no probabilístico intencional, la cual se detalla en la Tabla 2. Cabe mencionar que, las fibras lignocelulósicas corresponderán a tallos secos de cebada de 35 mm de longitud, mientras que, las fibras de tereftalato de polietileno serán de 2 mm de ancho con 35 mm de largo.</p>

Anexo 02: Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO
Fibras híbridas	Cantidad de fibras lignocelulósicas	Longitud de fibras de tallo de cebada	mm	Regla
		Proporción de fibras de tallo de cebada respecto al contenido de cemento	%	Según la NTP
	Cantidad de fibras de tereftalato de polietileno	Longitud de fibras de tereftalato de polietileno	mm	Regla
		Ancho de fibras de tereftalato de polietileno	mm	Regla
		Proporción de fibras de tereftalato de polietileno	%	Según la NTP
Propiedades del concreto para pavimento rígido	Propiedades en estado fresco	Asentamiento	cm	Flexómetro
		Tiempo de fraguado	min	Cronometro
	Propiedades en estado endurecido	Resistencia a compresión	kg/cm ²	Prensa hidráulica
		Resistencia a flexión	kg/cm ²	Prensa hidráulica
		Número de fisuras	Adimensional	Fichas
Ancho de fisuras	mm	Regla		

Anexo 03: Informe de laboratorio



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Table with columns: FECHA TOMA DE MUESTRA (15-05-22), FECHA DEL ENSAYO (17-05-22), TIPO DE MUESTRA (M-01), y NÚMERO DE REPETICIÓN (01 Y 17313002)

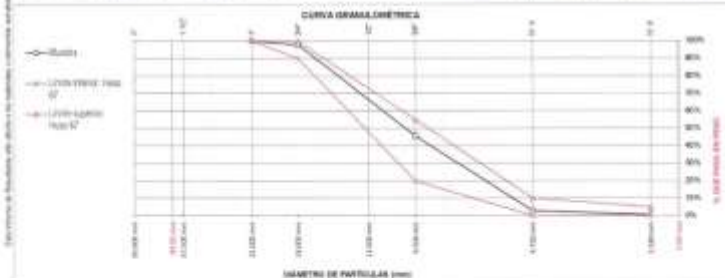
SOLUCANTE: Betón OCAJO CIENTAS YOEI. TÍTULO: 'EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO'

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. CHILCA. ESPECIFICACIÓN PARA ABRIGADOS SEGUN ASTM C33/C33M-18. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ABRIGADOS SEGUN ASTM C136/C136M-18. HUMEDAD EVAPORABLE SEGUN ASTM C566-13

Table with columns: Modalidad (Muestra por el Cliente), Profundidad (0,00 m), Área (Caja) (3,21 x 0,6 x 0,6 m), Muestra (Agregado Grueso), Lugar de Muestreo (Carretera del Distrito de Asunción, Departamento de Lima), Método de Muestreo (Muestra tomada en el momento de la preparación o unidades de transporte) según ASTM C175-02

Tables for 'Análisis Granulométrico agregado grueso ASTM C136/C136M-18' and 'Humedad evaporable según ASTM C566-13'. Includes columns for sieve size, weight, and percentage.

Table for 'Límites Granulométricos en agregado grueso según ASTM C33/C33M-18'. Columns include sieve size, upper and lower limits, and test results.



Observaciones: Los agregados han sido producidos en laboratorio de la muestra que cumplen con el tipo granulométrico y conciben con una curva granulométrica que establece el diseño de mezclas de AC. Silver Geotec S.A.C. logo and contact info.



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Table with columns: FECHA TOMA DE MUESTRA (15-05-22), FECHA DEL ENSAYO (17-05-22), TIPO DE MUESTRA (M-01), y NÚMERO DE REPETICIÓN (01 Y 17313002)

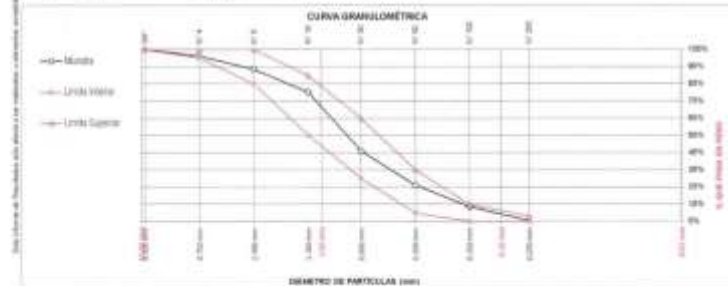
SOLUCANTE: Betón OCAJO CIENTAS YOEI. TÍTULO: 'EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO'

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C. CHILCA. ESPECIFICACIÓN PARA ABRIGADOS SEGUN ASTM C33/C33M-18. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE ABRIGADOS SEGUN ASTM C136/C136M-18. HUMEDAD EVAPORABLE SEGUN ASTM C566-13

Table with columns: Modalidad (Muestra por el Cliente), Profundidad (0,00 m), Área (Caja) (3,21 x 0,6 x 0,6 m), Muestra (Agregado Fino), Lugar de Muestreo (Carretera del Distrito de Asunción, Departamento de Lima), Método de Muestreo (Muestra tomada en el momento de la preparación o unidades de transporte) según ASTM C175-02

Tables for 'Análisis Granulométrico agregado fino ASTM C136/C136M-18' and 'Humedad evaporable según ASTM C566-13'. Includes columns for sieve size, weight, and percentage.

Table for 'Límites Granulométricos en agregado fino según ASTM C33/C33M-18'. Columns include sieve size, upper and lower limits, and test results.



Observaciones: Los agregados han sido producidos en laboratorio de la muestra que cumplen con el tipo granulométrico y conciben con una curva granulométrica que establece el diseño de mezclas de AC. Silver Geotec S.A.C. logo and contact info.



Av. República de Chile N° 2001, Oficina 104
 P.O. Box N° 22 01111, Santiago
 Chile. Teléfono: +56 2 2000 000
 Correo: info@silvergeotec.cl

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

PERIODO DE VALIDACIÓN	PERIODO DE VALIDACIÓN	COD. MUESTRA O ALTERNATIVO	NÚMERO DE MUESTRA
15-05-22	17-05-22	M-01	02. N° 1313002

SOLUCIÓN: YESO TERN: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÍBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍOCCO"

Barr. OCAÑO CUENTAS, YOEL

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGUN ASTM C307/C304-18
 - PRUEBA ESTANDAR PARA MATERIALES MAS FINOS QUE 75 MM (NO. 200) TAMAZ ON AGREGADOS MARRAILES POR LAVADO (SECCION ASTM C117.17)

TOMA DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Muestra: Muestra con Laboratorio Profundidad: 0 (0) m Altitud (DMS): 5.213.00 m s.n.m.
 Muestra: Agregado Grueso y Fino Lugar de Muestra: Camino del Distrito de Acasoforte Coordenadas UTM: E 476002 N 800020
 Método de Muestra: Muestra de modo de Almacenamiento y Transporte: Según ASTM D75-02

DATOS Y RESULTADOS DEL AGREGADO FINO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNE	M-01	M-02	M-03
01	N° Sencillo	N°	17.34	17.31	17.14
02	Peso Sencillo	g	182.0	182.0	181.0
03	Peso muestra Saca Integral - Sencillo	g	1200.0	1201.2	1195.0
04	Peso muestra Saca Fino - Sencillo	g	1026.0	1042.3	1039.0
05	Peso muestra Saca Integral en Lote	g	1030.0	1042.3	1042.0
06	Peso muestra Saca Fino en Lote	g	1146.0	1152.0	1152.0
07	Muestra Fracción Fina	g	0.0	0.0	0.0
08	Cantidad de Material Fino (Ceroso)	%	0.0%	0.0%	0.0%
09	Cantidad de Material Fino (Promedio)	%		0.0%	

DATOS Y RESULTADOS DEL AGREGADO GRUESO

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNE	M-01	M-02	M-03
01	N° Sencillo	N°	17.32	17.10	16.36
02	Peso Sencillo	g	202.0	211.0	180.0
03	Peso muestra Saca Integral - Sencillo	g	2000.0	2040.0	2067.0
04	Peso muestra Saca Fino - Sencillo	g	2038.0	2050.0	2071.0
05	Peso muestra Saca Integral en Lote	g	2038.0	2050.0	2070.0
06	Peso muestra Saca Fino en Lote	g	2038.0	2042.0	2071.0
07	Muestra Fracción Fina	g	7.0	11.0	10.0
08	Cantidad de Material Fino (Ceroso)	%	0.3%	0.4%	0.3%
09	Cantidad de Material Fino (Promedio)	%		0.4%	

Observaciones: Sin encontrar la norma N° 26.000 de Chile.



Analizó: Ing. Andy S.P.
 Revisó: Ing. Andy S.P.

Laboratorio de Análisis de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 026068-2016-0200

N.º: 200160024



Av. República de Chile N° 2001, Oficina 104
 P.O. Box N° 22 01111, Santiago
 Chile. Teléfono: +56 2 2000 000
 Correo: info@silvergeotec.cl

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

PERIODO DE VALIDACIÓN	PERIODO DE VALIDACIÓN	COD. MUESTRA O ALTERNATIVO	NÚMERO DE MUESTRA
15-05-22	17-05-22	M-01	02. N° 1313002

SOLUCIÓN: YESO TERN: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÍBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍOCCO"

Barr. OCAÑO CUENTAS, YOEL

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNÍN

ENSAYOS REALIZADOS:

- ESPECIFICACIÓN PARA AGREGADOS SEGUN ASTM C307/C304-18
 - MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (CONSUMO) ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO SEGUN ASTM C136-13
 - MÉTODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (CONSUMO) ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADO GRUESO SEGUN ASTM C127-15

TOMA DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Muestra: Muestra con el Cliente Profundidad: 0 (0) m Altitud (DMS): 5.213.00 m s.n.m.
 Muestra: Agregado Grueso y Fino Lugar de Muestra: Camino del Distrito de Acasoforte Coordenadas UTM: E 476002 N 800020
 Método de Muestra: Muestra de modo de Almacenamiento y Transporte: Según ASTM D75-02

DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO SEGUN ASTM C136-13 - MÉTODO GRAVIMÉTRICO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	N° ESTIMOS
Masa del Proveedor	g	123.0	10.00
Temperatura del Proveedor	°C	20.0	10.00
Temperatura del Agua	°C	20.0	10.00
Masa de la Saca	g	10.0	10.00
Masa de la Saca + Masa de la Muestra Seca al Aire	g	110.0	10.00
Masa de la Saca + Masa de la Muestra Seca al Aire + Masa del Proveedor con Agua hasta la marca de Calibración	g	117.0	10.00
Masa del Proveedor con Agua + Muestra SGA	g	107.0	10.00
Masa Secada con Sencillo Saca (SG)	g	112.0	10.00
Densidad Relativa (Densidad específica) (D)	($\frac{A}{B} \times \frac{C - D}{C - D}$)	0.98	0.00
Densidad Relativa (Densidad específica) (SG)	($\frac{A}{B} \times \frac{C - D}{C - D}$)	0.98	0.00
Densidad Relativa aparente (Densidad específica) (% Absorción)	($\frac{A}{B} \times \frac{C - D}{C - D}$)	0.0	0.0

MUESTRO PROMEDIO DEL AGREGADO FINO	
Densidad Relativa (Densidad específica) (D)	0.98
Densidad Relativa (Densidad específica) (SG)	0.98
Densidad Relativa aparente (Densidad específica) (% Absorción)	0.0



DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECÍFICA) Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO SEGUN ASTM C127-15

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR	N° ESTIMOS
Temperatura del Agua	°C	20.0	10.00
Masa de la Saca	g	10.0	10.00
Masa de la Saca + Masa de la Muestra Seca al Aire (SG)	g	110.0	10.00
Masa de la Muestra Seca al Aire (SG)	g	100.0	10.00
Masa de la Saca + Masa de la Muestra Sumergida	g	110.0	10.00
Masa de la Saca + Masa de la Muestra Sumergida	g	110.0	10.00
Masa de la Saca + Masa de la Muestra Seca al Aire + Masa de la Muestra Seca al Aire	g	110.0	10.00
Masa de la Muestra Seca al Aire	g	110.0	10.00
Densidad Relativa (Densidad específica) (D)	($\frac{A}{B} \times \frac{C - D}{C - D}$)	0.98	0.00
Densidad Relativa (Densidad específica) (SG)	($\frac{A}{B} \times \frac{C - D}{C - D}$)	0.98	0.00
Densidad Relativa aparente (Densidad específica) (% Absorción)	($\frac{A}{B} \times \frac{C - D}{C - D}$)	0.0	0.0

MUESTRO PROMEDIO DEL AGREGADO GRUESO	
Densidad Relativa (Densidad específica) (D)	0.98
Densidad Relativa (Densidad específica) (SG)	0.98
Densidad Relativa aparente (Densidad específica) (% Absorción)	0.0



Observaciones:



Analizó: Ing. Andy S.P.
 Revisó: Ing. Andy S.P.

Laboratorio de Análisis de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOP con Resolución N° 206068-2016-0200

N.º: 200160024



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRA	FECHA DEL ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	LABORATORIO AUTORIZADO
15-05-20	17-05-20	M-01	SG: N° 0132000

SOLICITANTE: **YDEL**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **BAJA, OCAÑO CUENTAS, YDEL**

OBJETIVO: **"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍPIDO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **ENVIOS Y OCAÑO RÍPIDOS**

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN

**ESPECIFICACIÓN PARA ADESGADOS SEGUN ASTM C33/C33M-16
 MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DENSIDAD APARENTE (PESO VOLUMÉTRICO) Y HUELTOS EN EL ADESGADO SEGUN ASTM C1260M-17A**

TAMAÑO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Medidas: Huesado por el Cilindro Profundidad: 0.00 m **Área (cm²):** 3.213.00 m² o m²
Muestra: Agregado Grueso y Fino **Lugar de Muestreo:** Carretera del Distrito de Ocaño **Coordenadas UTM:** E: 478605 N: 904320
Método de Muestreo: Muestreo desde el Transportador o camión de Transportación **Según ASTM C1260**

CALIBRACIÓN DEL MOLDE DE PRUEBA

Descripción	Unid	Valor
Temperatura del Agua	°C	20.0
Densidad del Agua	kg/m³	997.94
Peso del Agua en el Molde	kg	2.031
Volumen del Molde	m³	0.002038



DENSIDAD APARENTE DEL AGREGADO FINO

Descripción	Unid	Agregado Fino Suelto			Agregado Fino Compacto		
		Ejemplares			Ejemplares		
		1-01	1-02	1-03	1-01	1-02	1-03
Masa del Molde	g	1034	1034	1034	1034	1034	1034
Volumen del Molde	m³	0.002038	0.002038	0.002038	0.002038	0.002038	0.002038
Masa del Molde + Muestra	g	5051	5051	5040	5420	5403	5400
Masa de la Muestra	g	4017	4017	4006	4386	4369	4366
Densidad Aparente	kg/m³	1948	1948	1962	2158	2146	2145
Densidad Aparente Promedio	kg/m³	1953					

Densidad Nom. (Densidad Especificada) 20: 2.00 **Método utilizado en la Comparación de la Muestra: RENDING (ASTM C1260)**

% de Vaciado - muestra Suelta: 42.4%

% de Vaciado - muestra Compactada: 35.7%

DENSIDAD APARENTE DEL ADESGADO GRUESO

Descripción	Unid	Agregado Grueso Suelto			Agregado Grueso Compacto		
		Ejemplares			Ejemplares		
		1-01	1-02	1-03	1-01	1-02	1-03
Masa del Molde	g	1034	1034	1034	1034	1034	1034
Volumen del Molde	m³	0.002038	0.002038	0.002038	0.002038	0.002038	0.002038
Masa del Molde + Muestra	g	5051	5043	5074	5255	5251	5273
Masa de la Muestra	g	4017	4009	4040	4221	4217	4239
Densidad Aparente	kg/m³	1948	1943	1984	2071	2068	2082
Densidad Aparente Promedio	kg/m³	1958					

Densidad Nom. (Densidad Especificada) 10: 2.04 **Método utilizado en la Comparación de la Muestra: RENDING (ASTM C1260)**

% de Vaciado - muestra Suelta: 43.1%

% de Vaciado - muestra Compactada: 36.8%



DECLARACIONES: Se declara el veracidad de los datos que se detallan en este informe, a efectos de ser utilizado para cualquier propósito que se presente en la capacidad profesional del firmante.

Firmado: Tef. Roy J.A.
Fecha: 17 Mayo 2020 **RUC: 2080188224**

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 204598-2019-001



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA TOMA DE MUESTRA	FECHA DEL ENSAYO	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	LABORATORIO AUTORIZADO
15-05-20	17-05-20	M-01	SG: N° 0132000

SOLICITANTE: **YDEL**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **BAJA, OCAÑO CUENTAS, YDEL**

OBJETIVO: **"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍPIDO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO: **ENVIOS Y OCAÑO RÍPIDOS**

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNIN

**ESPECIFICACIÓN PARA ADESGADOS SEGUN ASTM C33/C33M-16
 AC 780-211-1-01: PRACTICA ESTÁNDAR PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL, PESADO Y MASADO (REAFORZADO EN BARRAS)**

TAMAÑO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Agregado en Uso: Agregado Grueso y Agregado Fino **Profundidad:** 0.00 m **Área (cm²):** 3.213.00 m² o m²
Caracterización en Uso: Análisis Tipo 1 **Carretera en Estudio:** Carretera del Distrito de Ocaño **Coordenadas UTM:** E: 478605 N: 904320
Método de Muestreo: Sin Muestra

SISTERO DE MEZCLAS USANDO EL METODO ACI 311.1-91

CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO	
Resistencia a la Compresión Especificada del Concreto	f'c = 28 MPa (kg/cm²)
Resistencia Especificada a la Compresión del Concreto	f'cr = 34 MPa (kg/cm²)

CANTIDAD DE LOS MATERIALES

Agregado Fino		Agregado Grueso	
Peso Especifico (20°C)	2.68	Tamaño Máximo Nominal	10φ
Absorción	1.1 %	Peso Seco Compactado	1412 kg/m³
Contenido de Humedad	3.1 %	Peso Especifico (20°C)	2.67
Módulo de Flexión	8.7	Absorción	1.0 %
		Contenido de Humedad	0.0 %

Cemento		Áridos	
Tipo de Cemento en Uso	Análisis Tipo 1	Tipo de Árido	---
Peso Especifico	3.15	Módulo de Árido	---
Densidad	---	Densidad	---
Fracción	---	Fracción	---

UNIDAD DE MEZCLA

Selección de Acabamiento (Superficie)	Tipo de Compresión Acabamiento	Factor
Exposición de Arco y Corchales	Compresión	0.75
Normal (Líquido de Agua)	Compresión de Menor Exposición	0.78
Normal (Agua + Cemento)		0.87

Peso Cemento	Peso Agregado Grueso	Peso Agregado Fino	Peso Agua
488.8 kg/m³	10.9 kg/m³	10.9 kg/m³	---

Estimación del Contenido de Agregado Grueso	Agregado Grueso (en Compensación por Límites de Volumen del Concreto) Peso del Agregado Grueso	Unidad
	1000	kg/m³

Cálculo de los Volúmenes, Módulo de los Materiales	Cemento	
		1.148
	0.215	m³
	0.020	m³
	0.188	m³
	0.732	m³

Estimación del Contenido de Agregado Fino	Ítemes Restantes del Agregado Fino (Peso Seco del Agregado Fino)	Unidad
	229.5	kg/m³

Cantidad de Materiales a ser mezclados (con Valores de Densidad en m³)	Cemento	
		214
	102.0	kg/m³
	101.8	kg/m³

Cantidad de Materiales en Peso que se mezcla en una Taza de una Bolsa de Cemento	Cemento	
		42.5
	19.975	libras
	38.7	kg/bolsa
	19.8	kg/bolsa

DECLARACIONES: Se declara el veracidad de los datos que se detallan en este informe, a efectos de ser utilizado para cualquier propósito que se presente en la capacidad profesional del firmante.

Firmado: Tef. Roy J.A.
Fecha: 17 Mayo 2020 **RUC: 2080188224**

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 204598-2019-001

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO	TÍTULO DEL PROYECTO O CLIENTE	NUMERO DE MUESTRA
10-09-22	17-09-22	M-01	DEL N°313022

SOLICITANTE: **SEÑOR:**

BNA. OCAÑO CUENTAS, YUEL

TÍTULO DEL PROYECTO: **"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRBIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUASACHAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

ESPECIFICACIONES Y DATOS DEL PROYECTO:

ESPECIFICACIÓN PARA ADICIÓN DE FIBRAS: SEGUN ASTM D20308M-18
NO PRE-211-1-01 PRACTICA ESTADIA PARA SELECCIONAR PROPORCIONES PARA CONCRETO NORMAL, PESADO Y MASIVO PREPARADO EN ZONA

TITULO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Apagado en seco: Apagado Simple y Apagado Fibras **Profundidad:** 0.30 m **Área (cm²):** 3.213 (31.8x31.8)
Cemento en seco: Ancho Tipo **Cantón en Estado:** Cantón del Distrito de Huasachay **Coordenada UTM:** E 47698 N 86643
Adheso en seco: Sin Adheso

Descripción de la muestra o ensayo	Componentes	Valor	Unidad
Proporción de los materiales en un concreto por hormón de 1:1:1	Agua	19.00	litros
	Agregado Fino seco	1.27	
	Agregado Grueso seco	2.21	
Composición por hormón de los Agregados			
Cantidad de Hormón en los Agregados	Agregado Fino	2.04	%
	Agregado Grueso	3.9	%
Peso Volumétrico de los Agregados	Agregado Fino	142.5	kg/m³
	Agregado Grueso	125	kg/m³
Humedad Cuantitativa de los Agregados	Agregado Fino	1.0	%
	Agregado Grueso	0.0	%
Aporte de Hormón en los Agregados	Agregado Fino	0.0	kg/m³
	Agregado Grueso	4.1	kg/m³
	Agua Total	1.9	kg/m³
Agua Efectiva	Agua Efectiva	216.1	kg/m³
	Relación Agua / Cemento de Usable	0.47	
Peso de los materiales, corregidos por humedad a un estado de los cuerpos de prueba por 0.5	Cemento	405.6	kg/m³
	Agua Efectiva	216.1	kg/m³
	Agregado Fino Hormado	142.5	kg/m³
Relación Agua / Cemento Efectiva		0.47	
	Cemento	413	kg/hormo
Cantidad de materiales corregidos por humedad por un volumen de una tanda de una tanda de cemento	Agua Efectiva	19.0	litros
	Agregado Fino Hormado	50.4	kg/hormo
	Agregado Grueso Hormado	54.8	kg/hormo
Proporción de peso de los materiales corregidos por humedad de los agregados	Cemento	1	
	Agua Efectiva	19.0	litros
	Agregado Fino Hormado	1.46	
	Agregado Grueso Hormado	2.21	

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Laboratorio de Control y Pruebas
 Calle 100 N° 1233 (Calle Ancocha)
 San Marcos, Lima - Perú
Ing. CHE JHON E. RAMÍREZ OLIVERA
 C.I.P. N° 204392

REVISOR:

Revisado: Sr. Ing. E.R.
Revisado: Ing. Jhony A.O.

FECHA: 10/09/2022

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INCOPI con Resolución N° 004986-2019-0180

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	FECHA DE REALIZACIÓN DEL ENSAYO	TÍTULO DEL PROYECTO O CLIENTE	NUMERO DE MUESTRA
10-09-22	20-09-22	M-01	DEL N°313022

SOLICITANTE: **SEÑOR:**

BNA. OCAÑO CUENTAS, YUEL

TÍTULO DEL PROYECTO: **"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRBIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"**

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUASACHAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

ESPECIFICACIONES Y DATOS DEL PROYECTO:

PRACTICA NORMALIZADA PARA MUESTREO DE CONCRETO RECIENTE MEZCLADO SEGUN ASTM C172.09
MÉTODO DE PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA EL ASENTAMIENTO DEL HORMÓN DE CEMENTO HORTALUGO SEGUN ASTM C143M (C43M - 20)

TITULO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Ubicación: Huasachay por Laboratorio **Profundidad:** 0.30 m **Área (cm²):** 3.213 (31.8x31.8)
Lugar de Muestreo: Cantón del Distrito de Huasachay **Coordenada UTM:** E 47698 N 86643

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO RECIENTE MEZCLADO

Muestra	Tipo de Muestra	Asestamiento del Concreto
M-01	Concreto Fibrado con 1% de Fibras Hérvidas	30.0%
M-02	Concreto Fibrado con 2% de Fibras Hérvidas	7.0%
M-03	Concreto Fibrado con 3% de Fibras Hérvidas	6.0%

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO RECIENTE MEZCLADO

Muestra	Tipo de Muestra	Asestamiento del Concreto
M-01	Concreto con 1% de Fibras Hérvidas	30.0%
M-02	Concreto con 2% de Fibras Hérvidas	6.0%
M-03	Concreto con 3% de Fibras Hérvidas	6.0%

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO RECIENTE MEZCLADO

Muestra	Tipo de Muestra	Asestamiento del Concreto
M-01	Concreto con 1% de Fibras Hérvidas	30.0%
M-02	Concreto con 2% de Fibras Hérvidas	6.0%
M-03	Concreto con 3% de Fibras Hérvidas	6.0%

RESULTADOS DEL ENSAYO DE MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO RECIENTE MEZCLADO

Muestra	Tipo de Muestra	Asestamiento del Concreto
M-01	Concreto con 1% de Fibras Hérvidas	30.0%
M-02	Concreto con 2% de Fibras Hérvidas	6.0%
M-03	Concreto con 3% de Fibras Hérvidas	6.0%

SILVER GEOTEC S.A.C.
 Laboratorio de Control y Pruebas
 Calle 100 N° 1233 (Calle Ancocha)
 San Marcos, Lima - Perú
Ing. CHE JHON E. RAMÍREZ OLIVERA
 C.I.P. N° 204392

REVISOR:

Revisado: Sr. Ing. E.R.
Revisado: Ing. Jhony A.O.

FECHA: 10/09/2022

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INCOPI con Resolución N° 004986-2019-0180



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO				
FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	TIPO DE MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE MUESTRA	
19-05-21	03-05-21	M-01	01 87130201	

SUBSTRATO: Betón OCAÑO CUENTAS, FOEL

TÍTULO: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.

OBJETO: DISEÑO

PROVINCIA: HUANCAYO

DEPARTAMENTO: JAJA

TOMA DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Mediada: Huancayo (Cajamarca) **Referencia:** 0300 m. **Altitud (Dato):** 5213.00 M.S.N.M.

Lugar de Muestra: Cantón de Distrito de Jajaja **Coordenadas UTM:** E 47882 S 86632

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS							
Muestra	Tipo de Muestra	Lote N°	Dimensiones			Cantidad de Fibras	Área efectiva de fibra
			Largo	Ancho	Espesor		
M-01	Concreto Puro con 0% de fibra híbrida	M-01	1.20 m	1.20 m	0.20 m	15	0.42 m ²
M-02	Concreto Puro con 1% de fibra híbrida	M-02	1.20 m	1.20 m	0.20 m	11	0.33 m ²
M-03	Concreto Puro con 4% de fibra híbrida	M-03	1.20 m	1.20 m	0.20 m	15	0.42 m ²

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS							
Muestra	Tipo de Muestra	Lote N°	Dimensiones			Cantidad de Fibras	Área efectiva de fibra
			Largo	Ancho	Espesor		
M-01	Concreto Puro con Aditivo de 1% de fibra híbrida	M-01	1.20 m	1.20 m	0.20 m	14	0.37 m ²
M-02	Concreto Puro con Aditivo de 2% de fibra híbrida	M-02	1.20 m	1.20 m	0.20 m	13	0.36 m ²
M-03	Concreto Puro con Aditivo de 3% de fibra híbrida	M-03	1.20 m	1.20 m	0.20 m	13	0.36 m ²

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS							
Muestra	Tipo de Muestra	Lote N°	Dimensiones			Cantidad de Fibras	Área efectiva de fibra
			Largo	Ancho	Espesor		
M-01	Concreto Puro con Aditivo de 3% de fibra híbrida	M-01	1.20 m	1.20 m	0.20 m	14	0.37 m ²
M-02	Concreto Puro con Aditivo de 4% de fibra híbrida	M-02	1.20 m	1.20 m	0.20 m	13	0.36 m ²
M-03	Concreto Puro con Aditivo de 5% de fibra híbrida	M-03	1.20 m	1.20 m	0.20 m	11	0.33 m ²

RESULTADOS DE LA CARACTERIZACIÓN DE LAS FIBRAS							
Muestra	Tipo de Muestra	Lote N°	Dimensiones			Cantidad de Fibras	Área efectiva de fibra
			Largo	Ancho	Espesor		
M-01	Concreto Puro con Aditivo de 4% de fibra híbrida	M-01	1.20 m	1.20 m	0.20 m	9	0.25 m ²
M-02	Concreto Puro con Aditivo de 5% de fibra híbrida	M-02	1.20 m	1.20 m	0.20 m	10	0.27 m ²
M-03	Concreto Puro con Aditivo de 6% de fibra híbrida	M-03	1.20 m	1.20 m	0.20 m	9	0.25 m ²



RECOMENDACIONES: Los resultados son en referencia al fondo con la calificación de la medición de fuerza dada por el control (CEN de AC) solo se muestran los resultados obtenidos por nosotros.

Analista: Ing. Rly E. S.

Revisado: Ing. Jhony E. S.

LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES, INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONES INDUSTRIAL DEL INDECOPI con Resolución N° 04088-0319-002



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO			
FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE EJECUCIÓN	TIPO DE MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE MUESTRA
24-03-2021	31-03-2021	CM-01	01 87130202

SUBSTRATO: Betón OCAÑO CUENTAS, FOEL

TÍTULO: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.

OBJETO: DISEÑO

PROVINCIA: HUANCAYO

DEPARTAMENTO: JAJA

TOMA DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Caracterización de muestras cilíndricas de 150 mmØ x 300 mm de longitud a las 7 días

Mediada: Huancayo, cantón de distrito de Jajaja

Método de Muestreo: ASTM C1287 C30M-15 Práctica normalizada para la elaboración y control de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGUN ASTM C39/C39M-20											
N°	Código de Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Cilindro (ØxL) (mm)	Cilindro (Peso) (kg)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Carga en Compresión (MPa)	Estrés en Compresión (MPa)	Tipo de Falla	Características de la Falla
1	CM-01-01	24-03-2021	03-05-2021	150 mm Ø x 300 mm L	7.8 kg	300 mm²	150 kN	50.00 MPa	50.00	Tipo 1	NO TIENE FIBRAS HIBRIDAS
2	CM-01-02	24-03-2021	03-05-2021	150 mm Ø x 300 mm L	7.8 kg	300 mm²	150 kN	50.00 MPa	50.00	Tipo 1	NO TIENE FIBRAS HIBRIDAS
3	CM-01-03	24-03-2021	03-05-2021	150 mm Ø x 300 mm L	7.8 kg	300 mm²	150 kN	50.00 MPa	50.00	Tipo 1	NO TIENE FIBRAS HIBRIDAS

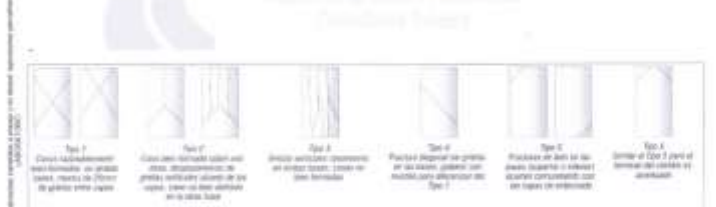


Fig. 2 Esquema de patrones de falla de probetas según ASTM C39/C39M-15

NOTA:
 1) Los valores son sólo resultados de laboratorio de un ensayo ASTM C39/C39M-15 en presencia de humedad.
 2) Los resultados de ensayo de resistencia a la compresión de probetas de concreto (FC) son para un tipo de muestra de 150 mm Ø x 300 mm de longitud a las 7 días ± 0.21 MPa en conformidad con la norma ASTM C39/C39M-15.

RECOMENDACIONES:

Analista: Ing. Rly E. S.

Revisado: Ing. Jhony E. S.

LABORATORIO DE ENSAYOS Y MATERIALES, INSCRITO EN EL REGISTRO DE PROFESIONES INDUSTRIAL DEL INDECOPI con Resolución N° 04088-0319-002



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE TRABAJO	FECHA FINAL DE TRABAJO	COD. LABORATORIO AUTÓNOMO	NÚMERO DE INFORME
24/05/2022	27/05/2022	CM-02	86 1713/2022

SUBJECTO:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C1202/C1208-15 Evaluación y control de espesores de concreto (Laboratorio)
ASTM C803/C833-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1201/C1208-15 Utilización de probetas con armaduras de refuerzo

Tipo de Ensayo:

Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm x 200 mm de longitud a los 28 días

Medios de Muestreo: Muestras, curado, molde y curado en Laboratorio

Método de Muestreo: ASTM C1202/C1208-15 Pruebas normalizadas para la fabricación y control de espesores de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-20

#	Código de Trabajo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	DM (Espesor) (mm)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo de Compresión (MPa)	Esfuerzo de Compresión (kgf/cm²)	Tipo de Fibras	Cantidad de Pruebas
1	CM-02	24/05/2022	27/05/2022	100 mm	102,34 mm	8244	244	238	24	Tip 1a	ASTM C111 - FIBRA 1a - 100 kg/m³
2	CM-02	24/05/2022	27/05/2022	100 mm	102,34 mm	8244	264	258	24	Tip 1a	ASTM C111 - FIBRA 1a - 100 kg/m³
3	CM-02	24/05/2022	27/05/2022	100 mm	102,34 mm	8244	271	265	24	Tip 1a	ASTM C111 - FIBRA 1a - 100 kg/m³
							242,05 kN	26,7	268		

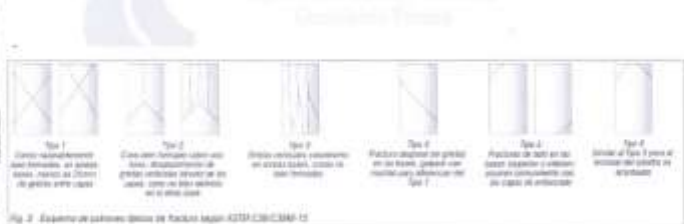


Fig. 2 Diagrama del patrón óptico de fractura según ASTM C39/C39M-20

NOTA:

1. Los resultados de resistencia a compresión son a menos ASTM C1202/C1208-15 por persona (fecha específica).
2. Los ensayos de resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto (ASTM C1202/C1208-15) se realizaron en el laboratorio de ensayos de materiales de construcción de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en Lima, Perú, el día 27 de mayo de 2022. Se utilizó un equipo de ensayos de tipo 100 kN, aplicando un esfuerzo de carga a 0,25 ± 0,02 MPa/min en conformidad con la norma ASTM C39/C39M-20.

REVISADO:

Analista: Ing. Roy E.R.
Revisor: Ing. Jhony R.S.



REC. 2007/0104
Pág. 02

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 002696-2016-002



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE TRABAJO	FECHA FINAL DE TRABAJO	COD. LABORATORIO AUTÓNOMO	NÚMERO DE INFORME
24/05/2022	27/05/2022	CM-02	86 1713/2022

SUBJECTO:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C1202/C1208-15 Evaluación y control de espesores de concreto (Laboratorio)
ASTM C803/C833-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1201/C1208-15 Utilización de probetas con armaduras de refuerzo

Tipo de Ensayo:

Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm x 200 mm de longitud a los 28 días

Medios de Muestreo: Muestras, curado, molde y curado en Laboratorio

Método de Muestreo: ASTM C1202/C1208-15 Pruebas normalizadas para la fabricación y control de espesores de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-20

#	Código de Trabajo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	DM (Espesor) (mm)	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Esfuerzo de Compresión (MPa)	Esfuerzo de Compresión (kgf/cm²)	Tipo de Fibras	Cantidad de Pruebas
1	CM-02	24/05/2022	27/05/2022	100 mm	102,34 mm	8244	244	238	24	Tip 1a	ASTM C111 - FIBRA 1a - 100 kg/m³
2	CM-02	24/05/2022	27/05/2022	100 mm	102,34 mm	8244	264	258	24	Tip 1a	ASTM C111 - FIBRA 1a - 100 kg/m³
3	CM-02	24/05/2022	27/05/2022	100 mm	102,34 mm	8244	271	265	24	Tip 1a	ASTM C111 - FIBRA 1a - 100 kg/m³
							242,05 kN	26,7	268		

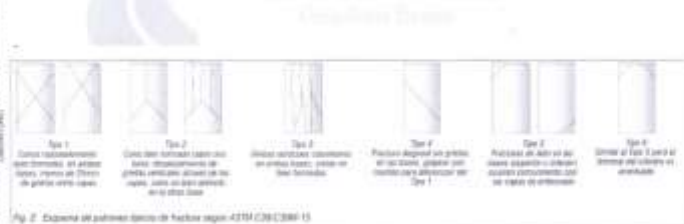


Fig. 2 Diagrama del patrón óptico de fractura según ASTM C39/C39M-20

NOTA:

1. Los resultados de resistencia a compresión son a menos ASTM C1202/C1208-15 por persona (fecha específica).
2. Los ensayos de resistencia a compresión de probetas cilíndricas de concreto (ASTM C1202/C1208-15) se realizaron en el laboratorio de ensayos de materiales de construcción de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) en Lima, Perú, el día 27 de mayo de 2022. Se utilizó un equipo de ensayos de tipo 100 kN, aplicando un esfuerzo de carga a 0,25 ± 0,02 MPa/min en conformidad con la norma ASTM C39/C39M-20.

REVISADO:

Analista: Ing. Roy E.R.
Revisor: Ing. Jhony R.S.



REC. 2007/0104
Pág. 03

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 002696-2016-002



Ing. Humberto Ochoa P. 0984 228400
 Calle Pucallpa N° 12345 Oficina General
 Tel: 0984 228400 / 0984 228401
 www.silvergeotec.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FECHA DE ELABORACION	TIPO TIPO DE ENSAYO	COD. TECNICO Y ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
25/05/2022	01-06/2022	CM-05	05 19718/2022

CLIENTE:

Bank OCAÑO CUENTAS, YOEL

TITULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACION DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEK S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANUCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNIN

REFERENCIA NORMATIVA:

ASTM C150/C150M-15 Evaluación y prueba - especificaciones concreto (Laboratorio)
 ASTM C39/C39M-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C125/C125M-15 Utilización de probetas con características de fraguado

TIPO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 7 días
 Muestreo: Muestras, curado, molde y curado en Laboratorio
 Método de Muestreo: ASTM C150/C150M-15 Pruebas normalizadas para la fabricación y control de especificaciones de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGUN ASTM C39/C39M-20

Nº	Código de Testigo	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo (Días)	Diámetro Promedio (mm)	Alto Promedio (mm)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Deformación en Compresión (Mm)	Deformación en Compresión (µm/m)	Tipo de Fractura	Observaciones del Estado
1	CM-05-01	25/05/2022	07/06/2022	100	200	7850	380.75 kN	21.1	270	Tipo 1	Fractura de 2 % de fractura f _c = 280 kg/cm²
2	CM-05-02	25/05/2022	07/06/2022	100	200	7850	392.25 kN	21.5	280	Tipo 1	Fractura de 2 % de fractura f _c = 280 kg/cm²
3	CM-05-03	25/05/2022	07/06/2022	100	200	7850	385.65 kN	21.2	280	Tipo 1	Fractura de 2 % de fractura f _c = 280 kg/cm²

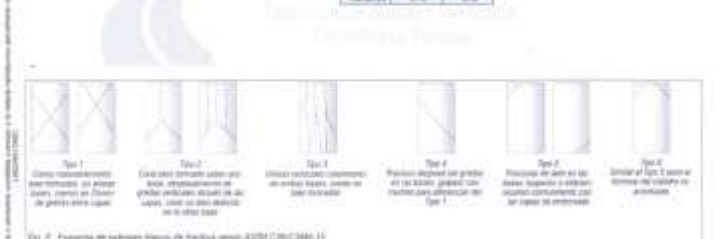


Fig. 2 Diagrama de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

NOTAS:
 1) Los ensayos fueron realizados en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica de laboratorio marca PNEUMATICA, modelo PNE-42, con 60' de carga máxima de 1000 kN, ajustada en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-20.

REVISOR:

Revisado: Sr. Roy D.R.
 Revisado: Sr. Johnny R.D.



NEC 2018/02/24
 (Pág. 04)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Pruebas Industriales del INDECOPI con Resolución N° 004985-2019-02/02



Ing. Humberto Ochoa P. 0984 228400
 Calle Pucallpa N° 12345 Oficina General
 Tel: 0984 228400 / 0984 228401
 www.silvergeotec.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA FECHA DE ELABORACION	TIPO TIPO DE ENSAYO	COD. TECNICO Y ACTIVIDAD	NUMERO DE INFORME
25/05/2022	01-06/2022	CM-05	05 19718/2022

CLIENTE:

Bank OCAÑO CUENTAS, YOEL

TITULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACION DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEK S.A.C.
 DISTRITO: CHILCA
 PROVINCIA: HUANUCAYO
 DEPARTAMENTO: JUNIN

REFERENCIA NORMATIVA:

ASTM C150/C150M-15 Evaluación y prueba - especificaciones concreto (Laboratorio)
 ASTM C39/C39M-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
 ASTM C125/C125M-15 Utilización de probetas con características de fraguado

TIPO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mmØ x 200 mm de longitud a los 7 días
 Muestreo: Muestras, curado, molde y curado en Laboratorio
 Método de Muestreo: ASTM C150/C150M-15 Pruebas normalizadas para la fabricación y control de especificaciones de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGUN ASTM C39/C39M-20

Nº	Código de Testigo	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo (Días)	Diámetro Promedio (mm)	Alto Promedio (mm)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Deformación en Compresión (Mm)	Deformación en Compresión (µm/m)	Tipo de Fractura	Observaciones del Estado
1	CM-05-01	25/05/2022	07/06/2022	100	200	7850	377.35 kN	21.4	280	Tipo 1	Fractura de 2 % de fractura f _c = 280 kg/cm²
2	CM-05-02	25/05/2022	07/06/2022	100	200	7850	390.75 kN	20.1	280	Tipo 1	Fractura de 2 % de fractura f _c = 280 kg/cm²
3	CM-05-03	25/05/2022	07/06/2022	100	200	7850	375.65 kN	21.3	280	Tipo 1	Fractura de 2 % de fractura f _c = 280 kg/cm²

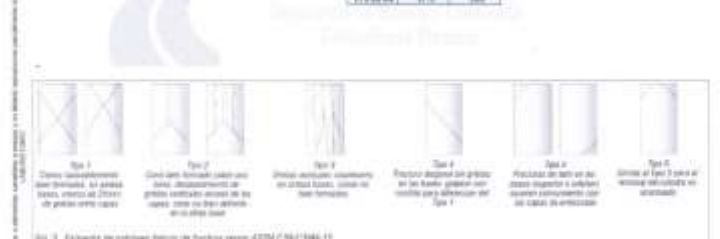


Fig. 3 Diagrama de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-15

NOTAS:
 1) Los ensayos fueron realizados en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 por personal técnico capacitado.
 2) Los ensayos se efectuaron en una prensa hidráulica de laboratorio marca PNEUMATICA, modelo PNE-42, con 60' de carga máxima de 1000 kN, ajustada en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-20.

REVISOR:

Revisado: Sr. Roy D.R.
 Revisado: Sr. Johnny R.D.



NEC 2018/02/24
 (Pág. 05)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Pruebas Industriales del INDECOPI con Resolución N° 004985-2019-02/02



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL DE EJECUCIÓN	USO DESTINADO AL PROYECTO	ALCANTARILLO DE INSPECCIÓN
20/08/2022	22/08/2022	CM-03	83. Nº 13/20202

SOLICITANTE:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YUEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÍBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C109/C109M-15 Evaluación y control / especificaciones para el concreto
ASTM C39/C39M-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1261/C1261M-15 Ubicación de cables con electrodos de resacas

TIPO DE MUESTRA Y ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Comparación de muestras cilíndricas de 102 mmØ x 203 mm de longitud a los 28 días
Muestreo: Muestras, control, prueba y control en laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C109/C109M-15 Prueba normalizada para la elaboración y control de especificaciones de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-20

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Volumen Probado (litros)	Diámetro Probado (mm)	Alto (mm)	Diámetro en Compresión (mm)	Volumen en Compresión (litros)	Diámetro en Compresión (mm)	Tipo de Falso	Características del Ensayo
1	CM-03-01	20/08/2022	22/08/2022	28.86	102 mmØ	203 mm	102 mm	28.86	102	Typ 1	Módulo de 1.5 de fibra híbrida 1.1 - 200 kg/cm²
2	CM-03-02	20/08/2022	22/08/2022	28.86	102 mmØ	203 mm	102 mm	28.86	102	Typ 1	Módulo de 1.5 de fibra híbrida 1.1 - 200 kg/cm²
3	CM-03-03	20/08/2022	22/08/2022	28.86	102 mmØ	203 mm	102 mm	28.86	102	Typ 1	Módulo de 1.5 de fibra híbrida 1.1 - 200 kg/cm²
							202.21 MPa	76.2	79.8		

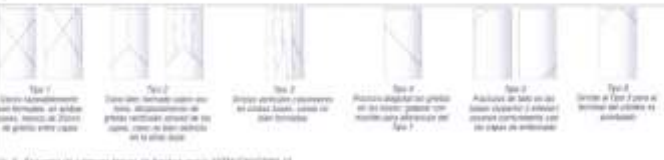


Fig. 2 Esquema de diversos tipos de probetas según ASTM C39/C39M-20

NOTAS:
1. Los resultados de los ensayos se conformaron con la Norma ASTM C109/C109M-15 por procedimientos aceptados.
2. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Materiales "INGENIERÍA S.A." ubicado en la calle principal de la Urb. "Los Olivos" de la ciudad de Huancayo, Junín, Perú, con un largo máximo de 102 mm. Aplicando un coeficiente de seguridad de 1.25, el 100% de las probetas se conformaron con la Norma ASTM C39/C39M-20.

REFERENCIAS:

Elaborado: Ing. Rey D.R.
Revisado: Ing. Jairo R.J.



Nº: 2022-060208 (Pág. 03)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 244386-2019/020



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA INICIO DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL DE EJECUCIÓN	USO DESTINADO AL PROYECTO	ALCANTARILLO DE INSPECCIÓN
20/08/2022	22/08/2022	CM-03	83. Nº 13/20202

SOLICITANTE:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YUEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÍBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C109/C109M-15 Evaluación y control / especificaciones para el concreto
ASTM C39/C39M-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1261/C1261M-15 Ubicación de cables con electrodos de resacas

TIPO DE MUESTRA Y ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Comparación de muestras cilíndricas de 102 mmØ x 203 mm de longitud a los 7 días
Muestreo: Muestras, control, prueba y control en laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C109/C109M-15 Prueba normalizada para la elaboración y control de especificaciones de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39/C39M-20

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Volumen Probado (litros)	Diámetro Probado (mm)	Alto (mm)	Diámetro en Compresión (mm)	Volumen en Compresión (litros)	Diámetro en Compresión (mm)	Tipo de Falso	Características del Ensayo
1	CM-03-01	20/08/2022	22/08/2022	28.86	102 mmØ	203 mm	102 mm	28.86	102	Typ 1	Módulo de 1.5 de fibra híbrida 1.1 - 200 kg/cm²
2	CM-03-02	20/08/2022	22/08/2022	28.86	102 mmØ	203 mm	102 mm	28.86	102	Typ 1	Módulo de 1.5 de fibra híbrida 1.1 - 200 kg/cm²
3	CM-03-03	20/08/2022	22/08/2022	28.86	102 mmØ	203 mm	102 mm	28.86	102	Typ 1	Módulo de 1.5 de fibra híbrida 1.1 - 200 kg/cm²
							171.41 MPa	25.8	22.9		

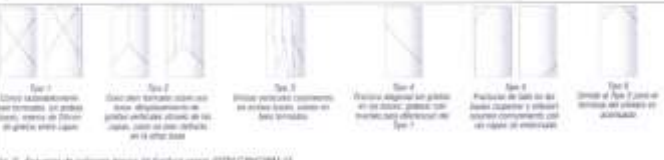


Fig. 2 Esquema de diversos tipos de probetas según ASTM C39/C39M-20

NOTAS:
1. Los resultados de los ensayos se conformaron con la Norma ASTM C109/C109M-15 por procedimientos aceptados.
2. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Materiales "INGENIERÍA S.A." ubicado en la calle principal de la Urb. "Los Olivos" de la ciudad de Huancayo, Junín, Perú, con un largo máximo de 102 mm. Aplicando un coeficiente de seguridad de 1.25, el 100% de las probetas se conformaron con la Norma ASTM C39/C39M-20.

REFERENCIAS:

Elaborado: Ing. Rey D.R.
Revisado: Ing. Jairo R.J.



Nº: 2022-060208 (Pág. 03)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004586-2019/020



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA MES DE EJECUCIÓN	FECHA MES DE RECEPCIÓN	COD. ALMACÉN O ACTIVO	NÚMERO DE INFORME
28/08/2022	28/08/2022	CM-08	02 N°118202

SOLICITANTE:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YDEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JAÉN

REFERENCIAS SIMILITARES:

ASTM C150/C150M-15 Evaluación y prueba de especímenes de concreto
ASTM C63/C63M-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1261/C1261M-15 Utilización de caladores con armaduras de acero

Tipo de Muestra y Actividad:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm x 200 mm de longitud a los 28 días

Muestreo: Muestreo control, intencional y aleatorio en Laboratorio

Método de Muestreo: ASTM C150/C150M-15 Práctica normalizada para la fabricación y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGUN ASTM C39/C39M-20

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diámetro (mm)	Alto (mm)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a Compresión (MPa)	Resistencia a Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Observaciones en Estado
1	CM-08-01	28/08/2022	28/08/2022	28 días	100 mm Ø	200 mm	7854 mm²	2420 kN	24.3	310	Tipo 4	Adición de 1% de fibra M30 (1-28 kg/m³)
2	CM-08-02	28/08/2022	28/08/2022	28 días	100 mm Ø	200 mm	7854 mm²	2512 kN	32.1	397	Tipo 4	Adición de 1% de fibra M30 (1-28 kg/m³)
3	CM-08-03	28/08/2022	28/08/2022	28 días	100 mm Ø	200 mm	7854 mm²	2228 kN	28.3	358	Tipo 4	Adición de 1% de fibra M30 (1-28 kg/m³)

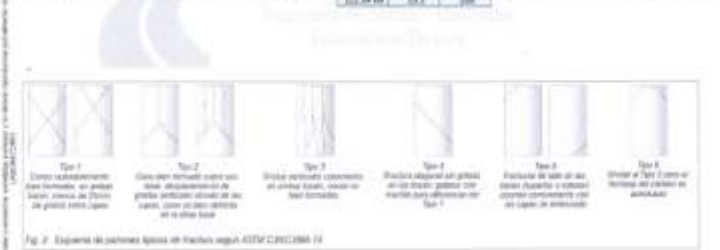


Fig. 2: Diagrama de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-20

NOTA: 1) La carga fue aplicada en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 en presión hidrostática. 2) La muestra es distribuida en sus áreas laterales de acuerdo a la Norma ASTM C1261/C1261M-15, norma PC-41, serie 47 con carga máxima de 100 kN. Adicionalmente se usó el tipo de C-2 - C-30. Prueba en laboratorio con la Norma ASTM C39/C39M-20.

PREPAREDADO: Ing. Rey D.F. / Revisado: Ing. Abby K. D.



Nº: 0001/0029 / Pág. 08

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004986-03-18-000



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA MES DE EJECUCIÓN	FECHA MES DE RECEPCIÓN	COD. ALMACÉN O ACTIVO	NÚMERO DE INFORME
28/08/2022	28/08/2022	CM-08	02 N°118202

SOLICITANTE:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YDEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JAÉN

REFERENCIAS SIMILITARES:

ASTM C150/C150M-15 Evaluación y prueba de especímenes de concreto
ASTM C63/C63M-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1261/C1261M-15 Utilización de caladores con armaduras de acero

Tipo de Muestra y Actividad:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm x 200 mm de longitud a los 28 días

Muestreo: Muestreo control, intencional y aleatorio en Laboratorio

Método de Muestreo: ASTM C150/C150M-15 Práctica normalizada para la fabricación y curado de especímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGUN ASTM C39/C39M-20

Nº	Código del Testigo	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diámetro (mm)	Alto (mm)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Resistencia a Compresión (MPa)	Resistencia a Compresión (kg/cm²)	Tipo de Falla	Observaciones en Estado
1	CM-08-01	28/08/2022	28/08/2022	28 días	100 mm Ø	200 mm	7854 mm²	2420 kN	30.1	377	Tipo 4	Adición de 1% de fibra M30 (1-28 kg/m³)
2	CM-08-02	28/08/2022	28/08/2022	28 días	100 mm Ø	200 mm	7854 mm²	2420 kN	31.0	391	Tipo 4	Adición de 1% de fibra M30 (1-28 kg/m³)
3	CM-08-03	28/08/2022	28/08/2022	28 días	100 mm Ø	200 mm	7854 mm²	2420 kN	31.1	392	Tipo 4	Adición de 1% de fibra M30 (1-28 kg/m³)

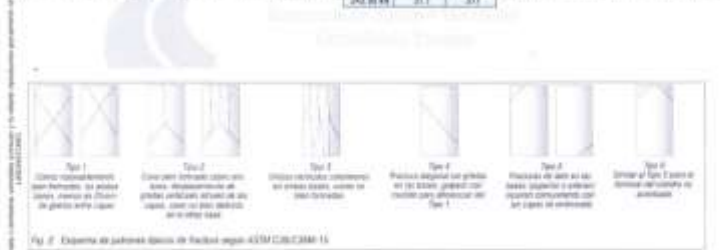


Fig. 2: Diagrama de patrones típicos de fractura según ASTM C39/C39M-20

NOTA: 1) La carga fue aplicada en conformidad con la Norma ASTM C150/C150M-15 en presión hidrostática. 2) La muestra es distribuida en sus áreas laterales de acuerdo a la Norma ASTM C1261/C1261M-15, norma PC-41, serie 47 con carga máxima de 100 kN. Adicionalmente se usó el tipo de C-2 - C-30. Prueba en laboratorio con la Norma ASTM C39/C39M-20.

PREPAREDADO: Ing. Rey D.F. / Revisado: Ing. Abby K. D.



Nº: 0001/0029 / Pág. 08

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004986-03-18-000



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Table with 4 columns: TIPO DE PRUEBA, FORMA PRAL. DE ENSAYO, CANT. AMUESTRAS A ANALIZAR, NÚMERO DE REPETICIONES. Values: 2108/2022, 0308/2022, CM-10, 03. 10/13/2022

CLIENTE:

Bank OCAÑO CUENTAS, YDEI

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRDIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍDIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C1500-15M-15 (Estándar) y prueba experimental controlada (Laboratorio)
ASTM C39-C39M-20 (Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto)
ASTM C1203/C1203M-15 (Ubicación de rotadura con amuestrado de resacas)

TIPO DE MUESTRA Y ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 150 mmØ x 300 mm de longitud a las 7 días
Muestra: Muestras, curadas, moldeadas y curadas en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1203/C1203M-15 Práctica normalizada para la determinación y control de espesores de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39-C39M-20

Table with 11 columns: No, Código del Testigo, Fecha de Moldeo, Fecha de Ensayo, Tipo de Ensayo, Diámetro Promedio (mm), Área Sección (cm²), Carga Máxima (kN), Tensión de Compresión (MPa), Tensión de Compresión (kgf/cm²), Tipo de Falla, Comentarios del Estado. Includes summary row: 181.34 kN, 23.7, 237

Vertical text on the left margin: FOTOGRAFÍA DE FRACTURAS DE LOS PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO EN LABORATORIO



Fig. 2 Diagrama de patrones típicos de fractura según ASTM C1203M-15

NOTAS:
1) Los ensayos se realizaron en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-20 y con parámetros controlados.
2) Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Pruebas Mecánicas, con fecha PC-45, serie AF con carga máxima de 180 kN, aplicando un estándar de carga de 0.2 - 0.2 MPa/min en conformidad con la Norma ASTM C39-C39M-20

PREPAREDADO:

Analista: Sr. Jhony R.R.
Revisor: Sr. Jhony R.R.



S.C. 2000-020214
(Pág. 10)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004986-2019-0200



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Table with 4 columns: TIPO DE PRUEBA, FORMA PRAL. DE ENSAYO, CANT. AMUESTRAS A ANALIZAR, NÚMERO DE REPETICIONES. Values: 2108/2022, 0308/2022, CM-11, 03. 10/13/2022

CLIENTE:

Bank OCAÑO CUENTAS, YDEI

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRDIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍDIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C1500-15M-15 (Estándar) y prueba experimental controlada (Laboratorio)
ASTM C39-C39M-20 (Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto)
ASTM C1203/C1203M-15 (Ubicación de rotadura con amuestrado de resacas)

TIPO DE MUESTRA Y ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 150 mmØ x 300 mm de longitud a las 14 días
Muestra: Muestras, curadas, moldeadas y curadas en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1203/C1203M-15 Práctica normalizada para la determinación y control de espesores de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGÚN ASTM C39-C39M-20

Table with 11 columns: No, Código del Testigo, Fecha de Moldeo, Fecha de Ensayo, Tipo de Ensayo, Diámetro Promedio (mm), Área Sección (cm²), Carga Máxima (kN), Tensión de Compresión (MPa), Tensión de Compresión (kgf/cm²), Tipo de Falla, Comentarios del Estado. Includes summary row: 219.26 kN, 28.2, 282

Vertical text on the left margin: FOTOGRAFÍA DE FRACTURAS DE LOS PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO EN LABORATORIO

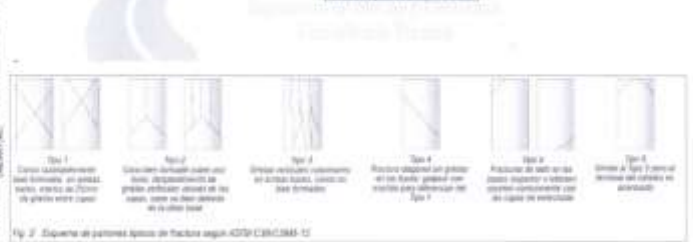


Fig. 2 Diagrama de patrones típicos de fractura según ASTM C1203M-15

NOTAS:
1) Los ensayos se realizaron en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-20 y con parámetros controlados.
2) Los ensayos se realizaron en el Laboratorio de Pruebas Mecánicas, con fecha PC-45, serie AF con carga máxima de 180 kN, aplicando un estándar de carga de 0.2 - 0.2 MPa/min en conformidad con la Norma ASTM C39-C39M-20

PREPAREDADO:

Analista: Sr. Jhony R.R.
Revisor: Sr. Jhony R.R.



S.C. 2000-020214
(Pág. 11)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, Inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INDECOPI con Resolución N° 004986-2019-0200



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL DE ANÁLISIS	COD. ASPECTIVO O ACTIVIDAD	FECHA DE EMISIÓN
27/03/22	04/03/22	CM-12	04/19/2022

CLIENTE:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRSAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTECH S.A.C.
DISTRITO: QUILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

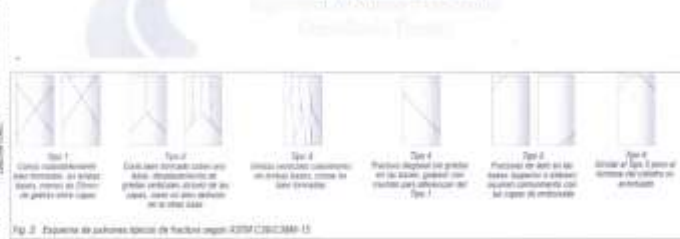
ASTM C1202/C1202M-18 Evaluación y control de espesímenes de concreto (Laboratorio)
ASTM C1260M-20 Resistencia a compresión de muestras cilíndricas de concreto
ASTM C1240/C1240M-18 Utilización de probetas con armadura de refuerzo

TIPO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Compresión de muestras cilíndricas de 100 mm x 200 mm de longitud a los 28 días
Muestreo: Muestras, curado, molde y traslado en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1202/C1202M-18 Pruebas normalizadas para la fabricación y control de espesímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TEXTIGOS CILÍNDRICOS DE CONCRETO SEGUN ASTM C1260M-20

Nº	Código de la Probeta	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	FMS (Espec. (mm))	Diámetro Promedio (mm)	Área Sección (cm²)	Carga Máxima (kN)	Deformación en Compresión (mm)	Deformación en Compresión (Espec.)	Tipo de Fractura	Comentarios del Cliente
1	CM-12-01	27/03/22	28/03/22	200 mm	100 mm Ø	7850 mm²	207.95 kN	31.1	307	Typ 3c: Admisión de 1/4 de fibra lateral (10-20 grados)	
2	CM-12-02	27/03/22	28/03/22	200 mm	100 mm Ø	7850 mm²	244.02 kN	32.4	327	Typ 3c: Admisión de 1/4 de fibra lateral (10-20 grados)	
3	CM-12-03	27/03/22	28/03/22	200 mm	100 mm Ø	7850 mm²	240.04 kN	31.1	325	Typ 3c: Admisión de 1/4 de fibra lateral (10-20 grados)	
							252.00 kN	30.7	307		



- NOTA:
1. Los datos del ensayo se realizaron en conformidad con la norma ASTM C1260M-20 por personal técnico capacitado.
 2. Los ensayos se efectuaron en un área de ensayos de laboratorio FMS-100, modelo PC-41, serie 47 con un rango de carga de 0-200 kN, utilizando un estándar de carga de 0.25 + 0.02 MPa/m en conformidad con la norma ASTM C1260M-20.

Elaborado: Ing. Jairo C. S. / Ing. Jairo C. S.
Revisado: Ing. Jairo C. S. / Ing. Jairo C. S.



N.º: 008-2019-024 / P.º: 12

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Intelectual del INDECOPI con Resolución N° 04458-2019-024



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA FINAL DE ANÁLISIS	COD. ASPECTIVO O ACTIVIDAD	FECHA DE EMISIÓN
04/03/22	07/03/22	FB-01	04/19/2022

CLIENTE:

Barr. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRSAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTECH S.A.C.
DISTRITO: QUILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C1202/C1202M-18 Evaluación y control de espesímenes de concreto (Laboratorio)
ASTM C1260M-20 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TIPO DE MUESTRA O ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 100 mm x 100 mm x 400 mm de longitud a los 14 días
Muestreo: Muestras, curado, molde y traslado en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1202/C1202M-18 Pruebas normalizadas para la fabricación y control de espesímenes de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGUN ASTM C78-CTM-18

Nº	Código de la Probeta	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	FMS (Espec. (mm))	Área y Área Promedio (mm²)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (kN/m)	Módulo de Rotura (Espec.)	Tipo de Fractura	Comentarios del Cliente
1	FB-01-01	04/03/22	07/03/22	400 mm	100 mm x 100 mm	10000 mm²	25.24 kN	3.75	35	Fractura típica (45-55°)	
2	FB-01-02	04/03/22	07/03/22	400 mm	100 mm x 100 mm	10000 mm²	21.58 kN	3.42	42	Fractura típica (45-55°)	
3	FB-01-03	04/03/22	07/03/22	400 mm	100 mm x 100 mm	10000 mm²	27.73 kN	4.18	42	Fractura típica (45-55°)	
							27.68 kN	3.94	43		



- NOTA:
1. Los datos del ensayo se realizaron en conformidad con la norma ASTM C78-CTM-18 por personal técnico capacitado.
 2. Los ensayos se efectuaron en un área de ensayos de laboratorio FMS-100, modelo PC-41, serie 47 con un rango de carga de 0-200 kN, utilizando un estándar de carga de 0.25 + 0.02 MPa/m en conformidad con la norma ASTM C78-CTM-18.

Elaborado: Ing. Jairo C. S. / Ing. Jairo C. S.
Revisado: Ing. Jairo C. S. / Ing. Jairo C. S.



N.º: 008-2019-024 / P.º: 11

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Intelectual del INDECOPI con Resolución N° 04458-2019-024



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE EMISIÓN	COD. INSTRUMENTAL	NÚMERO DE INFORME
24/05/2022	27/05/2022	PE-02	02-0793/2022

SUBSTRATO:
Bach. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:
"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HEBRAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
LABORATORIO SILVER GROUT S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANUCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

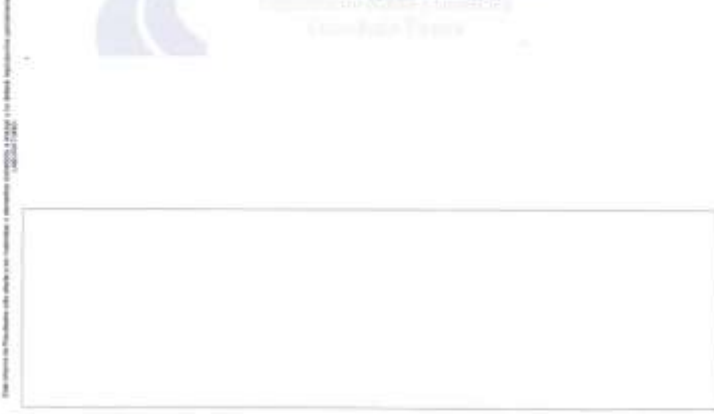
REFERENCIAS NORMATIVAS:
ASTM C1507/1508-15 Evaluación y control de espesímetro controlado (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TAMAÑO DE MUESTRA O SECCIONES:
Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 450 mm de longitud a los 28 días
Modidad: Muebles, curado, moldeo y control en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1857/1858-15 Práctica normalizada para la elaboración y control de espesímetro de concreto en laboratorio

TAMAÑO DE MUESTRA O SECCIONES:
Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 450 mm de longitud a los 28 días
Modidad: Muebles, curado, moldeo y control en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1857/1858-15 Práctica normalizada para la elaboración y control de espesímetro de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGUN ASTM C78/C78M-18

Nº	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Transverso (mm)	Longitud Probada (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (kN/m)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Comentarios del Estado
1	15-02-01	24/05/2022	27/05/2022	3 días	150 mm x 150 mm	450 mm	31.25 kN	4.26	45	Tercio medio, fractura de 1% de área fibrosa (F ₁ = 280 kg/cm²)	
2	15-02-02	24/05/2022	27/05/2022	3 días	150 mm x 150 mm	450 mm	28.19 kN	4.00	47	Tercio medio, fractura de 1% de área fibrosa (F ₁ = 280 kg/cm²)	
3	15-02-03	24/05/2022	27/05/2022	3 días	150 mm x 150 mm	450 mm	31.25 kN	4.26	45	Tercio medio, fractura de 1% de área fibrosa (F ₁ = 280 kg/cm²)	
							30.81 kN	4.52	44		



NOTAS:
1) Las vigas fueron moldeadas en conformidad con el Método ASTM C1507-15 (2) en el personal de laboratorio.
2) Las vigas fueron moldeadas en el personal de laboratorio del Laboratorio PISCAR LTDA, modelo FC-42, con un rango máximo de 1500 kg. Aplicando una velocidad de carga entre 0.2 MPa/min y 1.2 MPa/min hasta el momento de la rotura controlada de acuerdo al Método ASTM C1507-15.

PREPARADO POR:
Analista: Ing. Roy J. D.
Revisado: Ing. Jairo E. D.

SILVER GROUT S.A.C.
Laboratorio de Control de Calidad
Ing. Odi Jairo E. OCAÑO CUENTAS
C.E.B. Nº 204333
R.E.C. 2001784324
Pág. 02



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EJECUCIÓN	FECHA DE EMISIÓN	COD. INSTRUMENTAL	NÚMERO DE INFORME
25/05/2022	28/05/2022	PE-02	02-0793/2022

SUBSTRATO:
Bach. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:
"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HEBRAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:
LABORATORIO SILVER GROUT S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANUCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:
ASTM C1507/1508-15 Evaluación y control de espesímetro controlado (Laboratorio)
ASTM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TAMAÑO DE MUESTRA O SECCIONES:
Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 450 mm de longitud a los 28 días
Modidad: Muebles, curado, moldeo y control en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1857/1858-15 Práctica normalizada para la elaboración y control de espesímetro de concreto en laboratorio

TAMAÑO DE MUESTRA O SECCIONES:
Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 450 mm de longitud a los 28 días
Modidad: Muebles, curado, moldeo y control en Laboratorio
Método de Muestreo: ASTM C1857/1858-15 Práctica normalizada para la elaboración y control de espesímetro de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGUN ASTM C78/C78M-18

Nº	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad Ensayo (días)	Ancho y Alto Transverso (mm)	Longitud Probada (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (kN/m)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Zona de Fractura	Comentarios del Estado
1	15-02-01	25/05/2022	28/05/2022	3 días	150 mm x 150 mm	450 mm	35.26 kN	5.74	45	Tercio medio, fractura de 1% de área fibrosa (F ₁ = 280 kg/cm²)	
2	15-02-02	25/05/2022	28/05/2022	3 días	150 mm x 150 mm	450 mm	35.26 kN	5.74	44	Tercio medio, fractura de 1% de área fibrosa (F ₁ = 280 kg/cm²)	
3	15-02-03	25/05/2022	28/05/2022	3 días	150 mm x 150 mm	450 mm	37.19 kN	5.98	39	Tercio medio, fractura de 1% de área fibrosa (F ₁ = 280 kg/cm²)	
							35.80 kN	4.71	42		



NOTAS:
1) Las vigas fueron moldeadas en conformidad con el Método ASTM C1507-15 (2) en el personal de laboratorio.
2) Las vigas fueron moldeadas en el personal de laboratorio del Laboratorio PISCAR LTDA, modelo FC-42, con un rango máximo de 1500 kg. Aplicando una velocidad de carga entre 0.2 MPa/min y 1.2 MPa/min hasta el momento de la rotura controlada de acuerdo al Método ASTM C1507-15.

PREPARADO POR:
Analista: Ing. Roy J. D.
Revisado: Ing. Jairo E. D.

SILVER GROUT S.A.C.
Laboratorio de Control de Calidad
Ing. Odi Jairo E. OCAÑO CUENTAS
C.E.B. Nº 204333
R.E.C. 2001784324
Pág. 02

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EMISIÓN	FECHA FINAL DE VALIDEZ	COD. REGISTRO INICIAL	NUMERO DE ENSAYO
20/06/2022	23/06/2022	FE-04	04_197180022

SUBJECTIVO: Banc. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.

UBICACIÓN: ATM C180/C18M-15 Elaboración y curado / experimentos concretos / Laboratorio

DISTRITO: CHILCA

PROVINCIA: HUANCAYO

DEPARTAMENTO: JUNÍN

ADMONICIÓN ADJUNTA (SI/NO): ATM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 28 días

Mudanza: Muestras, curado, molde y custodia en Laboratorio

Método de Muestreo: ASTM C180/C18M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de experimentos de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18											
N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad (Días) (Días)	Ancho y Alto (mm)	Longitud (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (kN/m)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Días de Ensayo	Comentarios del Estado
1	FE-04-01	20/06/2022	20/06/2022	28 días	150 mm	400 mm	30.28 kN	4.31	45	28	Tramo medio / Adición de 3 % de fibra híbrida (F1 - 280 kg/m³)
2	FE-04-02	20/06/2022	20/06/2022	28 días	150 mm	400 mm	26.71 kN	4.71	45	28	Tramo medio / Adición de 3 % de fibra híbrida (F1 - 280 kg/m³)
3	FE-04-03	20/06/2022	20/06/2022	28 días	150 mm	400 mm	28.74 kN	5.23	45	28	Tramo medio / Adición de 3 % de fibra híbrida (F1 - 280 kg/m³)
							31.80 kN	4.42	45		

NOTAS:

1. Las vigas de ensayo se controlaron en conformidad con el formato ASTM C180/C18M-15 en sus propiedades físicas.

2. Las vigas se elaboraron en el centro industrial de Betones PRECURE LTDA, modelo FC-02, serie 07 con carga máxima de 1500 kN. Aplicando una velocidad de carga con 0.3 MPa/s y 1.2 MPa por hora y se curó en conformidad con el formato ASTM C78/C78M-18.

REVISIONES:

Elaborado: Ing. Roy E.S.

Revisado: Ing. Jimmy R.S.



Ing. CHE JIMMY R. SANCHEZ OLIVERA
C.C.P. N° 2044524

REL: 200119624 (7/4, 10)

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EMISIÓN	FECHA FINAL DE VALIDEZ	COD. REGISTRO INICIAL	NUMERO DE ENSAYO
20/06/2022	23/06/2022	FE-08	04_197180022

SUBJECTIVO: Banc. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO: "EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HIBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RÍGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.

UBICACIÓN: ATM C180/C18M-15 Elaboración y curado / experimentos concretos / Laboratorio

DISTRITO: CHILCA

PROVINCIA: HUANCAYO

DEPARTAMENTO: JUNÍN

ADMONICIÓN ADJUNTA (SI/NO): ATM C78/C78M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

Tipo de Ensayo: Flexión de vigas de 150 mm x 150 mm x 400 mm de longitud a los 28 días

Mudanza: Muestras, curado, molde y custodia en Laboratorio

Método de Muestreo: ASTM C180/C18M-15 Práctica normalizada para la elaboración y curado de experimentos de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGÚN ASTM C78/C78M-18											
N°	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad (Días) (Días)	Ancho y Alto (mm)	Longitud (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Rotura (kN/m)	Módulo de Rotura (kg/cm²)	Días de Ensayo	Comentarios del Estado
1	FE-04-01	20/06/2022	20/06/2022	28 días	150 mm	400 mm	30.28 kN	4.31	45	28	Tramo medio / Adición de 3 % de fibra híbrida (F1 - 280 kg/m³)
2	FE-04-02	20/06/2022	20/06/2022	28 días	150 mm	400 mm	26.71 kN	4.71	45	28	Tramo medio / Adición de 3 % de fibra híbrida (F1 - 280 kg/m³)
3	FE-04-03	20/06/2022	20/06/2022	28 días	150 mm	400 mm	28.74 kN	5.23	45	28	Tramo medio / Adición de 3 % de fibra híbrida (F1 - 280 kg/m³)
							31.80 kN	4.42	45		

NOTAS:

1. Las vigas de ensayo se controlaron en conformidad con el formato ASTM C180/C18M-15 en sus propiedades físicas.

2. Las vigas se elaboraron en el centro industrial de Betones PRECURE LTDA, modelo FC-02, serie 07 con carga máxima de 1500 kN. Aplicando una velocidad de carga con 0.3 MPa/s y 1.2 MPa por hora y se curó en conformidad con el formato ASTM C78/C78M-18.

REVISIONES:

Elaborado: Ing. Roy E.S.

Revisado: Ing. Jimmy R.S.



Ing. CHE JIMMY R. SANCHEZ OLIVERA
C.C.P. N° 2044524

REL: 200119624 (7/4, 10)



Av. General Bolognesi 2048 Esq. 2da Av. Pisco
 Pisco 20000 - Perú - 011 20224 204444
 Fax: 011 2022 204444 | 011 20224 204444
 www.silvergeotec.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE EMISIÓN	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20/05/2022	23/05/2022	FE-06	001. 073120202

SOLICITANTE:

Bach. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO CHILCA
 PROVINCIA HUANCAYO
 DEPARTAMENTO JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C1903/C1903M-15 Evaluación y control / esperimentos de concreto (Laboratorio)
 ASTM C753/C753M-15 Resistencia a Flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TAMAÑO DE MUESTRA Y ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo Pruebas de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días

Modalidad Muestras, control, modelo y control en Laboratorio

Método de Muestreo ASTM C1903/C1903M-15 Pruebas normalizadas para la obtención y control de experimentos de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGUN ASTM C753/C753M-15

Nº	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Volumen (litros)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Ruptura (MPa)	Módulo de Ruptura (kg/cm²)	Eje de Fractura	Característica del Estado
1	FE-06-01	20/05/2022	23/05/2022	20.000	150 mm	480 mm	32.35 kN	4.63	47	Tercio medio	Módulo de 1/3 de tramo rígido, 11 - 200 kg/cm²
2	FE-06-02	20/05/2022	23/05/2022	20.000	150 mm	480 mm	34.79 kN	4.87	50	Tercio medio	Módulo de 1/3 de tramo rígido, 11 - 200 kg/cm²
3	FE-06-03	20/05/2022	23/05/2022	20.000	150 mm	480 mm	32.14 kN	4.57	47	Tercio medio	Módulo de 1/3 de tramo rígido, 11 - 200 kg/cm²
							32.09 kN	4.68	48		

NOTA:

- Las vigas fueron moldeadas en Laboratorio con el Método ASTM C1903/C1903M-15 por personal técnico capacitado.
- Las vigas se elaboraron en una planta industrial de concreto PROCON S.A.S. modelo FC-02, con carga máxima de 1300 kg, aprobada una capacidad de carga por 12 MPa y una 1.2 MPa por metro cuadrado de área de controlado con el Método ASTM C753/C753M-15.

INFORMACIÓN:

Realizado: Ing. Ay J.P.
 Revisado: Ing. Jairo P. D.



N.º: 202105224
 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INCOEPI con Resolución N° 004986-2016-DEDI



Av. General Bolognesi 2048 Esq. 2da Av. Pisco
 Pisco 20000 - Perú - 011 20224 204444
 Fax: 011 2022 204444 | 011 20224 204444
 www.silvergeotec.com.pe

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE ELABORACIÓN	FECHA DE EMISIÓN	COD. MUESTRA O ACTIVIDAD	NÚMERO DE INFORME
20/05/2022	23/05/2022	FE-07	001. 073120202

SOLICITANTE:

Bach. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÉRRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
 DISTRITO CHILCA
 PROVINCIA HUANCAYO
 DEPARTAMENTO JUNÍN

REFERENCIAS NORMATIVAS:

ASTM C1903/C1903M-15 Evaluación y control / esperimentos de concreto (Laboratorio)
 ASTM C753/C753M-15 Resistencia a Flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TAMAÑO DE MUESTRA Y ACTIVIDAD:

Tipo de Ensayo Pruebas de vigas de 150 mm x 150 mm x 480 mm de longitud a los 28 días

Modalidad Muestras, control, modelo y control en Laboratorio

Método de Muestreo ASTM C1903/C1903M-15 Pruebas normalizadas para la obtención y control de experimentos de concreto en laboratorio

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGUN ASTM C753/C753M-15

Nº	Código de la Viga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Volumen (litros)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Ruptura (MPa)	Módulo de Ruptura (kg/cm²)	Eje de Fractura	Característica del Estado
1	FE-07-01	21/05/2022	20/05/2022	18.000	150 mm	480 mm	31.25 kN	4.44	45	Tercio medio	Módulo de 1/3 de tramo rígido, 11 - 200 kg/cm²
2	FE-07-02	21/05/2022	20/05/2022	18.000	150 mm	480 mm	32.79 kN	4.57	48	Tercio medio	Módulo de 1/3 de tramo rígido, 11 - 200 kg/cm²
3	FE-07-03	21/05/2022	20/05/2022	18.000	150 mm	480 mm	29.14 kN	4.11	43	Tercio medio	Módulo de 1/3 de tramo rígido, 11 - 200 kg/cm²
							31.02 kN	4.33	45		

NOTA:

- Las vigas fueron moldeadas en Laboratorio con el Método ASTM C1903/C1903M-15 por personal técnico capacitado.
- Las vigas se elaboraron en una planta industrial de concreto PROCON S.A.S. modelo FC-02, con carga máxima de 1300 kg, aprobada una capacidad de carga por 12 MPa y una 1.2 MPa por metro cuadrado de área de controlado con el Método ASTM C753/C753M-15.

INFORMACIÓN:

Realizado: Ing. Ay J.P.
 Revisado: Ing. Jairo P. D.



N.º: 202105224
 (Pág. 01)

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INCOEPI con Resolución N° 004986-2016-DEDI



La Empresa Geotécnica SILVER GEOTEC S.A.C. tiene a su disposición el servicio de Asesoría y Ejecución de Pruebas de Laboratorio y de Campo, para el control de calidad de los materiales de construcción y para el control de calidad de los trabajos de construcción.

FORMA DE RESULTADOS DE ENSAYO

FECHA DE EJECUCIÓN DE PRUEBAS	FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA	FECHA DE EMISIÓN DEL INFORME	CLASIFICACIÓN DE INFORME
27/06/2022	27/06/2022	27-06	02. 01300002

CLIENTE:

Bach. OCAÑO CUENTAS, YOEL

TÍTULO:

"EFECTO DE LA ADICIÓN DE FIBRAS HÍBRIDAS EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA PAVIMENTO RIGIDO"

UBICACIÓN DEL PROYECTO:

UBICACIÓN: LABORATORIO SILVER GEOTEC S.A.C.
DISTRITO: CHILCA
PROVINCIA: HUANCAYO
DEPARTAMENTO: JUNÍN

REFERENCIA NORMATIVA:

ASTM C150/C150M-18 Especificación y control de calidad de concreto de laboratorio
ASTM C750/C750M-18 Resistencia a flexión en vigas con cargas en tercios del tramo

TOMA DE MUESTRAS Y ALMACÉN:

Tipo de Ensayo: Pruebas de vigas de 150 mm x 150 mm x 450 mm de longitud a los 28 días

Muestreo: Muestreo, curado, traslado y custodia en Laboratorio

Método de Muestreo: ASTM C1029/C1029M-18 Práctica normalizada para la selección y control de representatividad de lotes de materiales

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE VIGAS CON CARGAS EN TERCIOS DEL TRAMO SEGUN ASTM C750/C750M-18

Nº	Código de la Liga	Fecha de Muestreo	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Ancho y Alto Promedio (mm)	Longitud Promedio (mm)	Carga Máxima (kN)	Módulo de Ruptura (MPa)	Módulo de Elasticidad (kg/cm²)	Clase de Ruptura	Características del Sustrato
1	15-05-21	27/06/2022	28/06/2022	28 Días	150 mm	450 mm	22.96 kN	4.41	69	Vigas con Adición de 4 % de Fibras Híbridas (F1) - 280 kg/m³	
2	15-05-21	27/06/2022	28/06/2022	28 Días	150 mm	450 mm	24.75 kN	4.67	70	Vigas con Adición de 4 % de Fibras Híbridas (F2) - 280 kg/m³	
3	15-05-21	27/06/2022	28/06/2022	28 Días	150 mm	450 mm	24.17 kN	4.55	68	Vigas con Adición de 4 % de Fibras Híbridas (F3) - 280 kg/m³	

NOTA:

- 1) Las vigas han sido ensayadas y controladas con la Norma ASTM C750/C750M-18 por personal técnico-ajustado.
- 2) Las vigas se ensayaron en un equipo Universal de Bóvedas PROCON S.A. modelo PTC-40, serie 437 con capacidad de 700 kN. Aplicando una velocidad de carga de 0.14 MPa/min y 0.2 MPa/min hasta producir el inicio de la rotación de la viga según ASTM C750/C750M-18.

REVISIONES:

Revisión: No. 01 y 02
Emitido: 02. JUNIO 22



R.C. 28046024
Pág. 05

Laboratorio de Ensayos de Materiales, inscrito en el Registro de Propiedad Industrial del INCOOPRI con Resolución N° 80458-2018-000

Anexo 04: Certificados de calibración



M. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elba, Lima
 Paje. Número N° 122-152 Chica, Huancayo
 Celular: 964048488 / 95505584
 Teléfono Fijo: 064-212022
 Correo: angel@silvergeotec.com



Certificado

La Dirección de Asesorías del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30204, OPTIMA, el presente certifica de conformidad de la Autorización de

TEST & CONTROL S.A.C.

Laboratorio de Calibración
 Calle Coronado de Leones 30 111 111, 1ra. Etapa, Distrito de San Miguel, provincia de Lima y Departamento de Lima
 Cód. Postal 15100
 RUT: 0201862 07888 0006 Inscripción Bienes por el cumplimiento de los Labores de Ingeniería y Construcción
 Pluralidad a nivel Nacional de Calibración con Decreto de Autorización. Es el marco de la legislación vigente que se describe en el D.S. N° 008-2007-EE que regula y autoriza el ejercicio de las actividades de ingeniería y construcción de obras de infraestructura.
 Fecha de Vigencia: 24 de marzo de 2023
 Fecha de vencimiento: 31 de marzo de 2023

[Signature]
 DIRECTOR GENERAL DE CALIBRACION
 INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD

Fecha de emisión: 09 de junio de 2023

Este certificado es válido para el uso que se indica en el presente documento y no debe ser utilizado para otros fines.
 El presente documento puede ser consultado en el sitio web de la Dirección de Asesorías del INACAL: www.inacal.gob.pe
 Este certificado es válido para el uso que se indica en el presente documento y no debe ser utilizado para otros fines.
 El presente documento puede ser consultado en el sitio web de la Dirección de Asesorías del INACAL: www.inacal.gob.pe



M. Angel Fernández Quiroz N° 2809 Int. 104 Urb. Elba, Lima
 Paje. Número N° 122-152 Chica, Huancayo
 Celular: 964048488 / 95505584
 Teléfono Fijo: 064-212022
 Correo: angel@silvergeotec.com



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
 NTP ISO / NC 17025:2017



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN TC-09901-2022

PROFORMA: 001/14 Fecha de emisión: 2023-06-08 Página: 1 de 2

SOLICITANTE: SILVER GEOTEC S.A.C.
 Dirección: Paje, N.º 122, Av. Coronado de Leones

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: PRUEBA DE CONCRETO
 Marca: FIEDLAM
 Modelo: FC-43
 Nº Serie: 497
 Intervalo de medición: 1500 KN
 Resolución: 0,01 KN
 Precisión: No aplica
 Código de identificación: No aplica
 Ubicación: Laboratorio
 Fecha de Calibración: 2023-06-07

LUGAR DE CALIBRACIÓN
 Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

METODO DE CALIBRACIÓN
 La calibración se efectuó por comparación directa utilizando un instrumento patrón certificado.

CONDICIONES AMBIENTALES

CONDICIÓN	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	20,7°C	20,7°C
HUMEDAD RELATIVA	48,0%	48,0%

TEST & CONTROL S.A.C. no es responsable de los errores que puedan ocurrir debido a la calibración errónea o la mala manipulación de esta instrumentación, ni de una eventual interpretación de los resultados de la calibración realizada en el presente documento.
 El presente documento cancela de valor sus firmas y sellos.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de acuerdo al modelo establecido en la Norma Técnica Peruana (NTP) ISO/IEC 17025.
 TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad garantizando la confiabilidad de nuestros clientes.
 Este certificado de calibración documenta la trazabilidad y la uniformidad, precisión y la homogeneidad de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la confiabilidad de los resultados de la calibración se le recomienda al usuario recibir sus instrumentos e instrumentación antes de iniciar el uso.
 Los resultados son válidos solamente para el tipo de muestra a calibrar, no deben ser utilizados como una verificación de conformidad con criterios de aceptación ni como certificado de idoneidad de calidad de la muestra que se calibra.

[Signature]
 Lic. Néstor Ramos Pareda
 Gerente Técnico
 C.F.P. N° 8118



Dr. Ángel Fernández Cuervo N° 2009 Int. 104 Urb. Elba, Lima
 Paje: Huacho N° 122-152 Chibca, Huancayo
 Celular: 964046688 / 965505584
 Teléfono Fija: 064-212021
 Correo: silvergeotec@gmail.com



Dr. Ángel Fernández Cuervo N° 2009 Int. 104 Urb. Elba, Lima
 Paje: Huacho N° 122-152 Chibca, Huancayo
 Celular: 964046688 / 965505584
 Teléfono Fija: 064-212021
 Correo: silvergeotec@gmail.com



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD
 NTP ISO / IEC 17025:2017



Laminado : TC-09248-2022
 Página : 2 de 2

TRANSMISIÓN

Paquete de Referencia	Paquete de Trabajo	Certificado de Transmisión
Balance de Preción MP Transmisión	Cable de Carga 30M 3000 kg	1507C

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Indicación del Equipo	Letra de Corrección/Intervalo	Error	Incertidumbre
(MM)	(MM)	(MM)	(MM)
15.12	0.00	0.00	0.07
30.00	0.00	0.00	0.07
45.00	0.00	0.00	0.07
60.00	0.00	0.00	0.07
75.00	0.00	0.00	0.07
90.00	0.00	0.00	0.07
105.00	0.00	0.00	0.07
120.00	0.00	0.00	0.07

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se realizó una etiqueta autoadhesiva.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida en los datos multiplicando el coeficiente de cobertura por el factor de cobertura k=2 que para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR
 EL COMITÉ NACIONAL DE Acreditación
 (ANAC) - SIN COPA REGISTRO N° 1716 - 018



Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022

Publido : 13/07/2022 Fecha de emisión : 20/07/2022

Subcliente : SILVER GEOTEC S.A.C.
 Dirección : Paje Huacho N° 122-152 Chibca-Huancayo

Instrumental de medición	Detalle
Tipo	Electrónico
Marca	TRACON
Modelo	0217102
RF de Serie	024010104
Capacidad Máxima	30000 kg
Resolución	0.01 g
Unidad de medición	kg
Clase de Exactitud	B
Capacidad Máxima	200 g
Procedimiento	CM04
Identificación	No aplica
Etiquetado	Autoadhesivo
Indicador de V.L. Límite	S/N
Fecha de Calibración	20/07/2022

Lugar de calibración:
 Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

Método de calibración:
 La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y sus valores aplicados mediante pesos patrón de aproximadamente 1000g. Procedimiento para el Calibrador de Instrumentos de Pesaje de Ponderación de Substrato Clase II y III. Norma Técnica - Mayo 2010. SIN 004/2010.

TEST & CONTROL S.A.C. es el responsable de los procesos que pueden estar sujetos de su calibración de acuerdo a las normas técnicas aplicables, la AN para determinar el cumplimiento de los resultados de la calibración autorizada, en el presente documento.

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basados en el Sistema Técnico Pesaje (SINTEC) SIN 004/2010.

TEST & CONTROL S.A.C. realiza los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la confiabilidad de sus mediciones.

Este certificado de calibración documenta la conformidad o no, de los instrumentos de medición, de conformidad con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la validez de los resultados de la calibración se realizaron en el momento de la calibración los procedimientos de calibración de instrumentos de medición.

Los resultados son válidos solamente para el tipo de servicio y calibración realizado por el cliente, estos son considerados de confidencialidad por tenerlos en guarda y como resultado de un servicio de calibración de instrumentos de medición de la empresa que se emite.

(Firma manuscrita)
 Lic. María Raquel Paez
 Gerente Técnica
 SIN 004

PSG-19-00-Directiva 2018/Rev.05

Página : 1 de 3



- 1. Control de Calidad
- 2. Control de Gestión
- 3. Control de Recursos
- 4. Control de Medición
- 5. Control de Medio Ambiente
- 6. Control de Seguridad

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 09902 - 2022

Forma : 15217

Fecha de Emisión : 2022-06-15

SOLICITANTE : SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección : P.O. HUÉZAR NRO. 523, AYMÁN-HUANCAYO, CHILE

GRUPO : HORASU
Marca : ASA INSTRUMENTE
Modelo : DT-04-1A
Número de Serie : 19033
Identificación : NO INDICA
Presencia : NO INDICA
Origen del uso : Verificación natural
Destino : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-06-07

TEST & CONTROL, S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basados a la Norma Técnica Peruana (NTP) ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL, S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con sus más altos estándares de calidad, garantizando la confiabilidad de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la exactitud y la precisión reconocidas e internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones en el momento de su realización, se le recomienda a nuestros clientes:

Los resultados son válidos solamente para el item sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del estado de calidad de la entidad que lo solicita.

Instrumentos de Medición de Capas

Temperatura	Humedad	Temperatura
Inicial	14.0 °C	28 %
Final	15 °C	31 %

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN
Instalaciones de SILVER GEOTEC S.A.C.

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-476 de la norma, June 2016, "Procedimiento para la calibración y caracterización de medidores autónomos tipo sensores de humedad" publicado por el SINI (INDECOP).

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura	Humedad	Temperatura
Inicial	14.0 °C	28 %
Final	15 °C	31 %

TEST & CONTROL, S.A.C. no es responsable de los errores que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de estos instrumentos, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración documentada en el presente documento.

El presente documento cesa de valer sin firma y sello.

M. Nicolás Reyes Pizarro
Gerente Técnico
C.P. 0318

POC-18-11/Octubre 2021/Rev.03

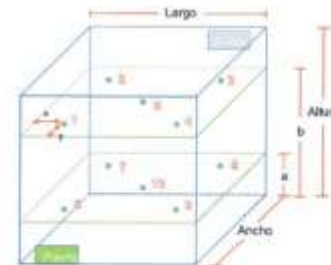
Página : 1 de 6

TRAZABILIDAD

Certificado : TC - 09902 - 2022

Identificación	Personas de Trabajo	Certificado de Calibración
Parámetros de Referencia del SAI	Indicador digital con termómetro tipo P con incertidumbre del orden de $\pm 0,01$ °C, NEMA E, 18 °C	17-0968-2021

UBICACIÓN DE LOS SENSORES DENTRO DEL MEDIO ISOTERMICO



Largo :	30.3 cm	a :	5.0 cm	h :	5.0 cm
Ancho :	30.3 cm	b :	5.0 cm	f :	5.0 cm
Altura :	30.3 cm				

Los termómetros 5 y 11 se ubican en el centro de su respectiva cavidad.
El medio termómetro 2 perfila al momento de iniciar la calibración.

NOMENCLATURA DE ACRONIMOS

T	: Intervalo de tiempo en minutos.	T.PROM	: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de
T.ME	: Temperatura máxima por sensor.	T.prom	: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante.
T.MIN	: Temperatura mínima por sensor.	DTT	: Diferencia de temperatura en el tiempo.
T.MED	: Temperatura mínima para un instante dado.		

POC-18-11/Octubre 2021/Rev.03

Página : 2 de 6

Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022

Historia: 13316 Fecha de emisión: 2022-08-08

Solicitante: SILVER GEOTEC S.A.C.
Dirección: P. Nañez No. 122 Ambo-Huancayo-Chica

Instrumento de medición:
Balanza
Tipo: Electrónica
Marca: OHAUS
Modelo: N210C
N° de Serie: 612018798
Capacidad Máxima: 2000 g
Resolución: 0.1 g
Clase de Exactitud: 1E
Capacidad Máxima: 200 g
Precisión: 0.0008
Identificación: No aplica
Ubicación: Laboratorio
Versión de ET (ver): 0.12
Fecha de Calibración: 2022-08-07

TEST & CONTROL S.A.C. es el Laboratorio de Calibración y Certificación del Modelo de Medición, conforme a la Norma Técnica Peruana N00267-17-02.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda un servicio de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, puntualidad y adherencia a los requisitos.

Este certificado de calibración demuestra la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales, en acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recurrir a sus instrumentales a intervalos regulares.

Lugar de calibración:
Laboratorio de SILVER GEOTEC S.A.C.

Método de calibración:
La calibración se realizó por comparación directa entre los instrumentos de medida de la muestra y los valores referidos mediante pesas patrón según procedimiento PG-001 "Procedimiento para la Calibración de Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento por Activación por Capacitación" de la Norma Técnica - Mayo 2019 - DA-0000.

TEST & CONTROL S.A.C. no es responsable de los perjuicios que puedan ocurrir derivados de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una eventual inexactitud de los resultados de la calibración obtenidos en el presente documento.

El presente documento cancela los datos en físico y digital.



Lita Rosales Ramos
Gerente Técnica
CPF: 808

Certificado de Calibración
TC - 09248 - 2022

Trazabilidad:

Trazabilidad	Patrón de Referencia	Certificado de calibración
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Patrón de Referencia N° 100 mg P 100 (Clase de Exactitud M3)	TC-09248-2022 A01-2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Patrón de Referencia N° 100 mg (Clase de Exactitud M3)	TC-09248-2022 A01-2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Patrón de Referencia N° 100 mg (Clase de Exactitud M3)	TC-09248-2022 A01-2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Patrón de Referencia N° 100 mg (Clase de Exactitud M3)	TC-09248-2022 A01-2021
Patrones de Referencia de TEST & CONTROL	Patrón de Referencia N° 100 mg (Clase de Exactitud M3)	TC-09248-2022 A01-2021

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Impresión visual

Medida de Cero	Cero	Medida	En Torno
Medida de Línea	Cero	Cero	En Torno
Medida de Masa	Cero	Medición	Cero

Grupos de trazabilidad

Medición N°	Carga	Medición				Medición N°	Carga	Medición			
		1 (g)	2 (g)	3 (g)	4 (g)			1 (g)	2 (g)	3 (g)	4 (g)
1	10000	10000	0	0	1	10000	0	0	0		
2	10000	10000	0	0	2	10000	0	0	0		
3	10000	10000	0	0	3	10000	0	0	0		
4	10000	10000	0	0	4	10000	0	0	0		
5	10000	10000	0	0	5	10000	0	0	0		
6	10000	10000	0	0	6	10000	0	0	0		
7	10000	10000	0	0	7	10000	0	0	0		
8	10000	10000	0	0	8	10000	0	0	0		
9	10000	10000	0	0	9	10000	0	0	0		
10	10000	10000	0	0	10	10000	0	0	0		
Límite - Error (Lg)		0				Límite - Error (Lg)		0			
Error (Lg)		0				Error (Lg)		0			

Certificado de Calibración
TC - 0046 - 002

7	1
8	4

Resumen de mediciones

Magnitud	Unidad	Final
Temperatura	10,2 °C	10,2 °C
Humedad Relativa	58,7 %	58,7 %

N°	Estandarización de la				Determinación del Punto de Congelamiento					e.m.p.	
	Carga	1	2	3	Carga	1	2	3	4		5
1	100	100	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	10000	0,01
2	100	100	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	10000	0,01
3	100	100	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	10000	0,01
4	100	100	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	10000	0,01

Resumen de pesos

Magnitud	Unidad	Final
Temperatura	10,2 °C	10,2 °C
Humedad Relativa	58,7 %	58,7 %

Carga	Carga Cíclica				Carga Estacionaria					e.m.p.
	1	2	3	4	Carga	1	2	3	4	
100	100	100	100	100	10000	10000	10000	10000	10000	0,01
200	200	200	200	200	20000	20000	20000	20000	20000	0,01
1000	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000	10000	10000	0,01
2000	2000	2000	2000	2000	20000	20000	20000	20000	20000	0,01
5000	5000	5000	5000	5000	50000	50000	50000	50000	50000	0,01
10000	10000	10000	10000	10000	100000	100000	100000	100000	100000	0,01
15000	15000	15000	15000	15000	150000	150000	150000	150000	150000	0,01
17000	17000	17000	17000	17000	170000	170000	170000	170000	170000	0,01
20000	20000	20000	20000	20000	200000	200000	200000	200000	200000	0,01
25000	25000	25000	25000	25000	250000	250000	250000	250000	250000	0,01
30000	30000	30000	30000	30000	300000	300000	300000	300000	300000	0,01

Unidad: 1 = Indicación de la pantalla; 2 = Carga intermedia; 3 = Final de peso; 4 = e.p.; 5 = Inicio de nuevo peso; 6 = Final de nuevo peso; 7 = Inicio de nuevo peso; 8 = Final de nuevo peso.

Letras de advertencia e incertidumbre de la lectura

Cantidad Corregida	± 0,001 a 0,01 g
Incertidumbre asociada	± 2 x $\sqrt{1,05 \times 10^{-7} \times T^2 + 3,10 \times 10^{-7} \times T}$

1 = Letra, cualquier combinación de letras de la calibración (g).

Observaciones

Con fines de identificación de la calibración se utilizó una etiqueta adhesiva con el número de certificado. La extracción de la balanza fue de 20.000 g para una carga de valor nominal 20000 g.

Recomendaciones

La incertidumbre asociada que resulta de multiplicar la incertidumbre dada considerando un nivel de cobertura k=2 con una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura no aproximadamente al 95%.

Por el momento



Anexo 06: Panel fotográfico



Figura 14. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas.



Figura 15. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas.



Figura 16. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas.



Figura 17. Rotura de vigas con cargas en el tercer punto.



Figura 18. Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas.



Figura 19. Método de prueba para la resistencia a flexión de viga.



Figura 20. Método de prueba para la resistencia a flexión de viga con cargas en el tercer punto.



Figura 21. Método de prueba para la resistencia a flexión de viga.



Figura 22. Ensayo para el asentamiento del concreto.



Figura 23. Vertido del concreto con la adición de fibras híbridas para el ensayo de asentamiento.



Figura 24. Ensayo de revenimiento de concreto con adición de fibras híbridas.



Figura 25. Lectura del ensayo de revenimiento de concreto con adición de fibras híbridas.



Figura 26. Agregado grueso y agregado fino.



Figura 27. Cemento portland tipo I.



Figura 28. Fibras híbridas



Figura 29. Fibras híbridas caracterización.



Figura 30. Vertido de agregado grueso a máquina mezcladora.



Figura 31. Vertido de fibra lignocelulósica a máquina mezcladora.



Figura 32. Vertido de fibra de tereftalato polietileno a máquina mezcladora.



Figura 33. Mescla del concreto con las fibras híbridas.



Figura 34. Muestreo de vigas de concreto con adición de fibras híbridas en laboratorio.

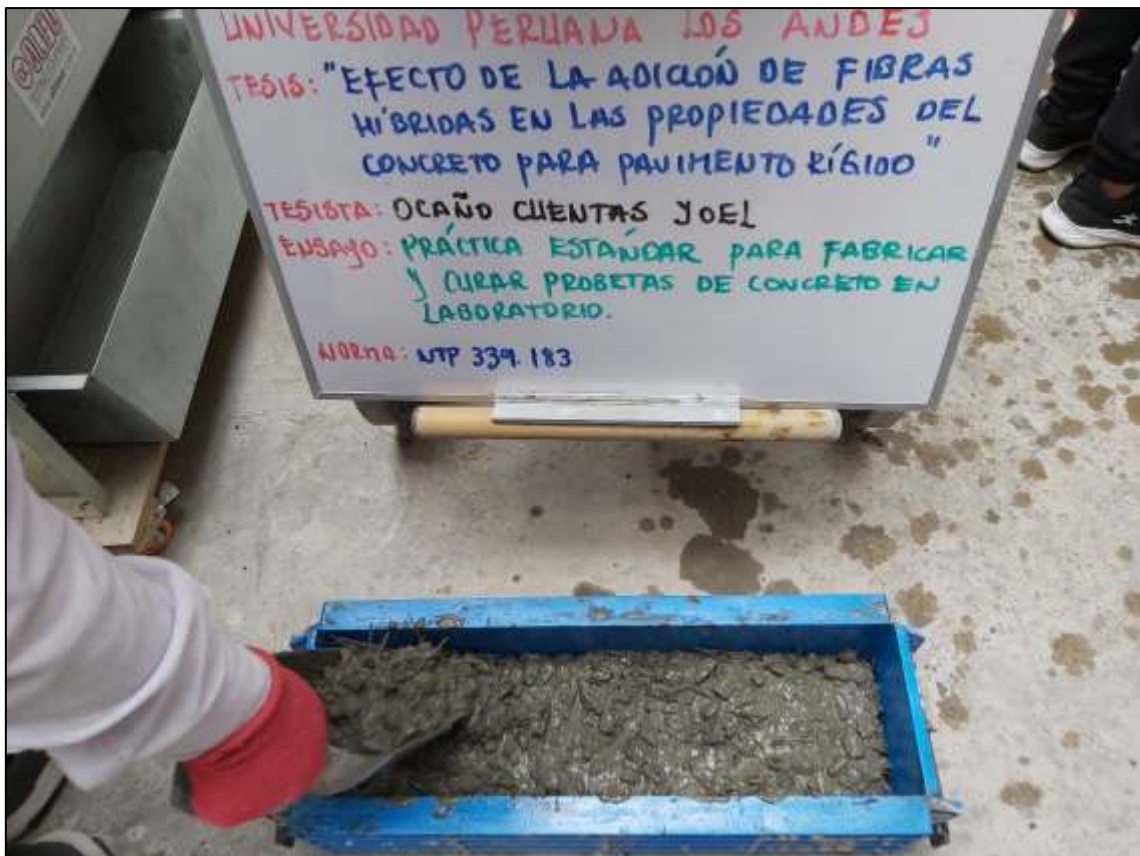


Figura 35. Muestreo de vigas de concreto con adición de fibras híbridas en laboratorio.



Figura 36. Muestreo de probetas de concreto con fibras híbridas en laboratorio.



Figura 37. Muestreo de probetas y vigas con fibras híbridas en laboratorio.



Figura 38. Practica estándar para reducir muestras de agregados a tamaños de prueba de laboratorio.



Figura 39. Practica estándar para reducir muestras de agregados a tamaños de prueba de laboratorio.



Figura 40. Fibra lignocelulósica.



Figura 41. Fibra híbrida.



Figura 42. Fibra lignocelulósica.



Figura 43. Análisis granulométricos de agregado grueso y fino.



Figura 44. Análisis granulométricos de agregado grueso y fino.



Figura 45. Determinación del contenido de humedad.



Figura 46. Prueba para la gravedad específica y absorción del agregado grueso.



Figura 47. Peso del agregado.



Figura 48. Gravedad específica del agregado.

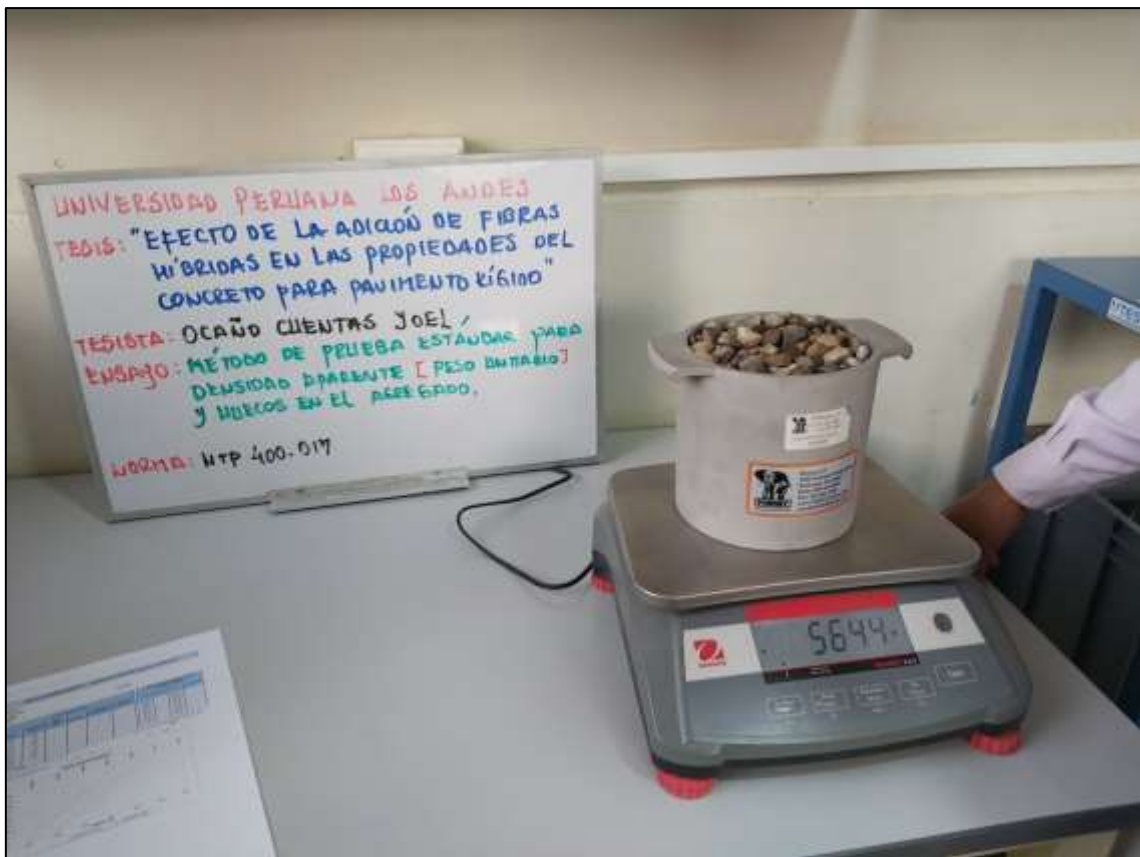


Figura 49. Prueba estándar para densidad aparente y huecos en el agregado.

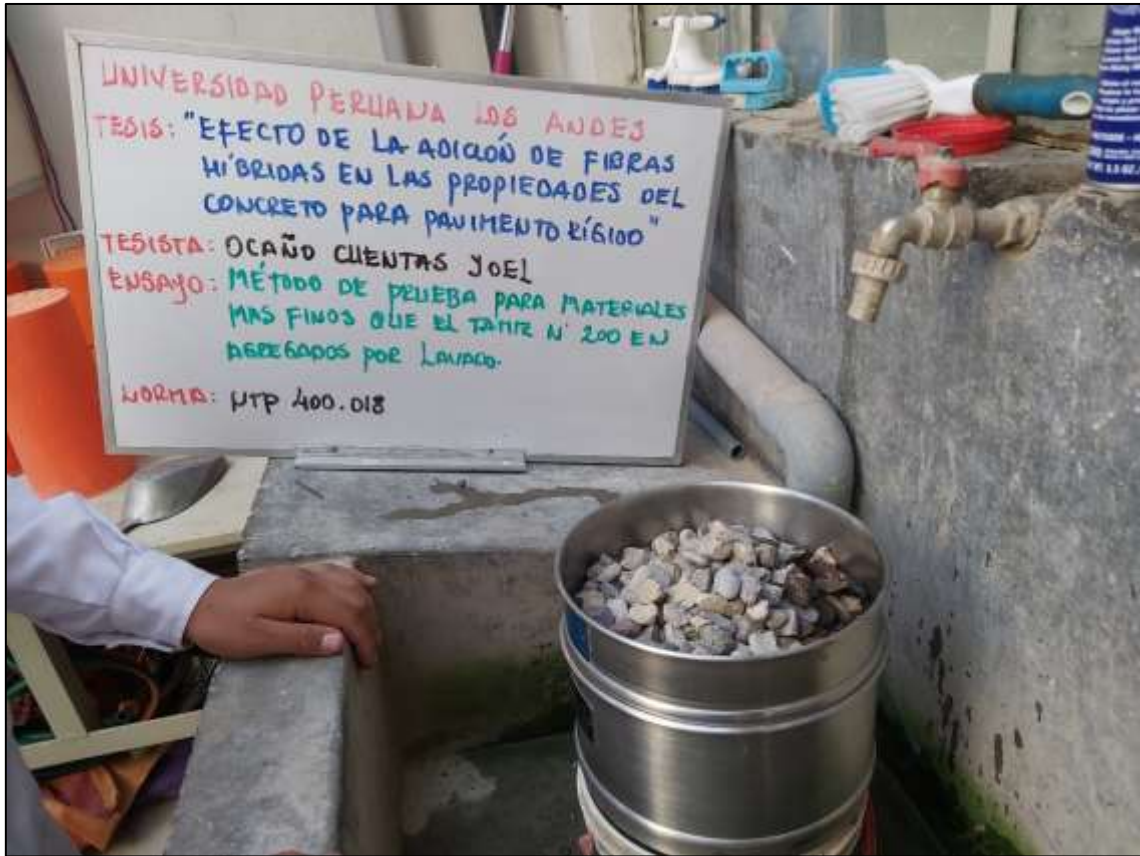


Figura 50. Prueba para materiales más finos que el tamiz n°200 en agregados por lavado.