



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“MEJORA DEL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL
ADICIONAR FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS
RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

ASESOR:

RAFAEL ESCUDERO ESCUDERO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

HUARAZ-PERU

2019

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por ILLANES OBREGON; CARLOS ALBERTO, cuyo título es: MEJORA DEL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ -2017"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el/los estudiante(s), otorgándole(s) el calificativo de: ...1.1...(número) ONCE.....(letras).

Chimbote, 29 de Marzo del 2019



.....
Mgtr. MOZO CASTAÑEDA ERIKA MAGALY
PRESIDENTE



.....
Mgtr. DIAZ GARCIA GONZALO HUGO
SECRETARIO



.....
Mgtr. QUEVEDO HARO ELENA CHARO
VOCAL

DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a Dios por darme salud, vida, iluminarme, darme fuerzas y guiarme en todo momento durante toda mi vida.

A mis padres, Carlos Illanes y Emperatriz Obregón Ríos por hacer de mí una mejor persona humilde a través del esfuerzo, apoyo, consejos, comprensión, amor y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar y por ayudarme a que este momento llegara.

Al Ing. Rafael Escudero Escudero, por su valiosa guía y asesoramiento, demostrarme su apoyo en todo momento, en el transcurso del desarrollo de este proyecto de investigación.

A mi docente y metodólogo Dr. Fernando Vega Huincho, que compartió todo su conocimiento para guiarnos en este proyecto y desarrollo de esta tesis.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiar mi camino y ayudarme a superar todos los inconvenientes encontrados, por nunca dejarme caer y ayudarme a levantar para seguir adelante.

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por brindarme la oportunidad de coronar una carrera universitaria y estar mejor preparada para mi vida.

A mi padre que desde el cielo que ruega por todos sus seres queridos, que estaría muy feliz de verme realizar este sueño, a mi madre por el apoyo incondicional que siempre me ha brindado para la realización de este trabajo de tesis, a mi familia en general, a mis hermanas y mis cuñados que me apoyaron en todo.

Un agradecimiento muy especial al gerente de VH laboratorios Víctor Hugo Villanueva Najarro por su importante aporte y participación activa para la culminación de esta tesis.

Quiero expresar también mi más sincero agradecimiento a mis profesores por su importante aporte y participación activa en mi formación profesional.

A todos mis compañeros de estudio y a mi amigo Marco Cabana Valverde por ayudarme en la culminación de esta tesis.

A mis primos el ing. Jorge Sánchez obregón, Lynn Sánchez Obregón y Jesús Obregón Domínguez por brindarme su apoyo y consejos en cada momento.

Al Ing. Rafael Escudero Escudero que me ha acompañado durante el largo camino de la elaboración de mi proyecto de tesis, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético.

Y a todas las demás personas que difícilmente puedo enumerar pero que también contribuyeron a la terminación exitosa de este trabajo.

El autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Carlos Alberto Illanes Obregón con DNI N° 73225286 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Huaraz, 15 de Diciembre del 2017



ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “MEJORA DEL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2017”, la misma que está conformada por VII capítulos dispuestas por el reglamento dispuesta por la Universidad Cesar Vallejo. En el Capítulo I se encuentra la introducción con el marco teórico, justificación y objetivos de la investigación, en el Capítulo II se encuentra la metodología de la investigación, en el Capítulo III se detallan los resultados de la tesis, el Capítulo IV comprende la discusión de los resultados, en el Capítulo V se establecen las conclusiones, asimismo en el Capítulo VI se mencionan las recomendaciones, y por último el Capítulo VII dispuesto para las referencias bibliográficas. La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

EL AUTOR

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo mejorar el módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz para un diseño de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ donde se consideró como análisis los especímenes de concreto patrón y concreto al adicionar las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 80/60 para los porcentajes de 0.5%, 0.8%, 1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% que tuvo como finalidad estudiar la mejora del módulo de rotura que alcanza un concreto patrón respecto a un concreto con fibras de acero trefilados. Donde primero se realizó la caracterización de los materiales para la elaboración del concreto de acuerdo a las especificaciones de la NTP 400.037, para luego determinar el diseño de mezcla para el concreto patrón utilizando la metodología del método del comité ACI 211. También se calculó las cantidades de los materiales en peso para emplear en el diseño del concreto patrón y para el concreto al adicionar las fibras de acero para los diferentes porcentajes para luego determinar los ensayos en concreto en fresco y ensayos de concreto en estado endurecido mediante el ensayo de la resistencia a flexión o módulo de rotura.

La metodología que se empleó consistió en determinar las cantidades en peso para cada viga y obtener de igual manera para las vigas al adicionar porcentajes de fibras de acero trefilados.

Para mejorar el módulo de rotura se fabricaron especímenes de concreto de forma prismática de 15 cm x 15 cm x 65 cm que fueron ensayados a los 28 días de curado. Para luego analizar las resistencias a flexión obtenidas para el diseño de concreto patrón y las resistencias de diseño al adicionar las fibras de acero trefilados para un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ en los diferentes porcentajes donde se observó que al ensayar las vigas patrón se obtuvo un módulo de rotura de 43.87 kg/cm^2 y al añadir fibras de acero trefilados al 0.5% la resistencia aumenta un 49.65% respecto al concreto patrón, al añadir fibras de acero trefilados al 0.8% la resistencia aumenta en un 60.79% respecto al concreto patrón, al añadir el 1.1% la resistencia aumenta un 72.58% respecto al concreto patrón, al añadir el 1.4% la resistencia aumenta un

61.78%, al añadir el 1.7% la resistencia aumenta un 24.05% y al añadir el 2% la resistencia disminuye en 12.35% respecto al concreto patrón.

Palabras claves: concreto, módulo de rotura, fibras de acero trefilados y pavimentos rígidos.

ABSTRACT

The objective of this research work was to improve the concrete breakage module by adding drawn steel fibers in the rigid pavements in the city of Huaraz for a design of $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ where the specimens of Concrete and standard concrete when adding the drawn steel fibers SIKA FIBER CHO 80/60 for the percentages of 0.5%, 0.8%, 1.1%, 1.4%, 1.7% and 2% that had the purpose of studying the improvement of the modulus of rupture that reaches a concrete pattern with respect to a concrete with drawn steel fibers. Where the characterization of the materials for the preparation of the concrete was first carried out according to the specifications of NTP 400.037, to then determine the mix design for the standard concrete using the methodology of the ACI 211 committee method. The quantities were also calculated of the materials by weight to be used in the design of the standard concrete and for the concrete when adding the steel fibers for the different percentages to then determine the tests in concrete in fresh and tests of concrete in hardened state by means of the test of the resistance to Bending or breaking module.

The methodology that was used consisted of determining the quantities in weight for each beam and obtaining in the same way for the beams when adding percentages of drawn steel fibers.

To improve the breaking modulus, prismatic concrete specimens of 15 cm x 15 cm x 65 cm were manufactured and tested after 28 days of curing. To then analyze the flexural strengths obtained for the design of standard concrete and the design resistance when adding the drawn steel fibers for a $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$ in the different percentages where it was observed that when testing the standard beams obtained a modulus of rupture of 43.87 kg / cm² and when adding fibers of drawn steel to 0.5% the resistance increases a 49.65% with respect to the concrete standard, when adding fibers of drawn steel to 0.8% the resistance increases in a 60.79% with respect to the concrete pattern, when adding 1.1% the resistance increases 72.58% with respect to the concrete pattern, when adding the 1.4% the resistance increases a 61.78%, when adding the 1.7% the resistance increases a 24.05% and when adding the 2% the resistance decreases in 12.35% with respect to the concrete pattern.

Keywords: concrete, breaking module, drawn steel fibers and rigid pavements.

ÍNDICE

ACTA DE APROBACION DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT	ix
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE ANEXOS	xv
I. INTRODUCCION	17
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	17
1.2. TRABAJOS PREVIOS	18
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....	21
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	33
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	34
1.6. HIPÓTESIS	34
1.7. OBJETIVOS	35
1.7.1. OBJETIVO GENERAL	35
1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
II. MÉTODO	36
2.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36
2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN	36
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	38
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD	38

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	39
2.6. ASPECTOS ÉTICOS	39
III. RESULTADOS	40
IV. DISCUSION	80
V. CONCLUSIONES	81
VI. RECOMENDACIONES.....	82
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	83
VIII. ANEXOS.....	86

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CANTIDAD DE ENSAYOS A DESARROLLAR.....	41
TABLA 2. RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO.	42
TABLA 3. RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO.	42
TABLA 4. RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	43
TABLA 5. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	43
TABLA 6. RESULTADOS DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO	43
TABLA 7. RESULTADOS DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO	44
TABLA 8. RESULTADOS DEL MÓDULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO..	44
TABLA 9. RESULTADOS DEL PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO	45
TABLA 10. RESULTADOS DEL PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO	45
TABLA 11. RESULTADOS DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO.....	45
TABLA 12. RESULTADOS DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO	46
TABLA 13. RESULTADOS DE LAS CANTIDADES DE MATERIALES EN PESO	46
TABLA 14. RESULTADOS DE DOSIFICACIÓN EN PESO	47
TABLA 15. RESULTADOS DE LOS ASENTAMIENTOS DE LAS VIGAS.....	47
TABLA 16. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO	50
TABLA 17. PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO	51
TABLA 18. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO.....	51
TABLA 19. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO.....	52
TABLA 20. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO.....	52

TABLA 21. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO	53
TABLA 22. PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO DEL AGREGADO FINO.	54
TABLA 23. PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO	55
TABLA 24. PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO.....	55
TABLA 25. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO	56
TABLA 26. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	56
TABLA 27. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES DE DISEÑO	59
TABLA 28. RESISTENCIA A COMPRESIÓN PROMEDIO	59
TABLA 29. ASENTAMIENTOS SEGÚN EL TIPO DE CONSTRUCCIÓN	60
TABLA 30. CLASES DE MEZCLAS SEGÚN SU ASENTAMIENTO.....	60
TABLA 31. VOLUMEN UNITARIO DE AGUA	61
TABLA 32. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	61
TABLA 33. RELACIÓN AGUA - CEMENTO.....	62
TABLA 34. PESO DEL AGREGADO GRUESO	63
TABLA 35. VALORES DE DISEÑO DEL DISEÑO DE MEZCLA.....	64
TABLA 36. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD.....	65
TABLA 37. PROPORCIONES EN PESO	65
TABLA 38. VOLUMEN DE VIGAS ESTÁNDAR PATRÓN	66
TABLA 39. DISEÑO FINAL DE VIGAS ESTÁNDAR PATRÓN	67
TABLA 40. ASENTAMIENTO DE VIGAS PATRÓN	71
TABLA 41. ASENTAMIENTO DE VIGAS CON FIBRAS DE ACERO AL 0.5% ...	71
TABLA 42. ASENTAMIENTO DE VIGAS CON FIBRAS DE ACERO AL 0.8% ...	71
TABLA 43. ASENTAMIENTO DE VIGAS CON FIBRAS DE ACERO AL 1.1% ...	72
TABLA 44. ASENTAMIENTO DE VIGAS CON FIBRAS DE ACERO AL 1.4% ...	72
TABLA 45. ASENTAMIENTO DE VIGAS CON FIBRAS DE ACERO AL 1.7% ...	72
TABLA 46. ASENTAMIENTO DE VIGAS CON FIBRAS DE ACERO AL 2%	72
TABLA 47. MÓDULO DE ROTURA DE VIGAS PATRÓN.....	74

TABLA 48. MÓDULO DE ROTURA DE VIGAS CON FIBRA DE ACERO AL 0.5%	74
TABLA 49. MÓDULO DE ROTURA DE VIGAS CON FIBRA DE ACERO AL 0.8%	74
TABLA 50. MÓDULO DE ROTURA DE VIGAS CON FIBRA DE ACERO AL 1.1%	75
TABLA 51. MÓDULO DE ROTURA DE VIGAS CON FIBRA DE ACERO AL 1.4%	75
TABLA 52. MÓDULO DE ROTURA DE VIGAS CON FIBRA DE ACERO AL 1.7%	75
TABLA 53. MÓDULO DE ROTURA DE VIGAS CON FIBRA DE ACERO AL 2%.	75
TABLA 54. RESUMEN FINAL DE LOS ENSAYOS DE ROTURA DE VIGAS	79
TABLA 55. MATRIZ DE CONSISTENCIA DE LA INVESTIGACIÓN	86
TABLA 56. CUADRO DEL MÓDULO DE ROTURA SEGÚN EL TIPO DE PAVIMENTO	87

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	86
ANEXO N°2: CLASIFICACIÓN DE PAVIMENTOS SEGÚN EL MÓDULO DE ROTURA.....	87
ANEXO N° 3: PANEL FOTOGRÁFICO.....	88
ANEXO N° 4: HOJA TÉCNICA DE LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EMPLEADOS.....	101
ANEXO N° 5: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS ELABORADOS EN LA PRESENTE TESIS	103

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO GRUESO.....	50
FIGURA 2 CURVA GRANULOMÉTRICA DEL AGREGADO FINO.....	54
FIGURA 3 GRAFICA DEL COMPORTAMIENTO DEL MÓDULO DE ROTURA..	76
FIGURA 4 VARIACIÓN PORCENTUAL DEL CONCRETO PATRÓN CON RESPECTO A LAS FIBRAS DE ACERO	77
FIGURA 5 PORCENTAJE OPTIMO DEL CONCRETO PATRÓN RESPECTO A LAS FIBRAS DE ACERO.....	78

I. INTRODUCCION

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

“A nivel mundial los problemas de durabilidad han afectado diversos tipos de estructuras, las cuales una vez que se presentan ya no son funcionales ni eficientes y están destinadas a no cumplir con su vida de servicio estimada. Los problemas de durabilidad no se limitan a su diseño inicial y construcción, tienen una fuerte intervención en la operación, ocasionan costos y pérdidas económicas para el propietario o inversionista, ya sea por reparación de las zonas afectadas, por la sustitución de elementos que se han deteriorado o por costos operativos imputables a remodelaciones o mantenimientos periódicos.” (Hernández y Mendoza, 2006, p.01).

“En la actualidad, la ingeniería vial viene avanzando a grandes pasos a nivel de investigación y aplicación de nuevas tecnologías esto lo podemos apreciar en las construcciones de las nuevas carreteras, caminos vecinales y apertura de trochas, expansiones urbanas y demás proyectos viales que se vienen ejecutando. Cabe destacar que se puede percibir en algunas carreteras en mal estado y los pavimentos urbanos, que se encuentran muchas veces descuidados. Ya que las infraestructuras y los servicios de transporte deben cumplir con ser eficientes, rentables, confiables y ecológicamente sostenibles. (...)” (ASOCEM- CEMENTOS PACASMAYO, 2016, p.01).

La problemática en Huaraz se da por una situación crítica que una vez construidos los pavimentos de concreto pierden su valor y son dejados de lado. Al recorrer las principales calles se puede dar del estado en que se encuentran dañadas en su totalidad, nos da a entender que las autoridades no hacen nada para reparar y mejorar las estructuras y si lo realizan no tienen en cuenta criterios técnicos, dejando así trabajos sin culminar, lo cual con el tiempo sufren deterioros acelerados en la vía por el paso de los vehículos y por la presencia de lluvias que originan el bombeo de la subbase.

El presente proyecto se formuló como una alternativa muy útil, en la construcción de pavimentaciones rígidas usando fibras de acero, pues es sencillo y de bajo costo, dando como resultado vías estables de larga vida útil que requieren menos mantenimiento. Estos productos, relativamente

nuevos para nuestro mercado, mejoran las propiedades físicas y mecánicas del concreto con un incremento de la calidad, sobre todo permite disminuir espesores y se convierte en un material dúctil que evita la fisuración de las pavimentaciones.

1.2. TRABAJOS PREVIOS

A nivel internacional

Según Román Jorge, en su trabajo de presentación como requisito para optar al título de ingeniero civil con la investigación “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”; se tuvo como objetivo lo siguiente hacer un análisis comparativo entre un concreto sin fibra y los reforzados con dos tipos y diferentes porcentajes volumétricos de fibra; dicho análisis trata de sus propiedades en estado fresco y endurecido.

En el presente trabajo se evaluó mediante los resultados obtenidos de un estudio experimental la influencia que tiene dos tipos particulares de fibras, fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno, en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto, cuando dichas fibras se emplean en diferentes porcentajes volumétricos iguales o menores al 1% en mezclas de concreto fabricadas con agregados traídos del Edo de México y del Edo de Hidalgo. A partir de los resultados experimentales obtenidos y del análisis efectuado, se logró evaluar la influencia y desempeño del tipo y porcentaje de fibra en las diversas propiedades estudiadas en estado fresco y endurecido del concreto. Llegando a concluir que con la inclusión de fibras de acero y de macrofibras de polipropileno en las mezclas de concreto ayuda de manera sustancial a disminuir la aparición de grietas por contracción plástica; conforme se aumenta el consumo de fibra se logra disminuir en número, espesor y longitud las grietas. Para porcentajes volumétricos iguales de ambas fibras resulta evidente que la macrofibra de polipropileno tiene un mejor desempeño que la fibra de acero para el control de grietas.

Según Mármol Patricia, en su tesis de grado “hormigones con fibras de acero características mecánicas”; se tuvo como objetivo realizar una comparación

entre sus diferentes autores, tratando exclusivamente de características mecánicas con fibras de acero.

El presente trabajo se aplicó a las características mecánicas del hormigón reforzado con fibras de acero con la introducción teórica sobre cómo trabajan las fibras y haciendo énfasis especial en las cuatro características mecánicas más importantes que presenta este tipo de concreto los cuales son la Flexotracción, tenacidad-fatiga, compresión y resistencia al impacto.

Llegando a la conclusión que los hormigones con fibras de acero pueden trabajar estructuralmente, pero no sustituyen al acero convencional en la mayoría de sus aplicaciones y con respecto a la durabilidad permitirá una mejor redistribución de las micro-fisuras y fisuras.

A nivel nacional

Según Cusquisivàn Manuel y Sáenz Jean, en el proyecto de investigación titulada "Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016"; tuvieron como objetivo comparar la resistencia a la flexión de concreto de diseño para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 que alcanza un concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional.

La metodología para la adición de las fibras de acero consistió en obtener el peso del concreto para cada vigueta y así obtener el porcentaje de fibras de acero para cada diseño para ello se consideraron como muestras patrón (0 % - muestra patrón) y concreto con la adición de fibras de acero SIKA FIBER CHO 80/60 en diferentes porcentajes (0.8%, 1.0% y 1.2%) diseños para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y 280 kg/cm^2 donde se fabricaron especímenes de concreto de forma de viga de $0.15 \times 0.15 \times 0.53 \text{ m}$, fueron ensayados a los 14 y 28 días.

Llegando a la conclusión que al ensayar una viga de concreto para $f'c$ de 210 kg/cm^2 con diseño tradicional se obtuvo una resistencia a la flexión de 34.97 kg/cm^2 y al añadir 0.8% de fibras de acero, la resistencia aumenta 8.03% con respecto al diseño patrón, al añadir el 1.0% de fibras de acero la resistencia se incrementa un 14.03% y al añadir 1.2% se incrementa 8.35%, y para el $f'c$ de 280 kg/cm^2 , en diferentes porcentajes en donde se puede

apreciar que al ensayar una viga de concreto con diseño tradicional se obtuvo una resistencia a la flexión de 43.10 kg/cm² y al añadir 0.8% de fibras de acero la resistencia aumenta 7.82% con respecto al diseño patrón, al añadir el 1% de fibras de acero la resistencia disminuye un 14.09% y al añadir 1.2% la resistencia disminuye 9.4%.

Según De La Cruz Wilmer y Quispe Walter, en su tesis para obtener el título profesional de ingeniero civil denominado "Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de huamanga –Ayacucho"; tuvieron como objetivo determinar la influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos rígidos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga-Ayacucho.

El propósito de esta investigación fue desarrollar una guía de diseño de concreto reforzado con fibras de acero (SFRC) aplicado a pavimentos, debido a las ventajas que se obtienen en la construcción y operación de estas estructuras por el uso de este material. Para ello, el trabajo se dividió en dos fases: una investigación bibliográfica que determinó la metodología de diseño y una investigación experimental para corroborar los conceptos inherentes al uso del SFRC y a su vez, comprobar los parámetros de diseño existentes en diferentes especificaciones técnicas de fibras metálicas.

La investigación experimental desarrollada se basó en determinar utilizando una resistencia de concreto específica ($f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$) con tamaño máximo nominal de agregado de 1" y un tipo de fibra (Wirand ® FF1) en probetas cilíndricas y prismáticas (tipo viga), con el objetivo de comprobar el comportamiento mecánico de estos elementos y determinar si los datos de las especificaciones técnicas tienen validez. Para la investigación experimental (confección de especímenes, desarrollo del ensayo experimental y la recopilación de datos) se utilizaron las metodologías de ensayo: ASTM C39 "método de ensayo normalizado para resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto" y ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) que consiste en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm. x 15 cm. x 50 cm., apoyándola sobre dos soportes

rotulados separados 45 cm. y aplicando carga a los tercios de la luz libre (a 15 cm. de cada extremo) falladas a flexión. Las propiedades que se estudiaron de cada mezcla, tanto la mezcla patrón (dosificación sin fibras metálicas) como concreto reforzado con fibras metálicas fueron la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Los valores obtenidos en las probetas moldeadas reflejan un aumento en las propiedades mecánicas del concreto con fibras utilizado.

Llegando a la conclusión que con el análisis de los resultados de la investigación se observó excelentes resultados con el empleo de las fibras de acero que brindaron refuerzo a la losa de concreto en todas las direcciones, lo que garantiza un control eficaz de la fisuración e incremento de la capacidad de carga gracias a la mejor distribución de las tensiones, se obtuvo que el espesor de la losa con fibras de acero Wirand® FF1 disminuyó 5cm, respecto al espesor de la obra en comparación.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1 CONCRETO

“El concreto es un material constituido por la conformación de materiales en proporciones de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua.”(Harmsen, 2005, p.11)

1.3.1.1. COMPONENTES DEL CONCRETO

“Se ha indicado en forma detallada los componentes del concreto, pero para entender completamente las propiedades y el comportamiento del producto resultante pasaremos a evaluar de manera sucinta las características de los componentes que son el cemento portland, agua, agregados y aditivos.” (Pasquel, 1995, p.04)

A. Cemento

“Es un aglomerante hidrófilo que se obtiene de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, de manera de obtener un polvo muy fino que en contacto con el agua endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.” (Pasquel, 1995, p.04)

A.1. Tipos de cemento

Para Pasquel (1995, p.08), clasifica los cementos como:

TIPO I: de uso general, donde no se requieren propiedades

TIPO II: de moderada resistencia a los sulfatos y moderado calor de hidratación

TIPO III: elevado calor de hidratación. Para uso en clima frío

TIPO IV: bajo calor de hidratación.

TIPO V: alta resistencia a sulfatos. Para ambientes agresivos

B. Agregados

“Se definen los agregados como los elementos inertes del concreto que son aglomerados por la pasta de cemento para formar la estructura resistente.” (Pasquel, 1995, p.13)

B.1. Características físicas de los agregados

Peso específico

“Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen de los sólidos sin incluir los vacíos. Su valor oscila entre 2500 y 2750 kg/m³.” (Pasquel, 1995, p.14)

Peso unitario

“Es el cociente entre el peso de las partículas dividido entre el volumen total incluyendo los vacíos. Su valor para agregados normales oscila entre 1500 y 1700 kg/m³.” (Pasquel, 1995, p.14)

Análisis granulométrico

“Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas por tamaños.” (Pasquel, 1995, p.14)

Densidad

La densidad de los agregados depende mucho de la porosidad del material mismo. Las bajas densidades generalmente indican material poroso, poco resistente y de alta absorción.” (Pasquel, 1995, p.15)

Contenido de humedad

“Es la diferencia en peso entre el estado actual de humedad del mismo y el estado seco.” (Pasquel, 1995, p.15)

Porcentaje de Absorción

“Se denomina absorción cuando tiene todos sus poros saturados.” (Pasquel, 1995, p.15)

Módulo de fineza

“Se define como la suma de los porcentajes retenidos acumulativos hasta el tamiz que determina el grado de finura de los agregados finos y gruesos y se divide entre 100.” (Pasquel, 1995, p.15)

B.2. Tipos de Agregados

Agregados finos

“Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial que pasa por el tamiz N° 4.” (Harmsen, 2005, p.12)

Agregados gruesos

“Se define como agregado grueso a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial retenido en el tamiz N° 4.” (Harmsen, 2005, p.13)

C. Agua

“Es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades.” (Pasquel, 1995, p.11)

D. Aditivos

“Son sustancias que, añadidas al concreto, alteran sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido.” (Harmsen, 2003, p.15)

1.3.1.2. PROPIEDADES DEL CONCRETO

Para Montalvo (2015, p. 5-6), “menciona que el concreto posee dos estados: el estado fresco y el estado sólido. Cada uno de estos posee distintas propiedades ya que varían en comportamiento y uso.”

A. Concreto fresco

El concreto presenta las siguientes propiedades:

Trabajabilidad

“Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. El método para medir su trabajabilidad ha sido desde muchos años el “Slump” o asentamiento con el cono de Abrams.” (Pasquel, 1995, p.17)

Consistencia o fluidez

“Es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez durante la colocación.” (Lao, 2007, p.71)

Fraguado

“Se define como fraguado al cambio de consistencia desde un estado fluido a rígido, este proceso es el resultado de reacciones químicas de hidratación ente el cemento y el agua.” (Cando, 2016, p.22)

Adherencia

“Se refiere al fenómeno de interacción física que se produce entre la masa de concreto y el acero.” (Domínguez, 2013, p.62)

B. Concreto endurecido

a) Resistencia

“Es la capacidad que tendrá el concreto de resistir a las diferentes solicitaciones siendo las principales: Resistencia a la compresión, flexión y tracción. Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.” (Pasquel, 1995, p.19)

a.1) Resistencia a flexión o módulo de rotura

Para Argos (2013, p.01), “Se define como la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a flexión.”

b) Elasticidad

“Es la capacidad del concreto de deformarse bajo carga, sin tener deformación permanente.” (Pasquel, 1995, p.18)

c) Extensibilidad

“Es la propiedad del concreto de deformarse sin agrietarse.” (Pasquel, 1995, p.19)

d) Durabilidad

“Es la habilidad del concreto para resistir a distintos tipos de ambientes, ataques químicos y a la abrasión (desgaste). La durabilidad varía según el tipo de concreto y de la exposición del mismo al medio ambiente.” (Pasquel, 1995, p.19)

1.3.2 DEFINICIÓN DE PAVIMENTOS

“Se define pavimento como un elemento estructural apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo.” (NORMA AASHTO, 1993, p.01)

1.3.2.1 FACTORES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS

“Los factores de diseño pueden ser divididos en cuatro categorías: tráfico y carga, medio ambiente, materiales y criterios de falla.”(Huang, 2004, p.04)

1.3.2.2 TIPOS DE PAVIMENTOS

“Se tienen principalmente los siguientes tipos de pavimentos: asfáltico o flexible, de concreto portland o rígido, compuestos, semirígidos o articulados, afirmados y de tierra.”(Menéndez, 2012, p.15)

A. Pavimentos rígidos

“Son elementos estructurales que fundamentalmente están constituidos por una losa de concreto hidráulico, apoyada sobre la subrasante o sobre una capa, de material seleccionado, la cual se denomina subbase del pavimento rígido.

Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia.”(Montejo, 2002, p.05)

B. Estructura de un pavimento rígido

La subrasante

“Es el suelo de cimentación del pavimento siendo suelo natural, debidamente perfilado y compactado donde se apoyan las demás capas de un pavimento.”(Montejo, 2002, p.05)

La subbase

“Es una capa granular que cumple la función más importante que es impedir la acción del bombeo en las juntas, grietas y extremos del pavimento. También sirve como capa de transición y suministra un apoyo uniforme, estable y permanente al pavimento.”(Montejo, 2002, p.06)

Losa de concreto

“Es una capa de concreto hidráulico tiene la función estructural de soportar y transmitir en nivel adecuado los esfuerzos que le apliquen.”(Montejo, 2002, p.07)

C. Tipos de pavimento rígido

“Los tipos de pavimento rígido para ASOCEM son Pavimentos de concreto simple, Pavimentos de concreto con refuerzo de acero y elementos de transferencia de carga, Pavimentos con refuerzo continuo, Pavimentos de concreto pretensado y Pavimentos de concreto reforzado con fibras.”(ASOCEM, 1998, p.01)

D. Clasificación de pavimentos por módulo de rotura

Para Lao (2007, p.75), “clasifica los pavimentos de concreto dependiendo del módulo de rotura mínima que deberán cumplir con los límites especificados (ver en el anexo N°2).”

1.3.2.3 METODOLOGÍAS DEL DISEÑO

a) El método AASHTO 93

“Este método se da mediante un proceso iterativo, donde se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado. El cálculo del espesor se puede desarrollar utilizando directamente la fórmula AASHTO 93 con una hoja de cálculo, mediante el uso de nomogramas, o mediante el uso de programas de cómputo especializado.” (MTC, 2013, p.261-262)

b) El método PCA

Para Menéndez (2012, p.245) menciona que “Este método desarrolla relaciones basadas en las propiedades de los materiales de pavimento, la carga inducida y las solicitaciones térmicas, calibrando esas relaciones con el desempeño real de los datos del pavimento”

1.3.2.4 NORMATIVIDAD DE LOS PAVIMENTOS

- “Manual de carreteras” suelos, geología, geotecnia y pavimentos R.D.N° 10-2014-MTC/14
- “Manual de ensayos de laboratorio EM-2016” D.S. N° 18-2016-MTC/14
- Manual de carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG - 2013). R.D.N° 22-2013-MTC/14
- ASTM
- AASHTO

1.3.3 FIBRAS

“La norma ASTM C 1116 define a las fibras como filamentos finos y elongados en forma de haz, malla o trenza, de algún material natural o manufacturado que pueda ser distribuido a través de una mezcla de hormigón fresco.

Las fibras son filamentos discontinuos, producidos con una variada gama de formas, dimensiones y destinados específicamente para uso en concreto y argamasas. Tiene como finalidad principal inhibir el surgimiento de fisuras, así como su propagación en elementos estructurales como pisos y pavimentos, concreto proyectado, revestimiento de túneles y piezas pre-fabricadas.”(Montalvo, 2015, p.12)

A. Uso de las fibras

“En los últimos años, el uso de fibras como refuerzo del concreto ha tenido un auge importante en los diseños y la producción de la mezcla. Sin embargo, no se trata de una técnica nueva en el mundo de la construcción; de hecho se remonta muchos años antes de la aparición del cemento Pórtland y del concreto, cuando se utilizaban materiales como pasto, hilo, vara, e inclusive, pelo animal, los cuales eran considerados agregados al adobe con el fin de evitar la fisuración y mejorar la resistencia a tensión. No obstante, los avances en la tecnología para la Industria de la construcción han permitido desarrollar fibras de diversos materiales, las cuales son especialmente resistentes a los álcalis, tales como: polipropileno, polietilenos, acero, carbono, entre otros.” (Antillon, 2016 p.01)

“El uso de fibras en el concreto para proveer comportamiento adecuado antes y después de agrietamiento, ha ganado gran popularidad en las últimas décadas. Desde 1967 varios tipos de fibras se han utilizado en el concreto de forma satisfactoria, pues se han mejorado las propiedades físicas y de durabilidad del concreto.” (COMITÉ DEL ACI-544,2010, p.01)

B. Tipos de fibras

Para ASTM C 1116 (2000, p.26), menciona que existen varias fibras en el mercado mundial y se pueden nombrar las siguientes:

Fibra Natural

Son las derivadas de la naturaleza, y pueden ser de procedencia animal, vegetal o mineral. Ejemplos de ellas son las fibras de acero, vidrio, lechuguilla, maguey, bagazo de caña, etc.

Fibra artificial

Son producidas a partir de elementos naturales, pero han sido regeneradas mediante algún proceso químico, por lo que son más uniformes y resistentes a roturas, al fuego y a las arrugas que las fibras naturales. Ejemplo de éstas son el acetato, la viscosa, el rayón y la seda artificial.

Fibras sintéticas: “Las fibras sintéticas son artificiales; resultan de la investigación y desarrollo en las industrias petroquímicas y textiles. Ejemplo de ellas son las fibras de acrílica, aramida, carbono, nylon, poliéster y polipropileno.” (Cando, 2016, p.39)

C. Fibras de acero

“Las fibras de acero se definen como pequeños pedazos discontinuos de acero. Son elementos con la característica que presentan una dimensión predominante respecto a las demás, cuya superficie puede ser lisa o labrada para conseguir una mayor adherencia al matriz cementante en caso de hormigones reforzados con fibras.” (Silva, 2014, p.15)

C.1. Aplicaciones de las fibras de acero

Para MACCAFERRI (2007, p.45-48) las fibras de acero se aplican en pisos y pavimentos, hormigón proyectado y prefabricados.

Pisos y pavimentos

“El concreto reforzado con fibras de acero se emplea en Pavimentación aeroportuaria, Pavimentación industrial, Pavimentación portuaria Pavimentación de avenidas, Fundación

para maquinas vibratorias y Reparación de superficies. Presenta las siguientes ventajas: más rápida y económica, mayor resistencia al impacto, mayor resistencia a la variación térmica, mejor comportamiento la fatiga y sección resistente y homogénea en todo su espesor.” (MACCAFERRI, 2007, p.46)

C.2. Características de las fibras de acero

Para MACCAFERRI (2007, p.16), menciona que “La fibra se caracteriza y se encuentra formada geoméricamente por la longitud L, por la forma y por el diámetro equivalente De.”

C.3. Clasificación de fibras de acero

Según La norma ASTM A 820 cita una clasificación para cuatro tipos de fibras de acero según su proceso de fabricación los cuales son:

Por el Proceso de fabricación

TIPO I: Trefiladas: fibras de alambre conformadas a frio.

Fibras de acero trefilados

“Las fibras de acero trefilados son fibras de acero de alambre conformadas en frio de bajo contenido de carbono. Son de una longitud de 10 a 75 mm, diámetro 0.25 a 0.80 mm y sus aportes son de otorgar una alta capacidad de soporte al concreto como mejor adherencia, alta resistencia a tracción, alta absorción de energía por el bajo contenido de carbono, aumento de capacidad de carga (trafico liviano, medio y pesado), reduce la formación de fisuras, no afecta los tiempos de fraguado, aumenta la ductilidad, modesto incremento de la resistencia a compresión cuando se adiciona porcentajes no menos de 1.5% en volumen, etc.” (MACCAFERRI, 2007, p.20-25)

Dosificación de las fibras de acero trefilados

“Para las fibras de acero trefiladas la dosificación no debe ser inferior a 20-25 kg/m³ (0.025%-0.03% en volumen) y puede alcanzar, para las aplicaciones más exigentes, los 40-80 kg/m³ (0.5-1.5% en volumen).” (MACCAFERRI, 2007, p.28)

TIPO II: Láminas cortadas: fibras cortadas de chapas de acero.

TIPO III: Extractos fundidos: las fibras extraídas por fundición.

TIPO IV: Otras fibras

Por la forma

Rectas, Onduladas, corrugadas y conformadas en extremos de distinta forma.

1.3.4 DISEÑO DE MEZCLA MÉTODO ACI

Método del A.C.I

“Es un método de dosificación para el diseño de mezclas de concreto se basa en medir los materiales en peso y en volumen, y se diseña para una mezcla en estado fresco como endurecido.” (Romero y Hernández, 2014, p.35)

Para LAURA (2006, p.04) la Información requerida para el diseño de mezclas son los siguientes:

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (grueso y fino)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)
- Tipo y marca de cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre la resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles del cemento y agregados

Los Pasos para el proporcionamiento son:

- Estudio detallado de los planos y especificaciones técnicas de la obra
- Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})
- Elección del asentamiento (Slump)
- Selección del tamaño máximo del agregado grueso
- Estimación del agua de mezclado y contenido de aire
- Selección de la relación(a/c)
- Calculo del contenido de cemento
- Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino
- Ajustes por humedad y absorción
- Calculo de proporciones en peso
- Calculo de proporciones en volumen
- Calculo de cantidades por tanda

1.3.5 ENSAYOS DE LABORATORIO

- “MTC E 204 ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS FINOS Y GRUESOS, se aplica para determinar por medio de una serie de tamices de abertura cuadrada la distribución de partículas de agregados grueso y fino en una muestra de peso seco.” (MTC, “MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES” (2016, p.303)
- “MTC E 203 PESO UNITARIO Y VACIOS DE LOS AGREGADOS, se aplica para determinar el valor de peso unitario que viene a ser la relación masa/volumen añadiendo los vacíos de los agregados finos y gruesos.”
(MTC, “MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES” (2016, p.312)
- “MTC E 206 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS, se aplica para determinar el peso específico seco, el peso específico saturado con superficie seca, el peso aparente y la absorción (después de 24 horas) de los agregados.”(MTC, “MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES”,2016, p.312)
- “MTC E 215 ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS, se aplica para determinar el porcentaje de

humedad evaporable en muestra de agregado fino y grueso por secado.” (MTC, “MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES”,2016, p.361)

- “MTC E 705 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO (SLUMP), este ensayo se emplea para determinar el asentamiento del concreto cuando la muestra del concreto se encuentra en fresco, para ello se utiliza un molde llamado el cono de ABRAMS donde se introduce la mezcla del concreto.” (MTC,“MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES, 2016, p.801)
- “ASTM C78 METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESITENCIA A LA FLEXION, en este ensayo se empleará para determinar la resistencia a flexión de especímenes de vigas de concreto, donde son sometidos a una carga máxima vertical por la máquina de flexión donde se determina el módulo de rotura.” (MTC, “MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES”, 2016, p.769)

1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

El planteamiento del problema surge con la durabilidad de los pavimentos en la ciudad de Huaraz debido a los daños que producen el tránsito vehicular y las condiciones ambientales que deterioran las pavimentaciones de las calles. Este problema se planteó con la finalidad de mejorar el módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero trefilados y así obtener un pavimento que cumpla con las condiciones de servicio lo que conlleva a una mejora de la transitabilidad y menor mantenimiento vial.

Por ello surge la siguiente pregunta ¿Cómo mejora el Módulo de Rotura de un concreto al adicionar fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz – 2017?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio de investigación se justifica teóricamente porque pretende dar a conocer el empleo de las fibras de acero trefilados dentro de un diseño de mezcla de concreto que servirá como antecedente para otras investigaciones experimentales que procuran mejorar la resistencia de los pavimentos, utilizando materiales innovadores como las fibras de acero que revolucionarán el campo de la construcción local. Se tiene experiencias en otros países acerca de la adición de fibras de acero al concreto obteniendo mejores resistencias, que pueden ser implementadas en nuestra realidad local, con la consiguiente mejora de la calidad de nuestras pavimentaciones. Asimismo, de manera práctica permitirá solucionar los problemas de durabilidad de los pavimentos rígidos, brindando conocimientos respecto a la utilización de las fibras de acero trefilados que le permitirán al sector de la construcción local enfocarse en la mejora de la calidad de las condiciones de servicio vehicular, contribuyendo con la reducción de costos por mantenimiento de las vías afectadas por el tránsito vehicular y las condiciones ambientales. Por otro lado, metodológicamente es adecuada pues al manifestar los beneficios que traería en el desarrollo de la construcción local al emplear un diseño de este concreto especial, se considera por la importancia realizar este proyecto de investigación de modo que sirva como material de apoyo para futuras investigaciones que ayuden a profundizar el estudio de las fibras de acero trefilados como mejora en el concreto para así de esa manera establecer conceptos eficientes para justificar su uso en la ciudad de Huaraz.

1.6. HIPÓTESIS

Las fibras de acero trefilados aumentan significativamente el Módulo de Rotura en los pavimentos rígidos.

1.7. OBJETIVOS

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar el Módulo de Rotura del concreto al adicionarle fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz –2017.

1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar físicamente y seleccionar los materiales a emplear en la presente tesis.

Determinar la mejora del Módulo de Rotura en el concreto al adicionar fibras de acero trefilados en un 0.5%, 0.8%,1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% a los 28 días de moldeado.

Realizar un análisis comparativo del Módulo de Rotura en relación al concreto patrón y el concreto con fibras de acero trefilados.

I. MÉTODO

2.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación del proyecto es aplicada, porque se logrará confrontar las teorías relacionadas al comportamiento de las fibras de acero a flexión aplicándose en la realidad y buscando así una solución inmediata a dichas teorías.

2.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de investigación es descriptivo, porque se logrará caracterizar, describir, analizar e interpretar sistemáticamente el estudio relacionado al comportamiento de las fibras de acero trefilados sobre la resistencia a flexión.

2.1.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de diseño de investigación es experimental porque se realizará mediante ensayos de laboratorio elaborando vigas de concreto con y sin la adición de fibras de acero trefilados.

2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE

X: Adición de fibras de acero trefilados

VARIABLE DEPENDIENTE

Y: Mejora del módulo de rotura

2.2.2. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I: ADICION DE FIBRAS DE ACERO TREFILADOS	"Son fibras de alambre conformadas en frio de bajo contenido de carbono" (MACCAFERRI, 2007).	Se determinará en base al diseño de concreto con 0.5%, 0.8%, 1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% de fibras de acero trefilados.	Diseño de concreto con 0.5% de fibras de acero trefilados.	Asentamiento	Ordinal
			Diseño de concreto con 0.8% de fibras de acero trefilados.	Asentamiento	Ordinal
			Diseño de concreto con 1.1% de fibras de acero trefilados.	Asentamiento	Ordinal
			Diseño de concreto con 1.4% de fibras de acero trefilados.	Asentamiento	Ordinal
			Diseño de concreto con 1.7% de fibras de acero trefilados.	Asentamiento	Ordinal
			Diseño de concreto con 2% de fibras de acero trefilados.	Asentamiento	Ordinal
V.D: MEJORA DEL MÓDULO DE ROTURA	"Se define como la medida del esfuerzo en la fibra extrema que se desarrolla al someter una viga a flexión" (ARGOS, 2013).	Se trabajó en base a una comparación del concreto patrón con los concretos al adicionar 0.5%, 0.8%, 1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% de fibras de acero trefilados	Concreto convencional 280 kg/cm2.	MR a 28 días	Ordinal
			Concreto adicionado al 0.5% de fibras de acero trefilados.	MR a 28 días	Ordinal
			Concreto adicionado al 0.8% de fibras de acero trefilados.	MR a 28 días	Ordinal
			Concreto adicionado al 1.1% de fibras de acero trefilados.	MR a 28 días	Ordinal
			Concreto adicionado al 1.4% de fibras de acero trefilados	MR a 28 días	Ordinal
			Concreto adicionado al 1.7% de fibras de acero trefilados	MR a 28 días	Ordinal
			Concreto adicionado al 2% de fibras de acero trefilados	MR a 28 días	Ordinal

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1 POBLACIÓN

Para investigación la población será el concreto $f'c=280$ kg/cm² al adicionar 0.5%,0.8%, 1.1%,1.4%,1.7% y 2% de fibras de acero trefilados para pavimentos rígidos en Huaraz - 2017.

2.3.2 MUESTRA

Para el presente proyecto de investigación la muestra estará conformada por vigas de concreto de 15 x 15 x 65 cm para una resistencia $f'c= 280$ kg/cm², donde se realizará 3 vigas en total sin la adición de fibras de acero trefilados y 18 vigas en total con la adición de fibras de acero trefilados en porcentajes de 0.5%,0.8%, 1.1%,1.4%,1.7% y 2% para las edades de 28 días.

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

2.4.1. TÉCNICAS

Las técnicas que se emplearán en esta investigación serán la observación directa, análisis de documentos, ensayos de probetas prismáticas.

- Toma de muestras de agregados
- Análisis de las características del agregado grueso y fino.
- Diseño de mezclas usando el método del ACI.
- Ensayos de concreto en fresco.
- Ensayo de resistencia flexión ASTM C78.

2.4.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Los instrumentos que se emplearán en este proyecto de investigación serán:

- Datos de campo (insitu).
- Hoja técnica de las fibras de acero trefilados.
- Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.
- Máquina de ensayo a la flexión.
- Formatos de laboratorio.
- Programa Excel.

2.4.3. VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

El presente trabajo de investigación estará validado por 2 especialistas en diseño de infraestructura vial, un metodólogo, al mismo tiempo estos profesionales darán su grado de confiabilidad a dicha investigación.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Para el análisis de datos del proyecto de investigación en la primera etapa se realizara la recopilación de muestras de agregados de la cantera Tacllàn para luego llevarlos al laboratorio donde se procederá a analizar la características de los agregados, en la segunda etapa se realizara los diseños de mezclas en fresco y en la tercera etapa el diseño de mezcla endurecido determinando mediante ensayos de vigas de concreto para la resistencia a la flexión requerida para luego proceder a anotar dichos resultados en formatos de acuerdo los procedimientos técnicos y normatividad establecida. En la cuarta etapa se procederá a interpretar los datos de laboratorio obtenidos para luego se realizará el análisis y una discusión de los resultados obtenidos.

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

El investigador está comprometido bajo su responsabilidad con la veracidad de los resultados que se obtendrán en el proyecto de investigación, confiándose de los datos que nos brindara el laboratorio que es el lugar donde se realizaran los ensayos.

II. RESULTADOS

3.1. TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

En la presente investigación se realizó una comparación de la resistencia a flexión o módulo de rotura para un diseño de mezcla de 280 kg/cm² donde se realizó en base a muestras de concreto patrón con respecto a un concreto con la adición de fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 80/60 en los porcentajes de 0.5%, 0.8%,1.1%,1.4%,1.7% y 2%. Para el primer objetivo específico se caracterizó físicamente los agregados de la cantera TACLLAN, se realizó el análisis granulométrico, tamaño máximo nominal, módulo de fineza, peso unitario, contenido de humedad y peso específico de acuerdo a la norma NTP 400 037.

Para dar respuesta al segundo objetivo se realizó el diseño de mezcla empleando el método del ACI 211, donde se determinó en cantidades de peso para cada viga de concreto para luego fabricar la mezcla para el concreto patrón y para el concreto al adicionar fibras de acero para diferentes porcentajes especificados en base a una dosificación de 20 kg por m³, donde también se elaboró los ensayos de concreto en fresco para evaluar el control de calidad del concreto y la uniformidad con el ensayo de slump o asentamiento empleando el cono de Abrams y como última parte se desarrolló los ensayos de concreto endurecido realizando el ensayo de la resistencia a flexión o módulo de rotura donde para tener un mejor control del módulo de rotura, se elaboró especímenes de concreto de tipo prismática con dimensiones 15 cm x 15cm x 65cm que fueron ensayados a los 28 días, para luego ser sometidos a una carga máxima y así determinar el módulo de rotura que servirá como resultado para la comparación del concreto patrón y el concreto al adicionar fibras de acero trefilados. Donde se elaboró los ensayos de acuerdo mencionado en la tabla 1.

Tabla 1. Cantidad de ensayos a desarrollar.

Ensayo	adición	Tipo de probeta	Dosificación (kg/m ³)	Cantidad	Días de ensayo
	sin adicionar	prismática	-----	3	28 días.
	0.5 % de SIKA FIBER CHO 60/80	prismática	20	3	28 días.
	0.8 % de SIKA FIBER CHO 60/80	prismática	20	3	28 días.
flexión	1.1 % de SIKA FIBER CHO 60/80	prismática	20	3	28 días.
	1.4 % de SIKA FIBER CHO 60/80	prismática	20	3	28 días.
	1.7 % de SIKA FIBER CHO 60/80	prismática	20	3	28 días.
	2 % de SIKAFIBERCHO 60/80	prismática	20	3	28 días.

Fuente: Elaboración propia

3.2. RESULTADOS SEGÚN OBJETIVOS

3.2.1. RESULTADOS RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

Se desarrollaron las pruebas de campo para analizar el comportamiento de las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 60/80 para la mejora de la resistencia flexión o módulo de rotura para un diseño de 280 kg/cm² donde se generará una comparación entre el concreto patrón y el concreto al adicionar fibras de acero trefilados. Para obtener dichos resultados se utilizarán agregados de la cantera y materiales que cumplan con los estándares de calidad, asimismo, con la elaboración de vigas de concreto y diferentes ensayos que deberán cumplir con la normatividad peruana NTP y ASTM.

3.2.2. RESULTADOS RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

CARACTERIZACION DE LOS MATERIALES

a) AGREGADO GRUESO

Para la siguiente investigación se trabajó con piedra chancada procedente de la cantera Taclàn.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO

Al realizar los ensayos se determinó la gradación de los agregados teniendo una uniformidad de los materiales y cumpliendo con el huso de los agregados globales propuestos por la NTP.

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Con la obtención del peso unitario fue importante debido a que este valor sirvió para determinar las cantidades de materiales para la mezcla y para convertir volúmenes en peso o viceversa, para realización de este ensayo se basó en la NTP 400.017 donde se determinó el peso unitario suelto y varillado obteniendo como resultados mostrados en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados del peso unitario del agregado grueso.

Agregado	Peso unitario kg/m³	
	Suelto	Varillado
Grueso	1653	1668

Fuente: Elaboración propia

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

Al realizar el peso específico del agregado grueso se tomó en cuenta la NTP 400.021, el peso específico se empleó como índice de calidad del agregado, para verificar los valores que corresponden a materiales de buen comportamiento se logró obtener como resultado mencionado en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados del peso específico del agregado grueso.

Agregado	Peso específico gr/cm³
Grueso	2.596

Fuente: Elaboración propia

PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Para la absorción se determinó la cantidad de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido por 24 horas en agua y se expresó

como porcentaje en peso, en base a la NTP 400. 021. Teniendo como resultado mencionados en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados del porcentaje de absorción del agregado grueso

Agregado	Porcentaje de absorción %
Grueso	2.48

Fuente: Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

El contenido de humedad se determinó con la finalidad relacionar el agua de la mezcla para el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento del agua para la mezcla. Obteniendo como resultado mostrado en la tabla 5.

Tabla 5. Resultados del contenido de humedad del agregado grueso

Agregado	Contenido de humedad %
Grueso	1.3

Fuente: Elaboración propia

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO

El tamaño máximo del agregado grueso se obtuvo como resultado, mencionado en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados del tamaño máximo del agregado grueso

Agregado	Tamaño máximo
Grueso	1 ½"

Fuente: Elaboración propia

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL DEL AGREGADO GRUESO

Para el tamaño máximo nominal grueso se obtuvo como resultado mostrado en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados del tamaño máximo nominal del agregado grueso

Agregado	Tamaño máximo nominal
Grueso	1"

Fuente: Elaboración propia

b) AGREGADO FINO

Para la siguiente investigación se trabajó con arena gruesa procedente de la cantera Tacllàn.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

Al realizar los ensayos se determinó la distribución de tamaños de los agregados teniendo una uniformidad de las partículas y cumpliendo con el huso de los agregados globales propuestos por la NTP.

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO

El módulo de fineza se elaboró con la finalidad de indicar la finura de los agregados, puesto que cuanto sea mayor sea el módulo de fineza, más grueso es el agregado. Teniendo como resultados finales mostrados en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados del módulo de fineza del agregado fino

Agregado	Módulo de fineza
Fino	2.80

Fuente: Elaboración propia

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

La obtención del peso unitario fue importante por lo que este valor sirvió para calcular las cantidades de materiales para la mezcla y para convertir volúmenes en peso o viceversa, para realización de este ensayo se basó en la NTP 400.017 donde se determinó el peso unitario suelto y varillado teniendo como resultados mencionados en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados del peso unitario del agregado fino.

Agregado	Peso unitario kg/m ³	
	Suelto	Varillado
Fino	1513	1679

Fuente: Elaboración propia

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Al realizar el peso específico del agregado fino se tomó en cuenta la NTP 400.021, el peso específico se empleó como índice de calidad del agregado y para verificar los valores que corresponden a materiales de buen comportamiento se obtuvo como resultados mencionados en la tabla 10.

Tabla 10. Resultados del peso específico del agregado fino

Agregado	Peso específico gr/cm ³
Fino	2.553

Fuente: Elaboración propia

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

Para la absorción se determinó la proporción de agua absorbida por el agregado después de ser sumergido 24 horas en agua y se expresó como porcentaje en peso, en base a la NTP 400. 021. Teniendo como resultado mencionado en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados del porcentaje de absorción del agregado fino

Agregado	Porcentaje de absorción %
Fino	2.15

Fuente: Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

Se determinó con la finalidad relacionar el agua de la mezcla en el concreto, razón por la que se debe tomar en cuenta conjuntamente con

la absorción para efectuar las correcciones adecuadas en el proporcionamiento del agua para la mezcla. Obteniendo como resultado mencionado en la tabla 12.

Tabla 12. Resultados del contenido de humedad del agregado fino

Agregado	Porcentaje de absorción %
Fino	6.8

Fuente: Elaboración propia

c) CEMENTO

El cemento empleado para la elaboración de los ensayos fue el Cemento Sol Portland tipo I.

d) AGUA

El agua empleada en la preparación y el curado fue potable que deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088.

e) FIBRAS DE ACERO TREFILADOS

Se empleará para una dosificación de 20 kg/ m³ donde para cada porcentaje como es para el 0.5% será 100 gr, para 0.8% será 160 gr, 1.1% será 220 gr, 1.4% será 280 gr, 1.7% será 340 gr y 2% será 400 gr de fibras de acero trefilados para cada viga de concreto.

DISEÑO DE MEZCLA

En el diseño de mezcla se tuvo como resultado las cantidades en peso y la dosificación como se muestran en las tablas 12 y 13.

Tabla 13. Resultados de las cantidades de materiales en peso

MATERIALES		
Cemento	414.163	kg/m ³
Agua	179.131	lt/m ³
Aire	1.5	%
Agregado grueso	1132.088	kg/m ³
Agregado fino	621.409	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Resultados de dosificación en peso

CEMENTO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	AGUA
C/C	AG/C	AF/C	
1	2.73	1.50	18.382 lt/bls

Fuente: Elaboración propia

ENSAYOS DE CONCRETO EN FRESCO

Después de haber realizado la mezcla en base a los materiales se pasó a examinar las propiedades del concreto que vienen a ser la consistencia o asentamiento

ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS ASENTAMIENTO (NTP 339.035)

Se obtuvo como resultado para las vigas patrón donde tuvo un asentamiento de 3 1/2" y para las vigas con fibras al 0.5%, 0.8%, 1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% se obtuvo como resultados mencionados en la tabla 15, los cuales se encuentran dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 15. Resultados de los asentamientos de las vigas

	ASENTAMIENTO (pulg)
VIGA PATRON	3 1/2"
VIGA CON FIBRAS AL 0.5%	3"
VIGA CON FIBRAS AL 0.8%	2 1/2"
VIGA CON FIBRAS AL 1.1%	2"
VIGA CON FIBRAS AL 1.4%	2"
VIGA CON FIBRAS AL 1.7%	2"
VIGA CON FIBRAS AL 2%	1 1/2"

Fuente: Elaboración propia

ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

En el concreto endurecido se evaluará el módulo de rotura con la finalidad de determinar su comportamiento al ser sometido a una carga.

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION O MODULO DE ROTURA (NTP 339.078)

Para la resistencia a la flexión al realizar los ensayos se obtuvo como resultado para las vigas patrón una rotura de 43.87 kg/cm², para las vigas de

concreto al adicionar el 0.5% tuvo una rotura de 65.66 kg/cm², para las vigas de concreto al adicionar el 0.8% tuvo una rotura de 70.55 kg/cm², para las vigas de concreto al adicionar el 1.1% tuvo una rotura de 75.72 kg/cm², al adicionar el 1.4% tuvo una rotura de 70.98 kg/cm², al adicionar el 1.7% tuvo una rotura de 54.43 kg/cm² y al adicionar el 2% tuvo como rotura de 38.45 kg/cm².

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS VIGAS DE CONCRETO

Para la comparación de las vigas de concreto patrón para una resistencia de 280 kg/cm² se obtuvo como resultado respecto al adicionar el 0.5% de fibras de acero trellados aumenta en un 49.65%, al adicionar el 0.8% aumenta un 60.79%, al adicionar el 1.1% aumenta en 72.58%, al adicionar el 1.4% aumenta en 61.73%, al adicionar el 1.7% aumenta en 24.05% y al adicionar el 2% disminuye en 12.35% por lo que se encontró un porcentaje óptimo que permitirá mejorar el módulo de rotura del concreto como finalidad de estudio.

3.3. RESULTADOS DESCRIPTIVOS

3.3.1. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS

CARACTERIZACION FISICA DE LOS MATERIALES

Para la caracterización de los materiales se elaboró en base a la obtención de sus propiedades de los principales componentes del concreto que están dados por los agregados, cemento y agua.

Para después elaborar los ensayos de laboratorio donde se tomó muestras de agregados gruesos y finos de la cantera TACLLAN ubicado a las orillas del río Santa.

DENOMINACIÓN : Cantera del río Santa

UBICACIÓN

- Sector : Tacllàn
- Distrito : Huaraz
- Provincia : Huaraz
- Dpto. : Áncash

TIPO : Aluvial

Seguidamente se procedió a realizar los siguientes ensayos:

Toma de muestras del agregado grueso (piedra chancada) y agregado fino (arena), mediante el método cuarteo (ASTM D-75).

Análisis granulométrico de los agregados: para determinar el tamaño máximo, tamaño máximo nominal, módulo de fineza (ASTM C-136).

Ensayo para determinar el contenido de humedad (ASTM C-566).

Ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado grueso (ASTM C-128).

Ensayo para determinar el peso específico y la absorción del agregado fino (ASTM C-127).

Ensayo para determinar el peso unitario suelto del agregado grueso y fino (ASTM C-29).

Ensayo para determinar el peso unitario compactado del agregado grueso y fino (ASTM C-29)

PROPIEDADES FISICAS DE LOS AGREGADOS

a) AGREGADO GRUESO

Para la siguiente investigación se trabajó con piedra chancada procedente de la cantera Tacllàn donde se determinó el análisis granulométrico, peso unitario, peso específico, porcentaje de absorción y contenido de humedad.

ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADO GRUESO

Para realizar este ensayo nos regimos por la NTP 400.012, para ello la muestra fue cuarteada y llevada al horno durante 24 horas a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, para luego ser tamizado por los tamices 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{4}$ " y N°4. Dando como resultado cantidades en peso retenidos en cada tamiz.

Tabla 16. Análisis granulométrico de agregado grueso.

DIAMETRO(mm)	MALLA	PESO (gr)	% RET	% RET ACUM	% Q PASA
75	3"	0	0	0	100
62.5	2 1/2"	0	0	0	100
50	2"	0	0	0	100
37.5	1 1/2"	0	0	0	100
25	1"	744	11.86	11.86	88.14
19	3/4"	2172	34.63	46.49	53.51
12.5	1/2"	1828	29.15	75.64	24.36
9.5	3/8"	1014	16.17	91.80	8.20
6.3	1/4"	480	7.65	99.46	0.54
	FONDO	34	0.54	100	0
	TOTAL	6272	100	<u>Módulo de finura</u>	3.25

Fuente: Elaboración propia

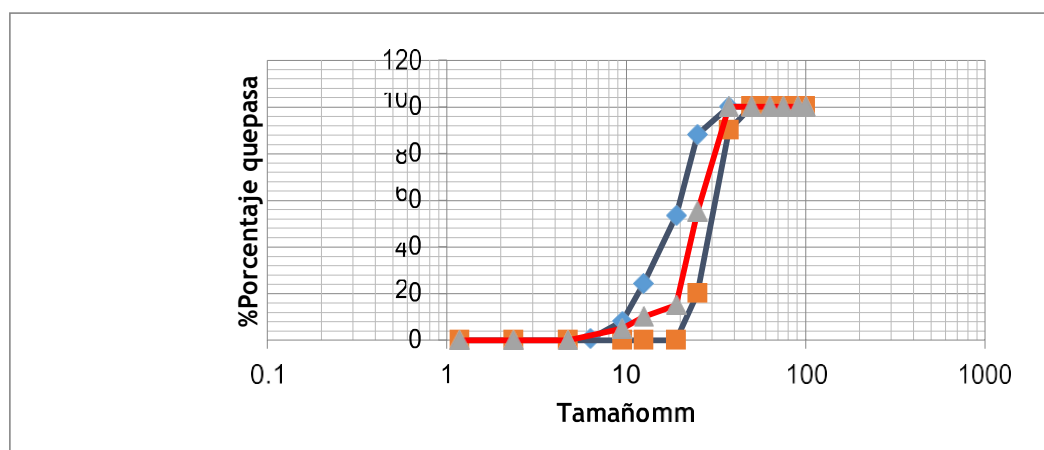


Figura 1 Curva granulométrica del agregado grueso

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Para realización de este ensayo se basó en la NTP 400.017 donde se determinó primero el peso unitario suelto hasta llenar el recipiente al ras con la finalidad de determinar el peso incluyendo los vacíos y el peso unitario varillado que se empleó una varilla lisa de 5/8" dando 25 varilladas por capa para liberar los espacios y luego determinar el peso en un determinado volumen sin incluir los vacíos.

Tabla 17. Peso unitario de agregado grueso.

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO				
TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO		PESO UNITARIO VARILLADO	
	1	2	1	2
MUESTRA N°				
PESO MATERIAL + MOLDE	12.472	12.370	7.608	7.738
PESO DEL MOLDE	3.660	3.660	3.660	3.660
PESO DEL MATERIAL	8.812	8.710	8.874	8.802
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
PESO UNITARIO	1662.64	1643.40	1674.34	1660.75
PESO UNITARIO PROMEDIO	1653		1668	
	1653 kg/m ³		1668 kg/m ³	

Fuente: Elaboración propia.

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO

el peso específico del agregado grueso se desarrolló en base a la NTP 400.021, el peso específico del agregado grueso tuvo como primer procedimiento remojar la muestra durante 24 horas en agua, luego con una franela se procedió a secarla y para finalizar se sumergió la canastilla incluyendo poco a poco el agregado.

Tabla 18. Peso específico del agregado grueso.

PESO ESPECIFICO				
CANTERA TIPO DE FRASCO UTILIZADO N° MUESTRA	TACLLAN CANASTILLA			
	M-1	M-2	M-3	
PESO FRASCO + AGUA (A)	1400	1400	1400	
PESO MAT. SUP. SECA EN AIRE (B)	1002.5	1005.9	1251	
PESO MAT. SAT.+ AGUA+ FRASCO (A+B) (C)	2402.5	2405.9	2651	
PESO GLOBAL CON DESPLAZ. DE VOL. (D)	2010	2020	2175	
PESO VOL. MASA +VOL. VACIOS (C-D) (E)	392.5	385.9	476	
PESO ESPECIFICO (B/E)	2.554	2.607	2.628	
	<u>2.596 gr/cm³</u>			

Fuente: Elaboración propia.

PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

Para determinar el porcentaje de absorción como primer procedimiento se remojo el agregado durante 24 horas en agua y luego se hizo secar con una

franela, después se sumergió en el agua el agregado dentro de la canastilla y finalmente se llevó la muestra al horno de 112 °C para determinar la cantidad de agua absorbida.

Tabla 19. Porcentaje de absorción del agregado grueso.

ABSORCION (AGREGADO GRUESO)				
Nº. RECIPIENTE		1	2	3
PESO. REC.+ MAT.SUP.SECA EN AIRE	(A)	1218.4	1219.2	1672.4
PESO. REC.+ MAT. SECADO EN HORNO	(B)	1191.6	1194.5	1644.6
PESO DEL AGUA (A-B)	(C)	26.8	24.7	27.8
PESO DEL RECIPIENTE	(D)	203	201.1	408.1
PESO MAT. SECADO EN HORNO (B-D)	(E)	988.6	993.4	1236.5
PORCENTAJE DE ABSORCION (C*100)/E		2.711	2.486	2.248
			<u>2.48 %</u>	

Fuente: Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

El contenido de humedad tuvo como procedimiento tomar la muestra en estado natural, proceder a pesar y para luego proceder a secar al horno a una temperatura de 112 °C con la finalidad de determinar la cantidad de agua presente en el agregado.

Tabla 20. Contenido de humedad del agregado grueso.

CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216		
CANTERA	TACLLAN	MUESTRA	AGREGADO GRUESO		
			1	2	
		Nº DEL RECIPIENTE			
		PESO DEL RECIPIENTE	25.2	26.8	
		(g)			
		PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO	348.0	375.2	
		(g)			
		PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO	(g) 344.0	370.8	
		PESO DEL AGUA CONTENIDA	(3) - (4)	4.0	4.4
		(g)			
		PESO DEL SUELO SECO	(4) - (2)	318.8	344.0
		(g)			PROMEDIO
		CONTENIDO DE HUMEDAD	(5) / (6) * 100	1.3	1.3
		(%)			1.3 %

Fuente: Elaboración propia.

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO

Se determinó de acuerdo al empleo del tamiz dejando pasar el agregado anterior al primer retenido de la muestra representativa.

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL

El tamaño máximo nominal grueso se determinó en base al primer retenido de toda la muestra representativa.

b) AGREGADO FINO

Para la siguiente investigación se trabajó con arena gruesa procedente de la cantera Tacllàn donde se determinó cada una de sus propiedades físicas.

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO

Para realizar este ensayo nos regimos de la NTP 400. 012. Dicha muestra fue cuarteada y secada en el horno a una temperatura de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ y posteriormente tamizada por las mallas N°4, 8, 16, 30, 50 y N°100, los resultados del tamizado se expresaron indicando el porcentaje retenido por cada tamiz de la muestra representativa.

Tabla 21. Análisis granulométrico de agregado fino.

DIAMETRO(mm)	MALLA	PESO (gr)	% RET	% RET ACUM	% Q PASA
4.75	N° 4	44	3.23	3.23	96.77
2.36	N° 8	140	10.27	13.50	86.50
1.18	N° 16	144	10.56	24.06	75.94
0.6	N° 30	600	44.02	68.09	31.91
0.3	N° 50	110	8.07	76.16	23.84
0.15	N° 100	260	19.08	95.23	4.77
0.075	FONDO	65	4.77	100	0
	TOTAL	1363	100	Módulo de finura	2.80

Fuente: Elaboración propia

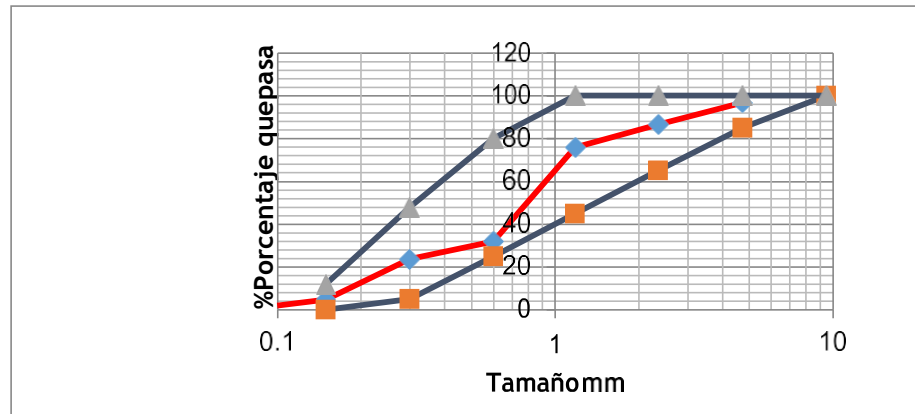


Figura 2 Curva granulométrica del agregado fino

MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO

Se determinó mediante la suma de los porcentajes retenidos acumulativos de la serie estándar hasta el tamiz N°100 y esta cantidad se dividió entre 100.

Tabla 22. Porcentaje retenido acumulado del agregado fino.

% RET ACUM
3.23
13.50
24.06
68.09
76.16
95.23

Fuente: Elaboración propia

$$\frac{3.23 + 13.50 + 24.06 + 68.09 + 76.16 + 95.23}{100} = 2.80$$

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Para realización de este ensayo se basó en la NTP 400.017 donde se determinó primero el peso unitario suelto hasta llenar el recipiente al ras con la finalidad de determinar el peso incluyendo los vacíos y el peso unitario varillado que se empleó una varilla lisa de 5/8" dando 25 varilladas por capa para liberar los espacios y luego determinar el peso en un determinado volumen sin incluir los vacíos.

Tabla 23. Peso unitario de agregado fino.

TIPO DE PESO UNITARIO	PESO UNITARIO SUELTO		PESO UNITARIO VARILLADO	
	1	2	1	2
MUESTRA N°				
PESO MATERIAL + MOLDE	14.558	14.704	15.5039	45.5248
PESO DEL MOLDE	6.610	6.610	6.6182	6.6182
PESO DEL MATERIAL	7.948	8.094	8.8857	8.9066
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
PESO UNITARIO	1499.62	1527.17	1676.55	1680.49
PESO UNITARIO PROMEDIO	1513		1679	
	1513 kg/m ³		1679 kg/m ³	

Fuente: Elaboración propia

PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Al realizar el peso específico del agregado fino se tomó en cuenta la NTP 400.021, el peso específico del agregado fino tuvo como primer procedimiento remojar la muestra durante 24 horas en agua, luego se procedió a secar esparciéndolo en una mesa para después verificar con un molde cónico la consistencia de la arena y para finalizar se añadió a una fiola de 500 ml donde se agito para liberar el aire para luego pesarlo y determinar el peso específico del agregado fino.

Tabla 24. Peso específico del agregado fino.

PESO ESPECIFICO			
CANTERA		TACLLAN	
TIPO DE FRASCO UTILIZADO		FIOLA DE 500 ml	
N° MUESTRA		M-1	M-2
PESO FRASCO + AGUA	(A)	647.3	648.5
PESO MAT. SUP. SECA EN AIRE	(B)	200	200
PESO MAT. SAT.+ AGUA+ FRASCO (A+B)	(C)	847.3	848.5
PESO GLOBAL CON DESPLAZ. DE VOL.	(D)	768.7	770.4
PESO VOL. MASA +VOL. VACIOS (C-D)	(E)	78.6	78.1
PESO ESPECIFICO (B/E)		2.545	2.561
		2.553 gr/cm ³	

Fuente: Elaboración propia

PORCENTAJE DE ABSORCION DEL AGREGADO FINO

Para determinar el porcentaje de absorción como primer procedimiento se remojo el agregado durante 24 horas en agua y luego se procedió a secar esparciéndola en una mesa para después verificar con un molde cónico la consistencia de la arena y finalmente se llevó la muestra al horno de 112 °C para determinar la cantidad de agua absorbida.

Tabla 25. Porcentaje de absorción del agregado fino.

ABSORCION (AGREGADO FINO)				
RECIPIENTE		Tara 7	Tara 10	Tara 13
PESO. REC.+ MAT.SUP.SECA EN AIRE	(A)	202.2	163.8	108.6
PESO. REC.+ MAT. SECADO EN HORNO	(B)	198.4	160.9	107
PESO DEL AGUA (A-B)	(C)	3.8	2.9	1.6
PESO DEL RECIPIENTE	(D)	25.9	26.8	29.8
PESO MAT. SECADO EN HORNO (B-D)	(E)	172.5	134.1	77.2
PORCENTAJE DE ABSORCION (C*100)/E		2.203	2.163	2.073
			2.15 %	

Fuente: Elaboración propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

El contenido de humedad tuvo como procedimiento tomar la muestra en estado natural, proceder a pesar y para luego proceder a secar al horno a una temperatura de 112 °C con la finalidad de determinar la cantidad de agua presente en el agregado.

Tabla 26. Contenido de humedad del agregado fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD		ASTM D2216			
N° DEL RECIPIENTE		A	B	C	
PESO DEL RECIPIENTE		27.3	27.7	25.8	
(g)					
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO		296.9	291.7	297	
(g)					
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO		279.5	274.9	279.8	
(g)					
PESO DEL AGUA CONTENIDA (3) - (4)		17.4	16.8	17.2	
(g)					
PESO DEL SUELO SECO	(4) - (2)	252.2	247.2	254.0	PROMEDIO
(g)					
CONTENIDO DE HUMEDAD (5) / (6) * 100 (%)		6.9	6.8	6.8	6.8 %

Fuente: Elaboración propia.

c) CEMENTO

El cemento empleado para los ensayos fue el Cemento Sol Portland tipo I Que posee las siguientes características tiene un peso específico de 3.11, es de uso general y no se requieren de propiedades y tiene una superficie específica de 3500 cm²/gr.

d) AGUA

El agua como principal componente fue indispensable para la elaboración del concreto que con el cemento reacciona químicamente generando el desarrollo de sus propiedades. El agua empleada en la preparación y el curado será potable que deberá cumplir con los requisitos de la norma NTP 339.088.

e) FIBRAS DE ACERO TREFILADOS

La cantidad de material se trabajó en base a la dosificación de 20 kg. Por 1m³. Se empleó SIKA FIBER 80/60 NB que son fibras de acero trefilados de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales, vienen especialmente pegadas para facilitar la homogenización en el concreto al momento del mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales, son fibras de acero de alta relación longitud/ diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra y tiene una presentación de saco de papel de 20 kg que presenta las siguientes características:

Longitud: 60 mm con extremos conformados

Diámetro de la fibra: 0.75 mm

Relación longitud/ diámetro: 80

Resistencia a tracción: 1200 MPa min.

Elongación de rotura: 4% máx.

DISEÑO DE MEZCLA

Para el diseño del concreto después de haber concluido los ensayos para determinar las propiedades físicas de los materiales, se procede con el diseño de mezcla lo cual comprende los siguientes pasos que son fundamentales en el proceso de selección de las proporciones de la mezcla para alcanzar las propiedades deseadas en el concreto al emplear el método del comité 211 ACI que son los siguientes:

Estudiar cuidadosamente los requisitos indicados en los planos y en las especificaciones de obra.

Elección de la resistencia promedio requerida para obtener en obra la resistencia de diseño especificada por el proyectista. En esta etapa se deberá tener en cuenta la desviación estándar y el coeficiente de variación de la compañía constructora, así como el grado de control que se ha de ejercer la obra.

Seleccionar, en función de las características del elemento estructural y del sistema de colocación del concreto, el tamaño máximo nominal.

Elegir la consistencia de la mezcla y expresarla en función del asentamiento de la misma. se tendrá en consideración, entre otros factores, la trabajabilidad deseada, las características de los elementos estructurales y las facilidades de colocación y compactación del concreto.

Determinar el volumen de agua de mezclado por unidad de volumen del concreto, considerando el tamaño máximo.

Determinar el porcentaje de aire atrapado.

Selección de la relación(a/c) para obtener la resistencia deseada en el elemento estructural.

Calculo del contenido de cemento.

Estimación del contenido de agregado grueso y agregado fino.

Ajustes por humedad y absorción.

Calculo de proporciones en peso.

Calculo de proporciones en volumen

Calculo de cantidades por tanda de una bolsa

Dosificación de fibra de acuerdo a diseño.

Resumen de datos de las características de los materiales para el diseño.

Tabla 27. Características de los materiales de diseño

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES				
CEMENTO				
Tipo	cemento portland tipo I			
Peso especifico	3.11 gr/cm3			
CARACTERISTICAS FISICAS	AGREGADO	AGREGADO GRUESO		
	FINO			
Peso especifico	2553 kg/m3	2596	kg/m3	
Peso unitario suelto	1513 kg/m3	1653	kg/m3	
Peso unitario varillado	1679 kg/m3	1668	kg/m3	
Absorción	2.15 %	2.48	%	
Humedad natural	6.80 %	1.30	%	
Módulo de fineza	2.80 -	3.25	-	
Perfil	-	CHANCADA		

Fuente: Elaboración propia

ESPECIFICACIÓN TECNICA

El diseño se empleará para pavimentos rígidos de alto tráfico vehicular con un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y sin aire incorporado en la mezcla del concreto.

RESISTENCIA PROMEDIO

Tabla 28. Resistencia a compresión promedio

f'c	f'cr
menos de 210	$f'c + 70$
210 a 350	$f'c + 84$
sobre 350	$f'c + 98$

Fuente: Rivva (2014).

De la tabla 14. Se determinó que la resistencia promedio

$$F'cr = 280 + 84$$

$$F'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$$

SELECCIÓN DEL TAMAÑO NOMINAL

El tamaño máximo nominal se determinó en base a resultados del análisis granulométrico del agregado grueso que fue de 1".

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

El asentamiento se estableció de la siguiente manera de acuerdo al tipo de construcción:

Tabla 29. Asentamientos según el tipo de construcción

tipo de construcción	máxima	mínima
zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
vigas y muros armados	4"	1"
columnas de edificios	4"	1"
losas y pavimentos	3"	1"
concreto ciclópeo	2"	1"

Fuente: Rivva (2014)

Para el diseño se tomó dato un asentamiento plástico que comprende de 3" a 4" de la siguiente tabla:

Tabla 30. Clases de mezclas según su asentamiento

clases de mezclas según su asentamiento			
CONSISTENCIA	fluido	plástica	seca
SLUMP	6"- 7"	3"- 4"	1"-2"
TRABAJABILIDAD	muy trabajable	trabajable	poco trabajable

Fuente: Rivva (2014)

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para determinar el volumen de agua a emplear en el diseño se tomó como parámetro el tamaño máximo nominal de 1" y el asentamiento de 3" a 4" por lo que se empleara un volumen de 193 lt/m³.

Tabla 31. Volumen unitario de agua

Asentamiento	Agua en l/m ³ , para los tamaños máx. Nominales de agregado grueso y consistencia indicadas							
	concreto sin aire incorporado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
	concreto con aire incorporado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	243	205	197	184	174	166	154	...

Fuente: Rivva (2014)

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

El contenido de aire atrapado se trabajó de acuerdo al tamaño nominal máximo de 1" por lo que se empleó 1.5% de aire atrapado.

Tabla 32. Contenido de aire atrapado

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
0.375"	3
0.5"	2.5
0.75"	2
1"	1.5
1.5"	1
2"	0,5
3"	0,3
6"	0,2

Fuente: Rivva (2014)

SELECCIÓN DE LA RELACION A/C

La relación agua/cemento que se trabajó para el diseño de mezcla fue de 0.47 de acuerdo a la tabla:

Tabla 33. Relación agua - cemento

RELACION AGUA - CEMENTO POR RESISTENCIA		
F'cr	Relación agua - cemento de diseño en peso concreto sin aire incorporado	concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Rivva (2014)

$$\begin{array}{|c|} \hline 350 \\ \hline 364 \\ \hline 400 \\ \hline \end{array} \quad \begin{array}{|c|} \hline 0.48 \\ \hline X \\ \hline 0.43 \\ \hline \end{array} \quad \frac{400-350}{354-350} = \frac{0.43-0.48}{x-0.48}$$

$x = 0.47$

CALCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO

El factor cemento se determinó de la dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua / cemento.

$$\text{Factor cemento} = \frac{193}{0.47} = 414.163 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Numero de bolsas de cemento} = 414.163 / 42.5 = 9.75 \text{ bolsas}$$

CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO

Para determinar el contenido del agregado grueso, empleando el método del comité 211 ACI se debe utilizar la tabla 34, con un módulo de finura de 2.80 y el tamaño máximo nominal de 1" encontrándose un valor de $b/b_0 =$

0.67 metros cúbicos de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen de concreto.

Tabla 34. Peso del agregado grueso

tamaño máximo nominal	volumen de agregado grueso , seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finura del fino (b/b0)			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rivva (2014)

$$\text{peso del agregado grueso} = 0.67 \times 1668 = 1117.56 \text{ kg/m}^3$$

CALCULO DE VOLUMENES ABSOLUTOS

Conocidos los pesos del cemento, agua y agregado grueso, así como el volumen del aire se procede a calcular la suma de volúmenes absolutos.

Cemento	$414.163/3.11 \times 1000$	= 0.134 m ³
Agua	$193/1 \times 1000$	= 0.193 m ³
Aire	1.5 %	= 0.015 m ³
Agregado grueso	$1117.56/2.596 \times 1000$	= 0.430 m ³

$$\text{suma de volúmenes conocidos} = 0.722 \text{ m}^3$$

CONTENIDO DEL AGREGADO FINO

El volumen absoluto del agregado fino será igual a la diferencia entre la unidad y la suma de volúmenes absolutos conocidos.

$$\text{Volumen absoluto de agregado fino} = 1 - 0.722 = 0.228 \text{ m}^3$$

$$\text{Peso del agregado fino seco} = 0.228 \times 2.553 \times 1000 = 581.844 \text{ kg/m}^3$$

VALORES DE DISEÑO

Las cantidades de materiales a ser empleadas como valores de diseño serán mostrados en la siguiente tabla.

Tabla 35. Valores de diseño del diseño de mezcla

VALORES DE DISEÑO		
Cemento	414.163	Kg/ m3
Agua	193	Lt/m3
Aire	1.5	%
Agregado grueso	1117.560	Kg/m3
Agregado fino	581.844	Kg/m3

Fuente: Elaboración propia

CORRECIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Las proporciones de los materiales que integran la unidad cubica de concreto deber ser corregida en función de las condiciones de humedad de los agregados fino y grueso, a fin de obtener los valores a ser utilizados para los ensayos que se resumirá en la tabla 36.

Peso húmedo del:

$$\text{Agregado fino} = 581.844 \times 1.068 = 621.409 \text{ kg/ m3}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1117.56 \times 1.013 = 1132.088 \text{ kg/ m3}$$

Humedad superficial del:

$$\text{Agregado fino} = 6.8 - 2.15 = 4.65\%$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.30 - 2.48 = -1.18\%$$

Aporte por humedad del:

$$\text{Agregado fino} = 581.844 \times (+0.0465) = 27.056 \text{ lt/m3}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1117.56 \times (-0.0118) = -13.187 \text{ lt/m3}$$

$$\text{Aporte de humedad de los agregados} = 13.869 \text{ lt/m3}$$

$$\text{Agua efectiva} = 193 - 13.869 = 179.131 \text{ lt/m3}$$

Tabla 36. Valores de diseño corregidos por humedad

VALORES DE DISEÑO POR HUMEDAD		
cimento	414.163	kg/m ³
Agua	179.131	lt/m ³
Aire	1.5	%
Agregado grueso	1132.088	kg/m ³
Agregado fino	621.409	kg/m ³

Fuente: Elaboración propia

PROPORCIONES EN PESO

Las proporciones de peso corregidas serán resumidas en la tabla 37 empleando los valores de diseño corregidos por humedad que serán divididos entre el peso del cemento.

Tabla 37. Proporciones en peso

CEMENTO	AGREGADO GRUESO	AGREGADO FINO	
C/C	AG/C	AF/C	AGUA
1	2.73	1.50	18.382 lt/bls

Fuente: Elaboración propia

PROPORCIONES EN PESO POR TANDA DE UNA BOLSA

Para conocer la cantidad de materiales que se necesitan en una tanda fue necesario multiplicar la proporción en peso corregida por humedad por el de una bolsa de cemento.

Cemento	1x 42.5	= 42.5 kg/ bolsa
Agua efectiva		= 18.382 lt/ bolsa
Agregado fino	1.50 x 42.5	= 63.767 kg/ bolsa
Agregado grueso	2.73 x 42.5	= 116.171 kg/ bolsa

PREPARACION DE MEZCLA

Para realizar la presente investigación se elaboró ensayos comparativos entre un concreto patrón y un concreto con fibras de acero trefilados al

adicionar 0.5%,0.8%,1.1%,1.4%,1.7% y 2%. las fibras de acero se adicionaron al concreto como un aditivo o agregado su mezclado se realizó de manera manual fue muy importante realizar el mezclado durante 15 min para evitar que las fibras se concentren solo en ciertas partes y así asegurar una correcta distribución.

FABRICACION DE VIGAS

Los moldes que se emplearon para la elaboración de las vigas tuvieron medidas (15 cm x 15cm x 65 cm) tanto para el patrón y para el concreto al adicionar fibras de acero trefilados.

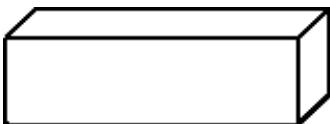
El procedimiento que se realizó fue llenar en dos capas tanto para el concreto patrón y como para el concreto al adicionar fibras de acero trefilados, se varillo 25 veces en forma rectangular y se golpeó con un martillo de goma 25 veces en el contorno del molde rectangular para cada capa y al final se añadió concreto para enrasarlo.

Las vigas fueron desencofradas al día siguiente de su preparación, posteriormente se colocó datos del vaciado y el nombre luego fueron llevados delicadamente a la cámara de curado hasta por un tiempo de 28 días.

VIGAS ESTANDAR PATRON

Para la presente tesis se tuvo en cuenta una viga estándar de 0.15 x 0.15 x 0.65 m que fueron de utilidad para comparar a las vigas estándar con fibras de acero trefilados al adicionar el 0.5%,0.8%,1.1%,1.4%,1.7% y 2% donde se realizaron 3 vigas estándar patrón con un $f'c = 280 \text{ kg/cm}^3$ basándose en los datos de los valores de diseño corregidos por humedad.

Tabla 38. Volumen de vigas estándar patrón

VIGA ESTANDAR	BASE	0.15 m
	ALTO	0.15 m
	LARGO	0.65 m
	Nº VIGAS	3
	VOL. VIGA	0.0146 m ³
	VOL. TOTAL	0.0439 m ³

Fuente: Elaboración propia

Para el diseño final de las vigas se calculó para un volumen 0.0439 m³ de concreto para 3 vigas estándar y se obtuvo cantidades en peso para cada uno de los materiales a utilizar para el diseño con un desperdicio del 5% que se resumirá en la tabla 39.

Tabla 39. Diseño final de vigas estándar patrón

MATERIAL	DISEÑO FINAL DE VIGAS		
	CANTIDAD (m ³)		Desperdicio 5%
	1 m ³	0.0439 m ³	
	PESO		
Cemento	414.163 kg	18.171 kg	19.080 kg
Agua	179.131 lt	7.859 lt	8.252 lt
Agregado grueso	1132.088 kg	49.670 kg	52.154 kg
Agregado fino	621.409 kg	27.264 kg	28.628 kg

Fuente: Elaboración propia

VIGAS ESTANDAR CON FIBRAS DE ACERO TREFILADOS

Para el diseño de vigas estándar al adicionar fibras de acero trefilados en el 0.5%, 0.8%, 1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% con la condición de mejorar el módulo de rotura empleados para pavimentos de la ciudad de Huaraz se realizaron 18 vigas estándar para la edad de 28 días.

VIGAS ESTANDAR AL ADICIONAR EL 0.5%

Se determinó en base a la dosificación de las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 60/80 que es de 20 kg/m³ para calcular la cantidad de fibras en peso para el 0.5%.

$$\begin{array}{l} 20\text{kg} \text{ ————— } 100 \% \\ X \text{ ————— } 0.5 \% \\ X = 0.100 \text{ kg} \end{array}$$

El diseño final al adicionar fibras de acero trefilados al 0.5% se realizará en base al diseño de las vigas patrón especificado en la tabla 39. Que se empleará un total de 300 gr de fibras de acero trefilados.

VIGAS ESTANDAR AL ADICIONAR EL 0.8%

Se estableció en base a dosificar las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 60/80 que es de 20 kg/m³ para calcular la cantidad de fibras en peso para el 0.8%.

$$\begin{array}{r} 20\text{kg} \text{-----} 100 \% \\ X \text{-----} 0.8 \% \\ X = 0.160 \text{ kg} \end{array}$$

El diseño final al adicionar fibras de acero trefilados al 0.8% se realizará en base al diseño de las vigas patrón especificado en la tabla 39. Que se empleará un total de 480 gr de fibras de acero trefilados.

VIGAS ESTANDAR AL ADICIONAR EL 1.1%

Se determinó al emplear las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 60/80 con una dosificación que es de 20 kg/m³ para calcular la cantidad de fibras en peso para el 0.8%.

$$\begin{array}{r} 20\text{kg} \text{-----} 100 \% \\ X \text{-----} 1.1 \% \\ X = 0.220 \text{ kg} \end{array}$$

El diseño final al adicionar fibras de acero trefilados al 1.1% se realizará en base al diseño de las vigas patrón especificado en la tabla 39. Que se empleará un total de 660 gr de fibras de acero trefilados.

VIGAS ESTANDAR AL ADICIONAR EL 1.4%

Se determinó resultados en base al empleo de las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 60/80 usando una dosificación de 20 kg/m³ para calcular la cantidad de fibras en peso para el 0.8%.

$$\begin{array}{r} 20\text{kg} \text{-----} 100 \% \\ X \text{-----} 1.4 \% \\ X = 0.280 \text{ kg} \end{array}$$

El diseño final al adicionar fibras de acero trefilados al 1.4% se realizará en base al diseño de las vigas patrón especificado en la tabla 39. Que se empleará un total de 840 gr de fibras de acero trefilados.

VIGAS ESTANDAR AL ADICIONAR EL 1.7%

Para calcular la cantidad de fibras en peso para el 0.8%. Se obtuvo los resultados mediante el empleo de las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 60/80 para una dosificación de 20 kg/m3

$$\begin{array}{r} 20\text{kg} \text{ ————— } 100 \% \\ X \text{ ————— } 1.7 \% \\ X = 0.340 \text{ kg} \end{array}$$

El diseño final al adicionar fibras de acero trefilados al 1.7% se realizará en base al diseño de las vigas patrón especificado en la tabla 39. Que se empleará un total de 1020 gr de fibras de acero trefilados.

VIGAS ESTANDAR AL ADICIONAR EL 2%

Para obtener los resultados se empleó las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 60/80 con una dosificación de 20 kg/m3 para calcular la cantidad de fibras en peso para el 0.8%.

$$\begin{array}{r} 20\text{kg} \text{ ————— } 100 \% \\ X \text{ ————— } 2 \% \\ X = 0.400 \text{ kg} \end{array}$$

El diseño final al adicionar fibras de acero trefilados al 1.7% se realizará en base al diseño de las vigas patrón especificado en la tabla 39. Que se empleará un total de 1200 gr de fibras de acero trefilados.

ENSAYOS DE CONCRETO EN FRESCO

Después de haber realizado la mezcla en base a los materiales se pasó a examinar las propiedades del concreto que vienen a ser la trabajabilidad, consistencia, segregación y fraguado.

ENSAYO DEL CONO DE ABRAMS ASENTAMIENTO (NTP 339.035)

Es una herramienta clave para determinar el control de calidad del concreto en fresco y la uniformidad de la mezcla. Las variaciones del asentamiento se generan por las diferentes causas por diferentes dosificaciones, la relación de agua/cemento, las características físicas de los materiales, la temperatura y la granulometría de los agregados.

EQUIPOS Y HERRAMIENTAS

Barra compactadora de acero liso de 16 mm (5/8") de diámetro y aproximadamente 600 mm (24") de largo terminando en punta redondeada. en ningún caso se utiliza acero corrugado.

Cono de Abrams, molde cónico metálico hueco no atacable por la pasta de cemento con un espesor de 1.5 mm y su forma es la de un tronco de cono abierto en sus extremos. Las bases son paralelas entre sí. El diámetro es de 20 cm en la base inferior y 10 cm de diámetro en la base superior formando un ángulo recto con el eje del cono. La altura del molde es de 30 cm. El molde tiene agarradores y aletas de pie.

PROCEDIMIENTOS

Se coloca el molde sobre una superficie plana, se mantiene inmóvil pisando firmemente las aletas del cono.

Seguidamente se empieza a llenar el cono en 3 capas de concreto de modo que cada capa ocupe aproximadamente 1/3 del volumen del molde cónico y se compacta con 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección.

Luego se llena hasta los 2/3 del volumen del molde, se compacta con 25 golpes y penetrando ligeramente en la capa inmediata inferior.

Se llena el molde en exceso y se compacta con 25 golpes. Si después de compactar hubiera una deficiencia de material, se añade la cantidad necesaria para mantener un exceso por encima del molde.

Finalmente se retira el concreto en exceso de la parte superior utilizando la plancha de albañil para luego enrasar.

Se limpia el concreto derramado en los costados del molde y se levanta sin movimientos laterales.

Para culminar con el ensayo se coloca la varilla de acero horizontalmente a lo largo del molde cónico invertido de manera que se extienda hasta el concreto revenido. Se mide la distancia de la parte inferior de la varilla al centro del concreto deformado.

Tabla 40. Asentamiento de vigas patrón

VIGA PATRON	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VP-01	3"	
VP-02	3 1/2"	3 1/2"
VP-03	3 1/2"	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Asentamiento de vigas con fibras de acero al 0.5%

VIGAS CON FIBRAS AL 0.5%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-01	3"	
VCF-02	3"	3"
VCF-03	3"	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Asentamiento de vigas con fibras de acero al 0.8%

VIGA CON FIBRAS AL 0.8%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-04	2"	
VCF-05	2 1/2"	2 1/2"
VCF-06	2 1/2"	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Asentamiento de vigas con fibras de acero al 1.1%

VIGA CON FIBRAS AL 1.1%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-07	2"	
VCF-08	2"	2"
VCF-09	2"	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Asentamiento de vigas con fibras de acero al 1.4%

VIGA CON FIBRAS AL 1.4%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-10	2"	
VCF-11	2"	2"
VCF-12	2"	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Asentamiento de vigas con fibras de acero al 1.7%

VIGA CON FIBRAS AL 1.7%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-13	2"	
VCF-14	2"	2"
VCF-15	2"	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Asentamiento de vigas con fibras de acero al 2%

VIGA CON FIBRAS AL 2%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-16	1"	
VCF-17	1 1/2"	1 1/2"
VCF-18	1 1/2"	

Fuente: Elaboración propia

ENSAYOS DE CONCRETO ENDURECIDO

Se puede realizar ensayos de tipo destructivo y no destructivo en la presente investigación donde se evaluará el módulo de rotura.

ENSAYO DE RESISTENCIA A FLEXION O MODULO DE ROTURA (NTP 339.078)

La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (M_r) que consistió en ensayar una probeta de sección prismática de 15 cm x 15 cm x 65 cm, apoyándola sobre un soporte cargado al centro con una luz de 60 cm del interior de los dos apoyos fijos.

Para poder apreciar el comportamiento de la resistencia del concreto respecto al tiempo, se ensayó vigas para la edad de 28 días.

PROCEDIMIENTO

Trazar rectas finas que marquen las secciones de apoyo y de carga.

Verificar y registrar las dimensiones de la viga como la luz, la altura y el ancho en cm.

Limpiar la superficie de las piezas de apoyo y de carga en contacto con la viga.

Colocar la viga en la prensa de ensayo y hacer coincidir con la línea trazada de carga y de los apoyos.

Aplicar la carga a una velocidad que incremente constantemente la resistencia a la fibra extrema hasta producir la rotura de la viga.

Luego se registró la carga máxima (P).

EXPRESION DE RESULTADOS

Si la falla de la viga se produce dentro del tercio central de la luz de ensayo el módulo de rotura se calcula según la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3 P l}{2 h^2}$$

Donde:

M_r : Es el módulo de rotura (kg/cm^2)

P : Es la carga máxima de rotura (kg)

L: es la luz libre entre apoyos

b: es el ancho promedio de la viga en la sección de falla (cm)

h: es la altura promedio de la viga en la sección de falla (cm)

Tabla 47. Módulo de rotura de vigas patrón

VIGA PATRON	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (kg/cm²)	PROMEDIO
VP-01	14.98	14.80	60	1590.407	43.62	
VP-02	14.94	14.82	60	1498.653	41.11	43.87
VP-03	14.94	14.70	60	1682.162	46.89	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Módulo de rotura de vigas con fibra de acero al 0.5%

VIGA CON FIBRAS	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	PROMEDIO
VCF-01	14.94	14.74	60	2293.857	63.60	
VCF-02	15.20	14.80	60	2477.365	66.97	65.66
VCF-03	14.76	14.80	60	2385.611	66.41	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Módulo de rotura de vigas con fibra de acero al 0.8%

VIGA CON FIBRAS	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	PROMEDIO
VCF-04	14.60	15.18	60	2722.043	72.82	
VCF-05	14.60	15.14	60	2630.289	70.74	70.55
VCF-06	14.66	15.40	60	2630.289	68.09	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Módulo de rotura de vigas con fibra de acero al 1.1%

VIGA ESTANDAR	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	PROMEDIO
VCF-07	15.20	14.80	60	2844.382	76.89	75.72
VCF-08	14.60	15.18	60	2752.628	73.64	
VCF-09	14.76	14.80	60	2752.628	76.63	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 51. Módulo de rotura de vigas con fibra de acero al 1.4%

VIGA ESTANDAR	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	PROMEDIO
VCF-10	15.20	14.80	60	2599.704	70.27	70.98
VCF-11	14.60	15.18	60	2691.459	72.00	
VCF-12	14.76	14.80	60	2538.535	70.67	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. Módulo de rotura de vigas con fibra de acero al 1.7%

VIGA ESTANDAR	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	PROMEDIO
VCF-13	15.20	14.80	60	2140.933	57.87	54.43
VCF-14	14.60	15.18	60	1957.424	52.36	
VCF-15	14.66	15.40	60	2049.179	53.05	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. Módulo de rotura de vigas con fibra de acero al 2%

VIGA ESTANDAR	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MÓDULO DE ROTURA (kg/cm²)	PROMEDIO
VCF-16	15.20	14.80	60	1376.314	37.20	38.45
VCF-17	14.94	14.74	60	1529.238	42.40	
VCF-18	14.76	14.80	60	1284.560	35.76	

Fuente: Elaboración propia

ANALISIS COMPARATIVO DE LAS VIGAS DE CONCRETO

En este objetivo se realizará una comparación del concreto patrón con respecto al concreto al adicionar las fibras de acero trefilados al 0.5%, 0.8%,1.1%,1.4%,1.7% y 2% para verificar el incremento o disminución del módulo de rotura que estará representado mediante grafica de barras mostrado en la figura 3.

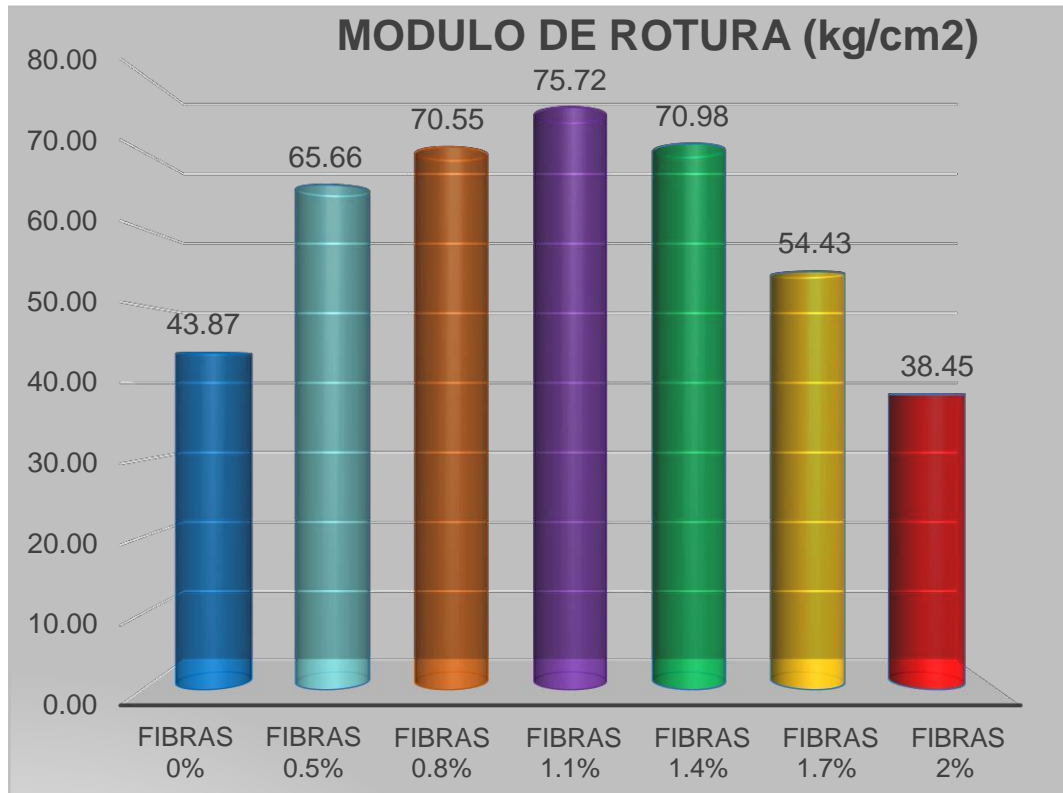


Figura 3 Grafica del comportamiento del módulo de rotura

En la Figura 3. Se muestra el módulo de rotura del concreto al adicionarle fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz – 2017, donde se observa que el patrón presentó módulo de rotura de 43.87 kg/cm², el concreto con adición de fibra al 1.1% presentó mayor módulo de rotura de 75.72 kg/cm², además, se logró determinar el porcentaje optimo que mejora el módulo de rotura.

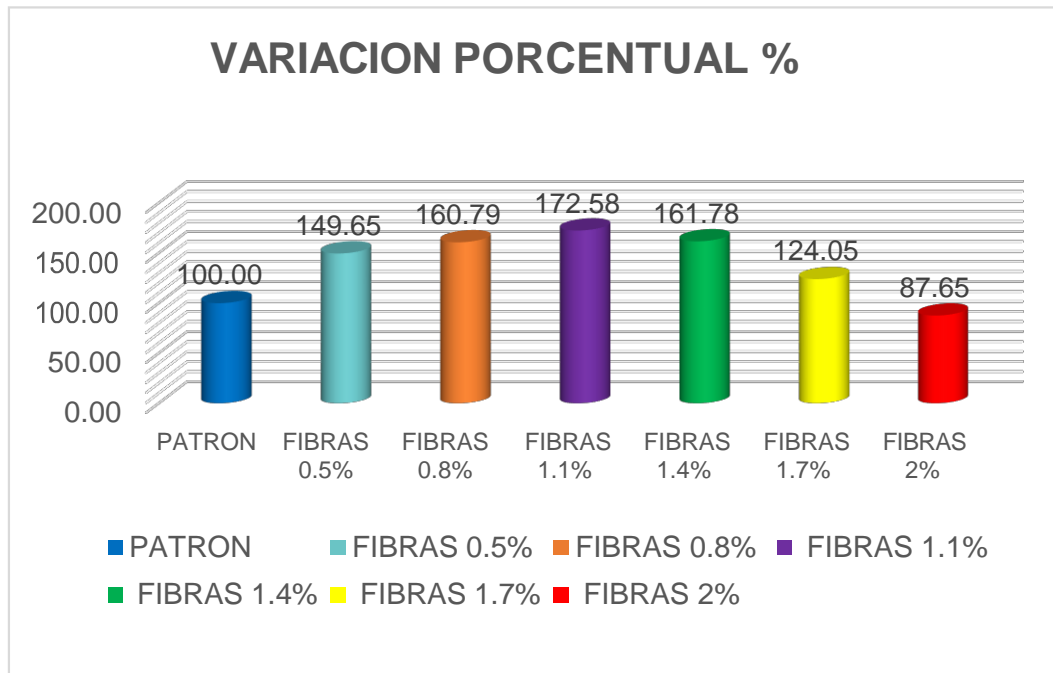


Figura 4 Variación porcentual del concreto patrón con respecto a las fibras de acero

En la Figura 4. se presenta el módulo de rotura del concreto al adicionarle fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz – 2017, donde se observa respecto a los porcentajes para los ensayos en comparación con el patrón al 100% y las fibras el 1.1% se obtuvo mayor porcentaje teniendo 178.52% en comparación con el 2% que disminuyó a 87.65%.

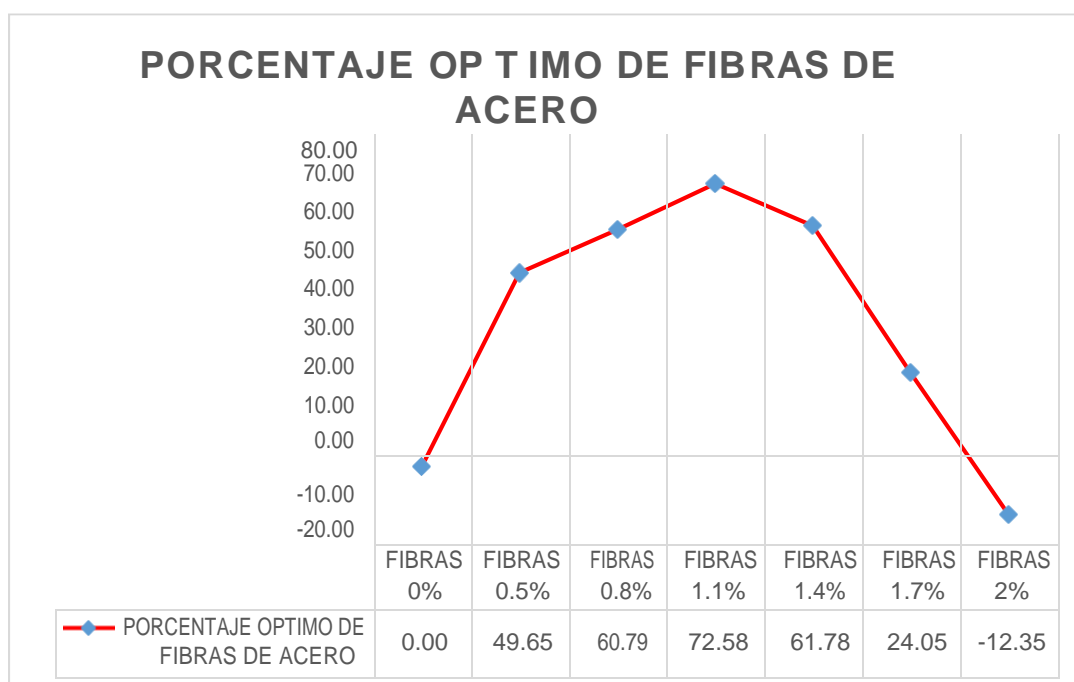


Figura 5 Porcentaje Óptimo del concreto Patrón respecto a las fibras de acero

En la Figura 5. se presenta el módulo de rotura del concreto al adicionarle fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz – 2017, donde se observa respecto a los porcentajes para los ensayos con respecto a la determinación del porcentaje optimo lo que detalla el punto máximo para la adición de las fibras de acero trefilados se obtuvo al 1.1% con un porcentaje de 72.58% por lo que será de utilidad para proyectos que pretendan incluir las fibras de acero trefilados con la finalidad de aumentar la durabilidad de los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz.

3.3.2. RESULTADOS DESCRIPTIVOS DEL OBJETIVO GENERAL

Para el objetivo general se explicará en base a resultados desarrollados y obtenidos que determinaran la mejora del módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero trefilados.

Tabla 54. Resumen final de los ensayos de rotura de vigas

DESCRIPCION	EDAD (DIAS)	VIGA ESTANDAR	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO
VIGA PATRON	28	VP-01	14.98	14.80	60	1590.407	43.62	
	28	VP-02	14.94	14.82	60	1498.653	41.11	43.87
	28	VP-03	14.94	14.70	60	1682.162	46.89	
VIGA CON FIBRAS AL 0.5%	28	VCF-01	14.94	14.74	60	2293.857	63.60	
	28	VCF-02	15.20	14.80	60	2477.365	66.97	65.66
	28	VCF-03	14.76	14.80	60	2385.611	66.41	
VIGA CON FIBRAS AL 0.8%	28	VCF-04	14.60	15.18	60	2722.043	72.82	
	28	VCF-05	14.60	15.14	60	2630.289	70.74	70.55
	28	VCF-06	14.66	15.40	60	2630.289	68.09	
VIGA CON FIBRAS AL 1.1%	28	VCF-07	15.20	14.80	60	2844.382	76.89	
	28	VCF-08	14.60	15.18	60	2752.628	73.64	75.72
	28	VCF-09	14.76	14.80	60	2752.628	76.63	
VIGA CON FIBRAS AL 1.4%	28	VCF-10	15.20	14.80	60	2599.704	70.27	
	28	VCF-11	14.60	15.18	60	2691.459	72.00	70.98
	28	VCF-12	14.76	14.80	60	2538.535	70.67	
VIGA CON FIBRAS AL 1.7%	28	VCF-13	15.20	14.80	60	2140.933	57.87	
	28	VCF-14	14.60	15.18	60	1957.424	52.36	54.43
	28	VCF-15	14.66	15.40	60	2049.179	53.05	
VIGA CON FIBRAS AL 2%	28	VCF-16	15.20	14.80	60	1376.314	37.20	
	28	VCF-17	14.94	14.74	60	1529.238	42.40	38.45
	28	VCF-18	14.76	14.80	60	1284.560	35.76	

Fuente: Elaboración propia

III. DISCUSION

“Las fibras de acero trefilados aumentan significativamente el Módulo de Rotura en los pavimentos rígidos”

Para justificar la presente hipótesis se realizaron ensayos de resistencia a flexión o módulo de rotura testigos prismáticos de concreto elaborados en el laboratorio los cuales fueron adicionados con fibras de acero trefilados obtenidos de la empresa SIKA, se procedió a colocar los testigos en agua para continuar con el curado. La rotura de las vigas de concreto se realizó a los 28 días dando resultados positivos respecto a la hipótesis planteada

De los resultados obtenidos en esta investigación, se puede deducir de la tabla 45. Que al adicionar mayor cantidad de fibras de acero trefilados disminuye significativamente el módulo de rotura del concreto debido a la uniformidad, distribución de los agregados con las fibras y en menor cantidad de agregados que le proporcionan menor dureza.

con respecto a la tesis “Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimentos rígidos, 2016” investigación que tiene similitud a mis resultados obtenidos ya que en mi tesis al añadir menores porcentajes aumento el módulo de rotura para el porcentaje del 0.5%,0.8%,1.1%,1.4% y 1.7% con resistencias de (65.66, 70.55, 75.72, 70.98 y 54.43 kg/cm²) y disminuye al añadir mayores porcentajes como el 2% (38.45 kg/cm²) disminuye con respecto al concreto patrón (43.87 kg/cm²). Estos resultados obtenidos de la tesis mencionada y mi desarrollo de tesis nos dan un indicio de seguridad las fibras de acero trefilados como material útil que mejora el módulo de rotura debido a que es una propiedad y factor de diseño importante para todo tipo de pavimento rígido, evitando la fisuración, dándole mayor durabilidad y disminuyendo costos de mantenimiento.

IV. CONCLUSIONES.

La caracterización física y la selección de los materiales determinado por los ensayos de análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario, peso específico, porcentaje de absorción, al agregado fino y grueso, se obtuvo el diseño de mezcla para el concreto patrón $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ teniendo como resultado la siguiente proporción en peso (1: 2.73: 1.50: 18.382 lts/bolsa. Cumpliendo con las especificaciones de diseño obteniendo un concreto de resistencia de 280 kg/cm^2 requerida para pavimentos rígidos de alto tráfico.

Al determinar la mejora del módulo de rotura al adicionar las fibras de acero trefilados a los 28 días de moldeado el 1.1% estableció el parámetro que garantizo la utilización de las fibras de acero en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz. Donde al realizar la fabricación de las vigas de concreto con la adición de fibras de acero trefilados, incide sobre la propiedad del concreto en estado en fresco donde predomino la reducción de la trabajabilidad y sobre el asentamiento de la mezcla disminuyendo de $3 \frac{1}{2}$ " a 3 ", $2 \frac{1}{2}$ ", 2 ", 2 ", 2 " y $1 \frac{1}{2}$ ", para los porcentajes de 0.5%, 0.8%, 1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% respectivamente; pero se encuentran dentro de las especificaciones de la norma ASTM.

Para la resistencia flexión o módulo de rotura (M_r), se percibe claramente un aumento de este valor con la incorporación de las fibras de acero trefilados en el concreto. Se concluye que las fibras de acero trefilados para una resistencia de 280 kg/cm^2 tienen menor influencia de la resistencia a flexión al adicionar mayores cantidades en comparación con el concreto patrón.

Se logró mejorar el módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero incrementando significativamente y obteniendo el porcentaje optimo con la presente tesis de investigación.

V. RECOMENDACIONES

Las fibras de acero trefilados SIKA FIBER CHO 80/60 brindan mayores resultados referente a la resistencia a flexión o módulo de rotura.

Poner mayor cuidado al momento de realizar el diseño de mezcla por lo que influye significativamente en las propiedades y características del concreto tomando en cuenta la calidad de los agregados y la uniformidad inciden en mayor porcentaje para una adecuada mezcla del concreto.

Para el proceso de mezclado se recomienda no adicionar las fibras antes de hacer la mezcla sino añadirla al final, durante 15 min de modo que sea homogénea y evitar una mala trabajabilidad.

Para la empresa SIKA, recomienda una dosificación como mínimo de 20 kg de fibra por m³ de concreto.

En el proceso de vaciado es muy importante tener en cuenta el control de calidad de las fibras de acero respetando la dosificación establecida para obtener una mejor trabajabilidad y cumplir con las consideraciones de diseño para pavimentos rígidos.

Se recomienda utilizar equipos de protección personal para evitar accidentes, poniendo énfasis en la manipulación de las fibras de acero se sugiere utilizar guantes y lentes para evitar cortes.

Se recomienda proteger las fibras de acero contra la lluvia y el medio ambiente ya que se puede oxidar y puede modificar las propiedades al ser empleadas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANTILLON, Jorge. Construcción y tecnología en concreto. Lima: 2016,2p.

ARGOS. Resistencia mecánica del concreto y resistencia a la flexion.2013, lima. Disponible en:

<http://notasdeconcretos.blogspot.pe/2011/04/resistencia-a-la-flexion-del-concreto.html>

ASOCEM, cementos Pacasmayo. "Pavimentos de concreto: Estado de arte de los pavimentos en el Perú." Lima, 2016.disponible en:

<http://www.asocem.org.pe/productos-b/pavimentos-de-concreto-estado-de-arte-de-los-pavimentos-en-el-peru#sthash.EPP6wbsU.dpuf>

ASOCEM. Boletín técnico N° 8. Lima: 1998, 4p.

CANDO LARA, Luis Fernando. "Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón con fibras de acero reciclado." Universidad central de ecuador, quito, 2016.

DE LA CRUZ MERCADO, Wilmer y QUISPE CCAHUIN, Walter. "Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de huamanga-Ayacucho." Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2015.

DOMINGUEZ RAMIREZ, Norberto. La adherencia en el concreto reforzado: breve revisión histórica de la investigación del fenómeno. Universidad autónoma de Aguascalientes, México, 2013, vol. 21, no 58, pp. 61-72. ISSN: 1665-4412

HARMSSEN, Teodoro E. Diseño de estructuras de concreto armado. 4ta edición, Lima, fondo editorial de la universidad católica del Perú, 2005.ISBN: 9972-42-730-7.

HUANG, Y.H. pavement analysis and design. Pearson/prentice hall, upper saddle river, NJ. 2004.

LAO ODICIO, Wendy. "Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa." Universidad Ricardo palma, lima, 2007.

LAURA HUANCA, Samuel. Diseño de mezclas de concreto. Universidad nacional del altiplano, 2006, Puno.

LOPEZ ROMAN, Jorge. "Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado." Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2015.

MACCAFERRI. Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón. América latina: 2007,239p.

MARMOL SALAZAR, Patricia Cristina. "Hormigones con fibras de acero características mecánicas." Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2010.

MENENDEZ ACURIO, José Rafael. Ingeniería de pavimentos materiales, diseño y conservación.3^{ra} edición, lima, fondo editorial ICG, 2012. Biblioteca nacional del Perú N° 2012-10906.

MONTALVO GUEVARA, marco Eduardo. "Pavimentos rígidos con fibras de acero versus pavimentos tradicionales." Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015, lima.

MONTEJO FONSECA, Alfonso. Ingeniería de pavimentos para carreteras. 2da edición, Bogotá, Stella Valbuena de fierro, 2002. ISBN: 958-96036-2-9.

MTC. Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: 2013, 355p.

MTC. Manual de ensayo de materiales. Lima: 2016,1269p.

Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials, Estados unidos, 1993.

O. Hernández–Castañeda y C.J. Mendoza Escobedo. Durabilidad e infraestructura: retos e impacto socioeconómico.1^{ra} edición. México, Ingeniería, investigación y tecnología, 2006, vol.7, no 1, 1p. ISSN: 1405-7743.

PASQUEL CARBAJAL, Enrique. Fundamentos del concreto y los materiales para su elaboración. Capitulo peruano del american concrete institute (ACI). 3^{ra} edición. Perú, 1995, 30p.

REPORTED BY COMMITTEE ACI 544.report on the physical properties and durability of fiber-reinforced concrete.1^{ra} edition, estates united, editorial American concrete institute, 2010. ISBN: 978-0-87031-365-3

ROMERO QUINTERO, Andrés y HERNANDEZ RICO, Johan. "Diseño de mezclas de hormigón por el método ACI y efectos de la adición de cenizas volantes de termotasajero en la resistencia a compresión." Universidad santo tomas, 2014, Bogotá.

SILVA TIPANTASING, Lenin Gabriel. "Comportamiento del hormigón con fibras de acero y su influencia en sus propiedades mecánicas en el cantón" Ambato, provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato. 2014, Ecuador.

SOTIL LEVY, Alfredo y ZEGARRA RIBEROS, Jorge. "Análisis comparativo del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero WIRAND FF3 y concreto reforzado con fibras de acero WIRAND FF4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido." Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2015, lima. Tesis para optar título.

VII. ANEXOS

ANEXO 01: Matriz de consistencia.

Tabla 55. Matriz de consistencia de la investigación.

TITULO	FORMULACION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	DISEÑO DE LA INVESTIGACION	VARIABLES
Mejora del módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz-2017	<p>GENERAL: ¿Cómo mejora el módulo de rotura de un concreto al adicionar fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz-2017?</p>	<p>GENERAL: Mejorar el módulo de rotura del concreto al adicionarle fibras de acero trefilados en los pavimentos rígidos en la ciudad de Huaraz- 2017.</p>	<p>GENERAL: Las fibras de acero trefilados aumentan significativamente el módulo de rotura en los pavimentos rígidos.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN :</p> <p>Aplicada</p>	<p>V. I. Adición de fibras de acero trefilados</p>
	<p>ESPECIFICO: ¿Cómo caracterizar físicamente y seleccionar los materiales a emplear en la presente tesis?</p> <p>¿Cómo determinar la mejora del módulo de rotura en el concreto al adicionar fibras de acero trefilados en 0.5%,0.8%,1.1%,1.4%, 1.7% y 2% a los 28 días de moldeado?</p> <p>¿Cómo realizar un análisis comparativo del módulo de rotura entre el concreto patrón y el concreto con fibras de acero trefilados?</p>	<p>ESPECIFICO: Caracterizar físicamente y seleccionar los materiales a emplear en la presente tesis.</p> <p>Determinar la mejora del módulo de rotura en el concreto al adicionar fibras de acero trefilados en un 0.5%,0.8%,1.1%, 1.4%, 1.7% y 2% a los 28 días de moldeado.</p> <p>Realizar un análisis comparativo del módulo de rotura entre el concreto patrón y el concreto con fibras de acero trefilados.</p>	<p>ESPECIFICAS Al caracterizar físicamente y seleccionar los materiales a emplear influirá en la mejora del módulo de rotura del concreto.</p> <p>Cuando se adicione fibras de acero trefilados en un 0.5%,0.8%,1.1%,1.4%, 1.7% y 2% a los 28 días de moldeado mejorará el módulo de rotura del concreto.</p> <p>Al realizar la comparación entre el concreto patrón y el concreto con fibras de acero trefilados aumentara el modulo rotura del concreto.</p>	<p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Diseño experimental</p>	<p>V. D. Mejora del módulo de rotura</p>

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°2: Clasificación de pavimentos según el módulo de rotura.

Tabla 56. Cuadro del módulo de rotura según el tipo de pavimento

TIPO DE PAVIMENTO	MODULO DE RUPTURA (MR) MIN (kg/cm ²)
AUTOPISTA	48
CARRETERAS	48
ZONAS INDUSTRIALES	45
URBANAS PRINCIPALES	45
URBANAS SECUNDARIAS	42

Fuente: Lao, 2007

ANEXO N° 3: Panel fotográfico.

Foto N° 1: Trabajo en campo, toma de muestras de agregados gruesos de la cantera Tacllàn.



Foto N° 2: Trabajo en campo, toma de muestras de agregados finos de la cantera Tacllàn.



Foto N° 3: Trabajo en laboratorio, análisis granulométrico de los agregados



Foto N° 4: Trabajo en laboratorio, llevando la muestra al horno para determinar el contenido de humedad natural.



Foto N° 5: Trabajo en laboratorio, realizando el peso unitario varillado de los agregados.



Foto N° 6: Trabajo en laboratorio, realizando el ensayo de peso específico y absorción de los agregados finos (arena gruesa).



Foto N° 7: Trabajo en laboratorio, realizando el ensayo de peso específico y absorción de los agregados gruesos (piedra chancada).



Foto N° 8: Trabajo en laboratorio, elaboración de vigas de concreto patrón para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

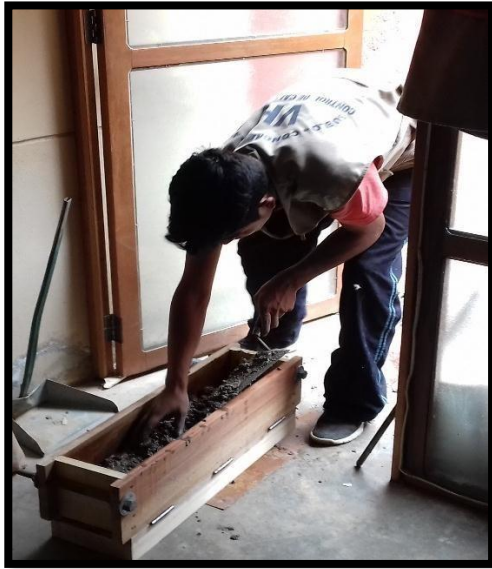


Foto N° 9: Trabajo en laboratorio, determinando el asentamiento de la mezcla del concreto patrón para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



Foto N° 10: Trabajo en laboratorio, desencofrado de las vigas del concreto patrón para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

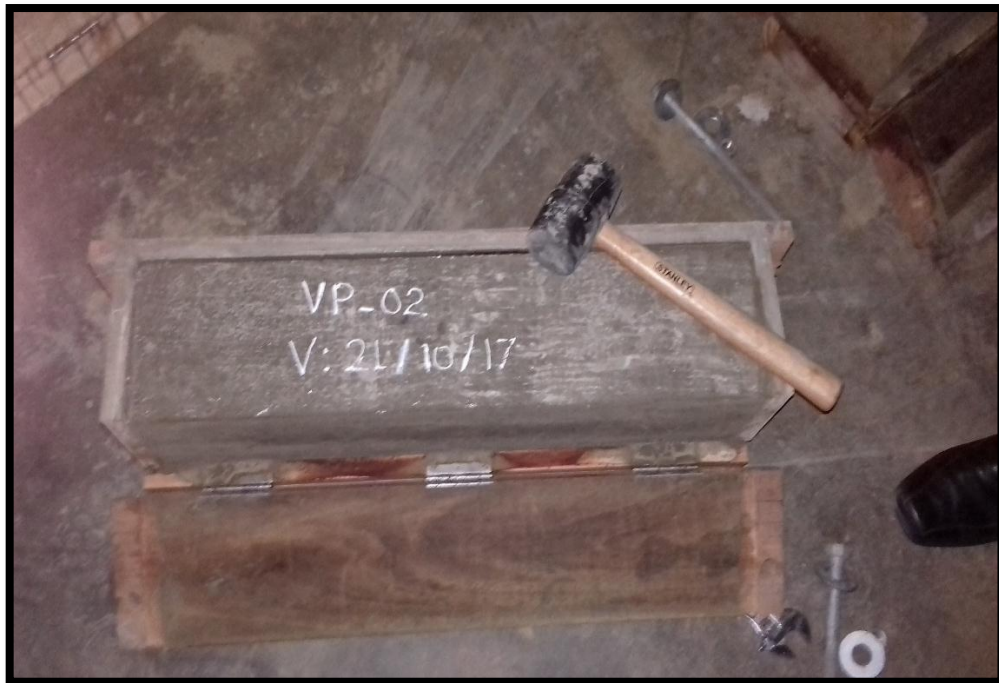


Foto N° 11: Trabajo en laboratorio, curado de las vigas del concreto patrón para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.



Foto N° 12: Trabajo en laboratorio, rotura de las vigas del concreto patrón para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.



Foto N° 13: Trabajo en laboratorio, elaboración de vigas de concreto al adicionar fibras de acero trefilados para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



Foto N° 14: Trabajo en laboratorio, determinando el asentamiento de la mezcla del concreto al adicionar fibras de acero trefilados para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.



Foto N° 15: Trabajo en laboratorio, desencofrado de las vigas del concreto al adicionar fibras de acero trefilados para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$.

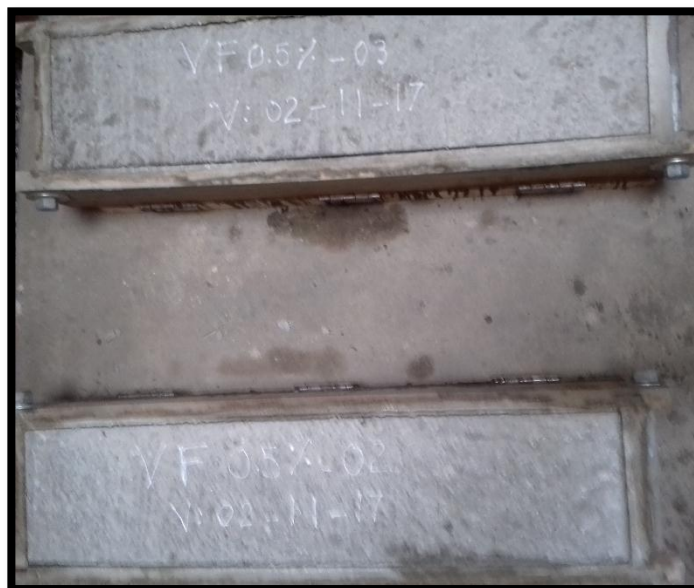


Foto N° 16: Trabajo en laboratorio, rotura de las vigas del concreto al adicionar fibras de acero trefilados para una resistencia de $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a los 28 días.





ANEXO N° 4: Hoja técnica de las fibras de acero trefilados empleados.

HOJA TÉCNICA

Sika® Fiber CHO 80/60 NB

Fibra de acero para refuerzo del concreto en losas y concreto pre-fabricado

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero trefilado de alta calidad para reforzamiento del concreto usado en losas de concreto tradicional e industriales y elementos de concreto pre-fabricado, especialmente encoladas (pegadas) para facilitar la homogenización en el concreto durante el mezclado, evitando la aglomeración de las fibras individuales. Sika® Fiber CHO 80/60 NB son fibras de acero de alta relación longitud / diámetro (l/d) lo que permite un alto rendimiento con menor cantidad de fibra.

USOS

Sika Fiber CHO 80/60 NB, otorga una alta capacidad de soporte al concreto en un amplio rango de aplicaciones; dándole ductilidad y aumentando la tenacidad del concreto.

En elementos de concretos pre-fabricados reforzados; en losas de pisos industriales (tráfico alto, medio y ligero) en losas y cimientos de concreto para reemplazar el refuerzo secundario (malla de temperatura), en puertos, aeropuertos, fundaciones para equipos con vibración, reservorios, tanques, etc.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Incrementa la resistencia del concreto al impacto, fatiga y a la fisuración.
- Incrementar la ductilidad y absorción de energía (resistencia a la tensión).
- Reducción de la fisuración por retracción.
- No afecta los tiempos de fraguado.
- Su condición de encolada (pegada) asegura una distribución uniforme en el concreto y shotcrete vía húmeda.
- Relación longitud / diámetro igual a 80 para un máximo rendimiento.
- Extremos conformados para obtener máximo anclaje mecánico en el concreto.

NORMAS	Sika® Fiber CHO 80/60 NB cumple con las normas ASTM A 820 "Steel Fibers for Reinforced Concrete" Tipo I y DIN 17140-D9 para acero de bajo contenido de carbono.
---------------	---

DATOS BÁSICOS

FORMA	PRESENTACIÓN Sacos de papel x 20 kg.
ALMACENAMIENTO	CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL Los sacos de Sika® Fiber CHO 80/60 NB pueden almacenarse por tiempo indefinido protegido de la humedad.
DATOS TÉCNICOS	<p>Longitud: 60 mm con extremos conformados</p> <p>Diámetro de la fibra: 0.75 mm</p> <p>Relación longitud/ Diámetro: 80</p> <p>Resistencia a tracción: 1200 MPa min.</p> <p>Elongación de rotura: 4% max.</p>

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN	CONSUMO / DOSIS Normalmente entre 10 y 45 kg de Sika® Fiber CHO 80/60 NB por m ³ de concreto. Se recomienda realizar ensayos previos para determinar la cantidad exacta de fibra de acero a utilizar de acuerdo a los índices de tenacidad ó energía absorbida especificada del concreto.
-------------------------------	--

MÉTODO DE APLICACIÓN	<p>MÉTODO DE LA APLICACIÓN</p> <p>Sika® Fiber CHO 80/60 NB se puede agregar en la tolva de pesado de la dosificadora de concreto, en la correa de alimentación, en camión mixer y mezcladora de concreto como a continuación se indica en cada caso:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ En la tolva de pesado de la dosificadora, abra las bolsas y vacíe las fibras directamente entre los áridos; no agregue las bolsas sin abrir porque pueden bloquear las compuertas de descarga. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. ▪ En la correa de alimentación, si hay acceso, las fibras pueden adicionarse durante o después de agregar los áridos. Mezcle en forma normal, no se requiere tiempo extra de mezclado en este caso. ▪ En el camión mixer, una vez que todos los ingredientes se han incorporado, agregar las fibras mientras el mixer de concreto está rotando a alta velocidad (12 rpm o más). Vaciar un máximo de 60 kg de fibras por minuto. Una vez terminado el vaciado de las fibras, mezclar 5 minutos adicionales y chequear visualmente su distribución; mezclar 30 segundos adicionales si la distribución no es uniforme.
-----------------------------	---

Hoja Técnica
Sika® Fiber CHO 80/60 NB
01.03.16, Edición 4



ANEXO N° 5: resultados de los ensayos elaborados en la presente tesis.



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION
ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TACLLÁN	MATERIAL	: PIEDRA Y ARENA
REGIÓN : ANCASH	ELABORADO EN	: VH LABORATORIO E.I.R.L
PROVINCIA : HUARAZ	FECHA	: 08/09/2017
DISTRITO : HUARAZ		

VALORES DE DISEÑO

RESISTENCIA A LA COMPRESION	280	kg/cm ²
REVENIMIENTO	3 a 4	pulg.
AGUA DE MEZCLADO	193	LT./m ³
F'Cr	364	kg/cm ²
AIRE TOTAL	1.5	%
RELACION A/C	0.47	
CONTENIDO DE CEMENTO	414.163	kg/m ³
	9.75	Bols/m ³

CANTIDAD DE MATERIALES EN PESO POR M³ DE CONCRETO

CEMENTO	414.163	kg./m ³
AGREGADO GRUESO	1132.088	kg./m ³
AGREGADO FINO	621.409	kg./m ³
AGUA	179.131	Lt.

PROPORCION EN VOLUMEN POR SACO DE CEMENTO

CEMENTO	1.0	BLS.
AGREGADO GRUESO	2.73	pie ³
AGREGADO FINO	1.50	pie ³
AGUA	18.382	LT.


Victor Hugo Villanueva Najarro
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTO
 REG. 62639




Ing. Rafael Escudero Escudero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. C.O.P.E. 836



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TACLLÁN MATERIAL : PIEDRA Y ARENA

REGIÓN : ANCASH ELABORADO EN : VH LABORATORIO E.I.R.L

PROVINCIA : HUARAZ FECHA : 08/09/2017

DISTRITO : HUARAZ

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO 280 F' C KG/CM²

MATERIALES

CEMENTO	SOL	TIPO 1
	PESO ESPECIFICO	3.11 gr/cm ³
AGREGADO	CANTERA	TACLLÁN
AGUA	POTABLE	

DATOS DEL AGREGADO GRUESO

PESO ESPECIFICO DE MASA	2596	kg/m ³
PESO UNITARIO SUELTO	1653	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1668	kg/m ³
ABSORCION	2.48	%
HUMEDAD	1.3	%

DATOS DEL AGREGADO FINO (ARENA GRUESA)

PESO ESPECIFICO DE MASA	2553	kg/m ³
PESO UNITARIO SUELTO	1513	kg/m ³
PESO UNITARIO COMPACTADO	1679	kg/m ³
MODULO DE FINEZA	2.8	
ABSORCION	2.15	%
HUMEDAD	6.8	%

Victor Hugo Villanueva Najara
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
REG. 62639



Ing. Rafael Escudero Escudero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 65955



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TAOLLÁN **MATERIAL** : PIEDRA CHANCADA

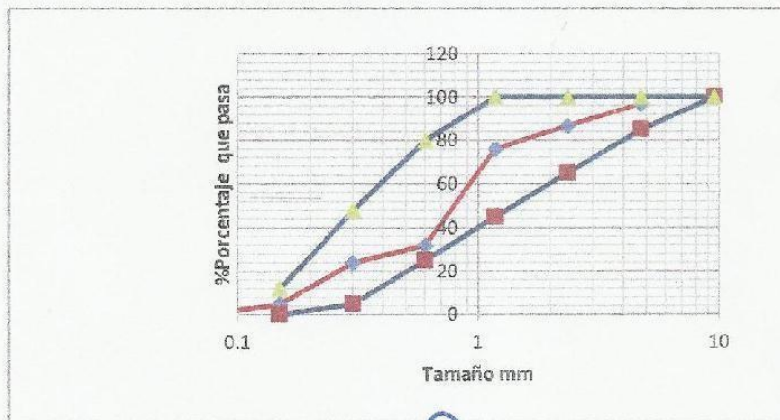
REGIÓN : ANCASH **ELABORADO EN** : VH LABORATORIO E.I.R.L

PROVINCIA : HUARAZ **FECHA** : 08/09/2017

DISTRITO : HUARAZ

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO FINO (MTC E 204 - 2000)						
DIAMETRO(mm)	MALLA	PESO (gr)	% RET	% RET ACUM	% Q PASA	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO
4.75	Nº 4	44	3.23	3.23	96.77	Peso seco inicial : 1363 gr
2.36	Nº 8	140	10.27	13.50	86.50	Peso seco lavado : 1317.4 gr
1.18	Nº 16	144	10.56	24.06	75.94	Perdida por lavado : 45.6 gr
0.6	Nº 30	600	44.02	68.09	31.91	Módulo de fineza 3.25
0.3	Nº 50	110	8.07	76.16	23.84	
0.15	Nº 100	260	19.08	95.23	4.77	
0.075	FONDO	65	4.77	100	0	
TOTAL		1363	100	Modulo de finura	2.80	

CURVA GRANULOMETRICA



[Firma]
Victor Hugo Villanueva Najarro
 ESPECIALISTA LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTO
 REG. 62639



[Firma]
Ing. Rafael Escudero Escudero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 65935

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos
 Telefono : 043-426110 - RPM # 949004338 E-mail: vh_laboratorio@hotmail.com
 RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TAOLLÁN MATERIAL : PIEDRA CHANCADA

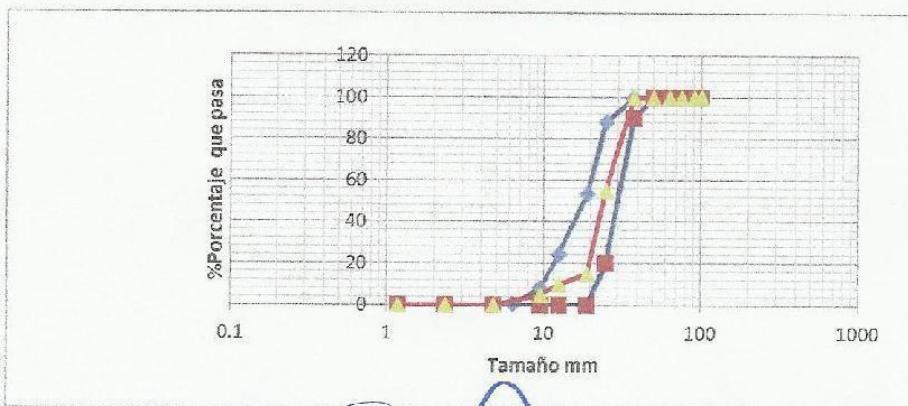
REGIÓN : ANCASH ELABORADO EN : VH LABORATORIO E.I.R.L

PROVINCIA : HUARAZ FECHA : 08/09/2017

DISTRITO : HUARAZ

ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 204 - 2000)						
DIAMETRO(mm)	MALLA	PESO (gr)	% RET	% RET ACUM	% Q PASA	DATOS DEL ANALISIS GRANULOMÉTRICO
75	3"	0	0	0	100	Peso seco inicial : 6272 gr
62.5	2 1/2"	0	0	0	100	Peso seco lavado : 6280.1gr
50	2"	0	0	0	100	Perdida por lavado : 11.9 gr
37.5	1 1/2"	0	0	0	100	Tamaño maximo nominal
25	1"	744	11.86	11.86	88.14	1"
19	3/4"	2172	34.83	46.49	53.51	Módulo de fineza
12.5	1/2"	1828	29.15	75.64	24.36	3.25
9.5	3/8"	1014	16.17	91.80	8.20	
6.3	1/4"	480	7.85	99.46	0.54	
	FONDO	34	0.54	100	0	
	TOTAL	6272	100	Modulo de finura	3.25	

CURVA GRANULOMETRICA



[Signature]
Victor Hugo Villanueva Najara
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
R.C.G. 62839



[Signature]
Ing. Rafael Escudero Escudero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 65955



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TACLÁN MATERIAL : PIEDRA Y ARENA

REGION : ANCASH ELABORADO EN : VH LABORATORIO E.I.R.L

PROVINCIA : HUARAZ FECHA : 08/09/2017

DISTRITO : HUARAZ

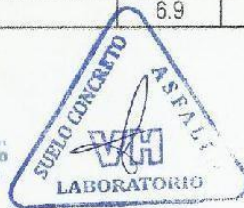
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216

CANTERA	TACLÁN	MUESTRA	AGREGADO GRUESO		
1	N° DEL RECIPIENTE		1	2	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		25.2	26.8	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		348.0	375.2	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		344.0	370.8	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)		4.0	4.4	
6	PESO DEL SUELO SECO (g)		318.8	344.0	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		1.3	1.3	1.3

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

CANTERA	TACLÁN	MUESTRA	AGREGADO FINO			
1	N° DEL RECIPIENTE		A	B	C	
2	PESO DEL RECIPIENTE (g)		27.3	27.7	25.8	
3	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (g)		296.9	291.7	297.0	
4	PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		279.5	274.9	279.8	
5	PESO DEL AGUA CONTENIDA (g)		17.4	16.8	17.2	
6	PESO DEL SUELO SECO (g)		252.2	247.2	254.0	PROMEDIO
7	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		6.9	6.8	6.8	6.8


Victor Hugo Vilanova Najarro
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTO
 REG. 62639




Ing. Rafael Escudero Escudero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 65955

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos
 Telefono : 043-426110 - RPM # 949004338 E-mail: vh_laboratorio@hotmail.com
 RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TACLÁN **MATERIAL** : PIEDRA Y ARENA

REGION : ANCASH **ELABORADO EN** : VH LABORATORIO E.I.R.L

PROVINCIA : HUARAZ **FECHA** : 08/09/2017

DISTRITO : HUARAZ

PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO (MTC E 203 - 2000)

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N°	PESO UNITARIO SUELTO		PESO UNITARIO VARILLADO	
	1	2	1	2
PESO MATERIAL + MOLDE	12.472	12.370	7.608	7.738
PESO DEL MOLDE	3.660	3.660	3.660	3.660
PESO DEL MATERIAL	8.812	8.710	8.874	8.802
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
PESO UNITARIO	1662.64	1643.40	1674.34	1660.75
PESO UNITARIO PROMEDIO	1653		1668	
	1653 kg/m3		1668 kg/m3	

PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO (MTC E 203 - 2000)

TIPO DE PESO UNITARIO MUESTRA N°	PESO UNITARIO SUELTO		PESO UNITARIO VARILLADO	
	1	2	1	2
PESO MATERIAL + MOLDE	14.558	14.704	15.5039	45.5248
PESO DEL MOLDE	6.610	6.610	6.6182	6.6182
PESO DEL MATERIAL	7.948	8.094	8.8857	8.9066
VOLUMEN DEL MOLDE	0.0053	0.0053	0.0053	0.0053
PESO UNITARIO	1499.62	1527.17	1676.55	1680.49
PESO UNITARIO PROMEDIO	1513		1679	
	1513 kg/m3		1679 kg/m3	

(Firma)
Victor Hugo Villanueva Najarro
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTO
 REG. 62639



(Firma)
Ing. Rafael Escudero Escudero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP 65955



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO **MATERIAL** : PIEDRA Y ARENA

CANTERA : TACLLÁN **ELABORADO EN** : VH LABORATORIO E.I.R.L

REGIÓN : ANCASH **FECHA** : 08/09/2017

PROVINCIA : HUARAZ

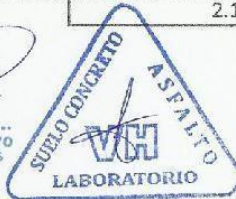
DISTRITO : HUARAZ

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION (AGREGADO FINO)
(MTC E 205 - 2000)

CANTERA	TACLLÁN	
TIPO DE FRASCO UTILIZADO	FIOLA DE 500 ml	
Nº MUESTRA	M-1	M-2
PESO FRASCO + AGUA	647.3	648.5
PESO MAT. SUP. SECA EN AIRE	200	200
PESO MAT. SAT. + AGUA+ FRASCO	847.3	848.5
PESO GLOBAL CON DESPLAZ. DE VOL.	768.7	770.4
PESO VOL. MASA +VOL. VACIOS	78.6	78.1
PESO ESPECIFICO	2.545	2.561
	2.553	

RECIPIENTE	Tara 7	Tara 10	Tara 13
PESO. REC.+ MAT.SUP.SECA EN AIRE	202.2	163.8	108.6
PESO. REC.+ MAT. SECADO EN HORNO	198.4	160.9	107
PESO DEL AGUA	3.8	2.9	1.6
PESO DEL RECIPIENTE	25.9	26.8	29.8
PESO MAT. SECADO EN HORNO	172.5	134.1	77.2
PORCENTAJE DE ABSORCION	2.203	2.163	2.073
	2.15		

Victor Hugo Gilmanueva Najarro
 ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
 CONCRETO Y PAVIMENTO
 REG. 62639



Ing. Rafael Escudero Escudero
 INGENIERO CIVIL
 Reg. O.P 65955



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : HILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO MATERIAL : PIEDRA Y ARENA

CANTERA : TACLLÁN ELABORADO EN : VH LABORATORIO E.I.R.L

REGIÓN : ANCASH FECHA : 08/09/2017

PROVINCIA : HUARAZ

DISTRITO : HUARAZ

**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION (AGREGADO GRUESO)
(MTC E 206 - 2000)**

CANTERA	TACLLÁN		
TIPO DE FRASCO UTILIZADO	CANASTILLA		
N° MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PESO FRASCO + AGUA	1400	1400	1400
PESO MAT. SUP. SECA EN AIRE	1002.5	1005.9	1251
PESO MAT. SAT.+ AGUA+ FRASCO	2402.5	2405.9	2651
PESO GLOBAL CON DESPLAZ. DE VOL.	2010	2020	2175
PESO VOL. MASA +VOL. VACIOS	392.5	385.9	476
PESO ESPECIFICO	2.554	2.607	2.628
	2.596		

N°. RECIPIENTE	1	2	3
PESO. REC.+ MAT.SUP.SECA EN AIRE	1218.4	1219.2	1672.4
PESO. REC.+ MAT. SECADO EN HORNO	1191.6	1194.5	1644.6
PESO DEL AGUA	26.8	24.7	27.8
PESO DEL RECIPIENTE	203	201.1	408.1
PESO MAT. SECADO EN HORNO	988.6	993.4	1236.5
PORCENTAJE DE ABSORCION	2.711	2.486	2.248
	2.48		

Victor Hugo Villanueva Najarro
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
REG. 62639



Ing. Rafael Escudero Escudero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 65955

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 680 - San Marcos
Telefono : 043-426110 - RPM # 949004338 E-mail: vh_laboratorio@hotmail.com
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTIF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO MATERIAL : CONCRETO

CANTERA : TACLÁN ELABORADO EN : VH LABORATORIO E.I.R.L

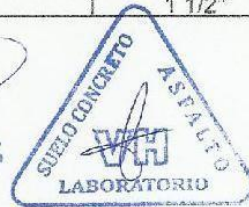
REGIÓN : ANCASH FECHA : 08/11/2017

PROVINCIA : HUARAZ

DISTRITO : HUARAZ

VIGA PATRON	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VP-01	3"	3 1/2"
VP-02	3 1/2"	
VP-03	3 1/2"	
VIGAS CON FIBRAS AL 0.5%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-01	3"	3"
VCF-02	3"	
VCF-03	3"	
VIGA CON FIBRAS AL 0.8%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-04	2"	2 1/2"
VCF-05	2 1/2"	
VCF-06	2 1/2"	
VIGA CON FIBRAS AL 1.1%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-07	2"	2"
VCF-08	2"	
VCF-09	2"	
VIGA CON FIBRAS AL 1.4%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-10	2"	2"
VCF-11	2"	
VCF-12	2"	
VIGA CON FIBRAS AL 1.7%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-13	2"	2"
VCF-14	2"	
VCF-15	2"	
VIGA CON FIBRAS AL 2%	ASENTAMIENTO (pulg)	PROMEDIO
VCF-16	1"	1 1/2"
VCF-17	1 1/2"	
VCF-18	1 1/2"	


Victor H. Vilamajeva Najarro
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
REG. 62629




Ing. Rafael Escudero Escudero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 65965



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TACLLÁN

MATERIAL : CONCRETO

: ANCASH

ELABORADO EN : VH LABORATORIO

REGIÓN

E.I.R.L.

PROVINCIA : HUARAZ

FECHA : 03/12/2017

DISTRITO : HUARAZ

DESCRIPCION	VIGA ESTANDAR	BASE (b) cm	ALTURA (h) cm	LUZ (L) cm	CARGA MAXIMA (Kg)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	PROMEDIO
VIGA PATRON	VP-01	14.98	14.80	60	1590.407	43.62	43.87
	VP-02	14.94	14.82	60	1498.653	41.11	
	VP-03	14.94	14.70	60	1682.162	46.89	
VIGA CON FIBRAS AL 0.5%	VCF-01	14.94	14.74	60	2293.857	63.60	65.66
	VCF-02	15.20	14.80	60	2477.365	66.97	
	VCF-03	14.76	14.80	60	2385.611	66.41	
VIGA CON FIBRAS AL 0.8%	VCF-04	14.60	15.18	60	2722.043	72.82	70.55
	VCF-05	14.60	15.14	60	2630.289	70.74	
	VCF-06	14.66	15.40	60	2630.289	68.09	
VIGA CON FIBRAS AL 1.1%	VCF-07	15.20	14.80	60	2844.382	76.89	75.72
	VCF-08	14.60	15.18	60	2752.628	73.64	
	VCF-09	14.76	14.80	60	2752.628	76.63	
VIGA CON FIBRAS AL 1.4%	VCF-10	15.20	14.80	60	2599.704	70.27	70.98
	VCF-11	14.60	15.18	60	2691.459	72.00	
	VCF-12	14.76	14.80	60	2538.535	70.67	
VIGA CON FIBRAS AL 1.7%	VCF-13	15.20	14.80	60	2140.933	57.87	54.43
	VCF-14	14.60	15.18	60	1957.424	52.36	
	VCF-15	14.66	15.40	60	2049.179	53.05	
VIGA CON FIBRAS AL 2%	VCF-16	15.20	14.80	60	1376.314	37.20	38.45
	VCF-17	14.94	14.74	60	1529.238	42.40	
	VCF-18	14.76	14.80	60	1284.560	35.76	

Victor Hugo Villanueva Najaro
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
R.E.G. 62639



Ing. Rafael Escudero Escudero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 65965

Urb. San Miguel de Chicney S/N Independencia - Huaraz / Jr. Progreso 660 - San Marcos
Telefono : 043-426110 - RPM # 949004338 E-mail: vh_laboratorio@hotmail.com
RUC : 20600954173 REG. INDECOPI CERTF. 95136



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

**SERVICIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
ALQUILER DE EQUIPOS PARA LA CONSTRUCCION**

ASESORAMIENTO Y SUPERVISION DE OBRAS EN CAMPO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

PROYECTO : Tesis "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR LAS FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017"

SOLICITANTE : LLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

CANTERA : TACLLÁN MATERIAL : CONCRETO

REGIÓN : ANCASH ELABORADO EN : VH LABORATORIO
E.I.R.L

PROVINCIA : HUARAZ FECHA : 05/08/2017

DISTRITO : HUARAZ

ROTURA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES DE CONCRETO - ASTM C-39

IDENTIFICACION	FECHA		PRESION Kg	AREA CM ²	EDAD DIAS	RESISTENCIA Kg./Cm ²
	VACIADO	ROTURA				
DISEÑO DE MEZCLA 280 kg/cm ²	07/10/2017	14/10/2017	45980 *	176.71	7	260
DISEÑO DE MEZCLA 280 kg/cm ²	07/10/2017	21/10/2017	51683	176.71	14	292
DISEÑO DE MEZCLA 280 kg/cm ²	07/10/2017	04/11/2017	62456	176.71	28	353


Victor Hugo Villanueva Najaito
ESPECIALISTA EN LABORATORIO DE SUELOS
CONCRETO Y PAVIMENTO
REG. 62639




Ing. Rafael Escudero Escudero
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP 65955

Feedback Studio - Google Chrome
https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&lang=es&o=1100853596&u=1049555895

feedback studio | MEJORA DEL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2017

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“MEJORA DEL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ - 2017”

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTOR:
ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO

ASESOR:
RAFAEL ESCUDERO ESCUDERO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA VIAL

HUARAZ-PERU
2017

Resumen de coincidencias
28 %
Se están viendo fuentes estándar
Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias


#	Fuente	Porcentaje
1	es.scribd.com Fuente de Internet	2 %
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	2 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1 %
6	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
7	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	1 %
8	pt.scribd.com Fuente de Internet	1 %
9	docslide.us Fuente de Internet	1 %

Página: 1 de 86 | Número de palabras: 17693 | Text-only Report | High Resolution | Activado | 12:59 p.m. 27/03/2019

Yo, Mgtr. GONZALO HUGO GARCIA DIAZ docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Huaraz, revisor (a) de la tesis titulada "MEJORA DEL MODULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRAS DE ACERO TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RIGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2017", del (de la) estudiante ILLANES OBREGON CARLOS ALBERTO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chimbote, 29 de Marzo del 2019



Mgtr. GONZALO HUGO DIAZ GARCÍA
DNI: 40539624

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN O LA TESIS

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)

Illanes Obregón, Carlos Alberto

D.N.I. : 73225286

Domicilio : Calle Veliz 04

Teléfono : Fijo :

Móvil : 982185196

E-mail : *carlosillanesobregon@gmail.com*

2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Modalidad:

Trabajo de Investigación de Pregrado

Tesis de Pregrado

Facultad : *Ingeniería*

Escuela : *Ingeniería civil*

Carrera : *Ingeniería civil*

Grado

Título

INGENIERO CIVIL

Tesis de Post Grado

Maestría

Doctorado

Grado :

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

Illanes Obregón, Carlos Alberto

Título del trabajo de investigación o de la tesis:

*"Mejora del módulo de rotura del concreto al adicionar fibras de acero
treñidos en los pavimentos rígidos en la ciudad de huaraz-2017"*

Año de publicación : 2019

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento,

Si autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

No autorizo a publicar en texto completo mi trabajo de investigación o tesis.

Firma :

Fecha:

29-03-19





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

E.P. Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ILLANES OBREGÓN, CARLOS ALBERTO

INFORME TITULADO:

"MEJORA DEL MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO AL ADICIONAR FIBRAS DE ACERO
TREFILADOS EN LOS PAVIMENTOS RÍGIDOS EN LA CIUDAD DE HUARAZ – 2017"

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: 29 de Marzo del 2019

NOTA O MENCIÓN: Once (11)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN