



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la
Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018”

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

AUTOR:

Flores Utos, Emanuel Oswaldo

ASESOR:


Mg. José Luis Benites Zúñiga

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

Lima-Perú

2018

 UCV UNIVERSIDAD César Vallejo	ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	Código : 2004-PAR-0202
		Versión : 01
		Fecha : 23-10-2018
		Página : 1 de 1

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (ña)

FLORES UTO. EMANUEL OSWALDO

cuyo título es:

MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO

ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO EN LA AV. TOPAC AMARU,

DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA - 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

16 (número) DIECISEIS (letras).

Lugar y fecha LIMA, 07 - DIC - 2018



PRESIDENTE

Mg. RAUL PINTO BARZANTE
 Grado y nombre



SECRETARIO
Myriam Caceres Villegas

Grado y nombre



VOCAL
Ag. Jose Buitos
 Grado y nombre

NOTA: En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGO	Aprobó	Responsable de Supervisión
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	----------------------------

Dedicatoria

A mis padres por ser las personas que forjaron lo que soy, todo lo que hasta ahora he obtenido es gracias a ellos.

Agradecimientos

Al Mg. José Luis Benites Zúñiga, por el tiempo brindado y constante conocimiento aportado.

A las personas que estuvieron detrás mío respaldándome, creyendo en mí, gracias por su lealtad.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Emanuel Oswaldo Flores Utos identificado con DNI N° 76087518 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

Lima, 18 de octubre del 2018



Flores Utos, Emanuel Oswaldo

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima- 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Flores Utos, Emanuel Oswaldo

INDICE

Acta de aprobación de la tesis.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimiento.....	iv
Declaración de autenticidad	v
Presentación.....	vi
Resumen.....	xvi
Abstract.....	xvii

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática.....	19
1.2 Trabajos previos	21
1.2.1 Antecedentes nacionales	21
1.2.2 Antecedentes internacionales	23
1.3 Teorías relacionadas al tema	25
1.3.1 Concreto.....	25
Componentes del concreto.....	25
Cemento.....	25
Agua.....	26
Agregados	26
Aditivos	27
Propiedades del concreto	27
Resistencia a la Compresión.....	27
Resistencia a la Flexión	28
Esfuerzo residual	29
Esfuerzo limite proporcional	31
Pavimento rígido.....	32
Estructura del pavimento rígido	32
Losa de concreto	33
Sub base.....	34
Sub rasante.....	34
Tipos de pavimentos rígidos.....	34

Pavimento de concreto simple con juntas.....	35
Pavimento de concreto con refuerzo continuo	35
Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.....	35
1.3.2 Fibras de acero.....	36
Reseña histórica.....	36
Definición	37
Propiedades.....	38
Estructura y Dimensiones.....	39
Aplicaciones de las fibras de acero.....	41
Pisos y Pavimentos	41
Concreto proyectado.....	43
Prefabricados	44
Dosificación de las fibras de acero	45
Formulación del problema	45
1.4.1 Problema general	46
1.4.2 Problemas específicos.....	46
1.5 Justificación del estudio	46
1.6 Hipótesis.....	47
1.6.1 Hipótesis general	47
1.6.2 Hipótesis específicas.....	48
1.7 Objetivos	48
1.7.1. Objetivo general	48
1.7.2. Objetivos específicos	49
II. METODOLOGÍA	
2.1 Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación	51
2.1.1 Diseño de investigación.....	51
2.1.2 Tipo de investigación.....	51
2.1.3 Nivel de investigación	52
2.1.4 Enfoque de investigación.....	53
2.2 Variables, Operacionalización	54
2.2.1 Variables.....	54
Variable independiente	54

Variable dependiente	54
2.2.2 Operacionalización de variables	55
2.3 Población, muestra y muestreo	58
2.3.1 Población	58
2.3.2 Muestra	58
2.3.3 Muestreo	59
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	59
2.4.1 Técnicas de recolección de datos.....	59
2.4.2 Instrumentos de recolección de datos	59
2.4.3 Validez.....	60
2.4.4 Confiabilidad	60
2.4.5 Métodos de análisis de datos	61
2.4.6 Aspectos éticos	61
III. RESULTADOS	
3.1 Diseño de Mezcla.....	63
3.1 Granulometría	71
3.2.1 Granulometría del Agregado Grueso.....	75
3.2.2 Granulometría del Agregado Fino	77
3.3 Resistencia a la compresión.	78
3.3.1 Resistencia a la compresión (Sin fibras vs Con fibras 0.5%).....	84
3.3.2 Resistencia a la compresión (Sin fibras vs Con fibras 1.00%).....	86
3.3.3 Resistencia a la compresión (Sin fibras vs Con fibras 2.00%)	87
3.3.4 Resumen de la resistencia a la compresión de las distintas dosificaciones ...	88
3.4 Resistencia a la flexión	97
3.4.1 Viga de concreto sin fibras de acero (Norma de referencia NTP 339.078:2017).....	103
3.4.2 Viga de concreto con fibras de acero al 2% de dosificación según el volumen del concreto (Norma de referencia NTP 339.079:2017)	103
3.5 Esfuerzo limite proporcional / Esfuerzo residual.....	105
IV. DISCUSIÓN	
V. CONCLUSIONES	
VI. RECOMENDACIÓN	
VII.REFERENCIAS	

ANEXOS

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 02: BOLETAS DE PAGO

ANEXO 03: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO 04: FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

ANEXO 05: CERTIFICADOS DE ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS

ANEXO 06: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

ANEXO 07: CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

ANEXO 08: SOLICITUD DE ROTURA DE PROBETAS

ANEXO 09: CARTA DE PATROCINIO DE LABORATORIO CALYDAT

ANEXO 10: INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS EN LABORATORIO CALYDAT

ANEXO 11: AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

ANEXO 12: ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE TESIS

ANEXO 13: AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

ANEXO 14: RESULTADOS DE PORCENTAJE DE TURNITIN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Características mecánicas de las fibras.	38
Tabla N°2. Matriz de Operacionalización de variables (independiente)	55
Tabla N°3. Matriz de Operacionalización de variables (dependiente)	57
Tabla N°4. Esfuerzo promedio requerido a compresión F'_{cr} (Kg/cm ²)	63
Tabla N°5. Rango del asentamiento según la consistencia.....	63
Tabla N°6. Cuadro de asentamientos para determinadas pulgadas	65
Tabla N°7. Cuadro de relación agua/cemento para determinadas resistencias.....	65
Tabla N°8. Interpolación de datos para determinar relación agua/cemento (a/c).....	66
Tabla N°9. Dosificación del concreto por metro cubico	67
Tabla N°10. Porcentaje de masa de cada material del concreto respecto al Peso Unitario del concreto.....	68
Tabla N°11. Masa de cada dosificación a usar de fibras de acero por cada metro cubico de concreto.....	68
Tabla N°12. Dosificación del concreto con incorporación de fibras de acero (0.50% respecto al volumen) por metro cubico	69
Tabla N°13. Dosificación del concreto con incorporación de fibras de acero (1.00% respecto al volumen) por metro cubico	70
Tabla N°14. Dosificación del concreto con incorporación de fibras de acero (2.00% respecto al volumen) por metro cubico	70
Tabla N°15. Resultados de ensayo de granulometría – Agregado grueso.....	75
Tabla N°16. Resultados de ensayo de granulometría – Agregado fino	77
Tabla N°17. Edades de ensayos y tolerancias permisibles	80
Tabla N°18. Métodos de consolidación. Requisitos de aplicación.....	81
Tabla N°19. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos	81
Tabla N°20. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.	83
Tabla N°21. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 0.5% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.....	85
Tabla N°22. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 1.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto....	86

Tabla N°23. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto....	87
Tabla N°24. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.....	88
Tabla N°25. Tipo de fallas producidas en las muestras de concreto luego del ensayo de resistencia a la compresión	92
Tabla N°26. Resultados de todos los ensayos de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.	96
Tabla N°27. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos	99
Tabla N° 28. Dimensiones de la varilla según diámetro de muestra	100
Tabla N° 29. Dimensiones de la varilla según diámetro de muestra	100
Tabla N° 30. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la flexión	101
Tabla N°31. Ensayo de resistencia a la flexión con cargas los tercios del tramo.....	103
Tabla N°32. Ensayo de resistencia a la flexión con carga central	103
Tabla N°33. Comparación de la resistencia a la flexión (Modulo de rotura) entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con dosificación de 2% de fibras de acero respecto al volumen del concreto	104
Tabla N°34. Características de viga con fibras de acero ensayada y dimensiones del corte para cálculo de esfuerzo limite proporcional.....	105
Tabla N°35. Resultado de esfuerzo limite proporcional y esfuerzo residual.....	105
Tabla N°36. Comprobación de fibras para determinar si cumple función estructural ..	107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ensayo de resistencia a la compresión.	28
Figura 2. Ensayo de resistencia a la flexión.	29
Figura 3. Curva característica carga-deflexión de concreto reforzado con fibras de acero. 31	
Figura 4. Partes del pavimento rígido.....	33
Figura 5. Lugares blandos y duros.....	34
Figura 6. Fibra de acero anclada suelta.	37
Figura 7. Sección típica de una fibra de acero.....	40
Figura 8. Ejemplo de diferentes secciones de fibras metálicas.	40
Figura 9. Ejemplo de fibras de diferentes formas.....	41
Figura 10. Concreto reforzado con fibras de acero.	42
Figura 11. Concreto proyectado o Shotcrete	44
Figura 12. Prefabricados.....	45
Figura 13. Imagen satelital de la Av. Túpac Amaru entre el Km 5+100 y el Km 6+100, distrito de Independencia.....	58
Figura 14. Obtención de trabajabilidad mediante el cono de Abrams, de una mezcla sin fibras de acero.....	64
Figura 15 .Comparación de Slump de un concreto sin fibras de acero (izquierda) y otro con 2% de dosificación de fibras de acero (derecha).	64
Figura 16. Tamices.	71
Figura 17. Balanza.....	72
Figura 18. Horno.	72
Figura 19. Proceso de secado en horno del material.	73
Figura 20. Proceso de tamizado del material.....	73
Figura 21. Pesado del material retenido en cada tamiz	74
Figura 22. Curva granulométrica del agregado grueso.....	76
Figura 23. Curva granulométrica del agregado fino.....	78
Figura 24. Balanza electrónico y tara	79
Figura 25. Trompo y materiales usados.....	79
Figura 26. Moldes plásticos utilizados y probetas de concreto compactado.....	80
Figura 27. Consolidación del concreto mediante el método de apisonado	82

Figura 28. Enrasado del concreto	82
Figura 29. Proceso de curado de probetas	83
Figura 30. Proceso de ensayo de rotura de probeta	84
Figura 31 Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 0.50% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.....	85
Figura 32. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 1.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.....	86
Figura 33. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.....	87
Figura 34. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto	88
Figura 35. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto	89
Figura 36. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto a los 7 días	89
Figura 37. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto a los 14 días.	90
Figura 38. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto a los 28 días.	90
Figura 39. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.	91
Figura 40. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.	91
Figura 41. Balanza electrónico y tara.	98
Figura 42. Trompo y mezcla preparada.....	98
Figura 43. Encofrado de madera utilizados	99

Figura 44. Consolidación del concreto mediante el método de apisonado.	101
Figura 45. Colocación de viga en el cilindro curador.....	102
Figura 46. Prueba de resistencia a la flexión muestra sin fibras de acero (izquierda) muestra con fibras de acero 2% de dosificación de respecto al volumen del concreto (derecho) ..	102
Figura 47. Evolución de la resistencia a la flexión (módulo de rotura) entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con dosificación de 2% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.....	104
Figura 48. Diagrama de Carga expresada en Kn contra desplazamiento del borde de la fisura expresada en mm.	105

RESUMEN

La optimización de las propiedades del concreto ha sido desde mucho un tema en estudio, la aplicación del concreto se da en distintas áreas, siendo su uso en pavimentos una de ellas, sin embargo, debido a las constantes cargas a las cuales se ve sometida, la estructura tiende a fallar. En el presente proyecto de investigación se determinará como influye la incorporación de fibras de acero en la mezcla de concreto, dado que, pese al gran aporte que estas brindan, su uso aun no es muy común en el país, por tal motivo, se realizará una breve descripción de los aportes y se profundizará en cómo influye en las propiedades de resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y los esfuerzos límites proporcional y resistencia residual. Para mejorar las propiedades del concreto se ha optado por adicionar fibras de acero en dosificaciones de 0.50%, 1.00% y 2.00% respecto al volumen del concreto, a fin de encontrar la dosificación óptima que mejore sus propiedades. Luego de las pruebas se pudo determinar que la dosificación de 2.00% es la ideal para el concreto usado en pavimentos.

Palabras clave: concreto, rígido, pavimento, dosificación, fibras, acero, resistencia.

ABSTRACT

The optimization of the properties of concrete has long been a subject under study, the application of concrete occurs in different areas, being its use in pavements one of them, however, due to the constant loads to which it is subjected, the structure tends to fail. In the present research project it will be determined how the incorporation of steel fibers in the concrete mix influences, given that, despite the great contribution they provide, its use is still not very common in the country, for this reason, it will be carried out a brief description of the contributions and will delve into how it influences the properties of compressive strength, resistance to bending and the proportional limit stresses and residual strength. To improve the properties of concrete, it has been decided to add steel fibers in dosages of 0.50%, 1.00% and 2.00% with respect to the volume of the concrete, in order to find the optimum dosage that improves its properties. After the tests it was possible to determine that the dosage of 2.00% is ideal for the concrete used in pavements.

Keywords: concrete, rigid, pavement, dosage, fibers, steel, resistance.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Actualmente en distintos países, se presentan muchas mejoras en cuanto al diseño vial y la estructura del pavimento, se van innovando nuevos aditivos y de esa manera solucionando problemas con lo cual hasta ese momento se lidiaba, aun y con esto, se presentan vías dañadas, ya sea por el paso del tiempo, excesiva repetición de carga o el factor que fuese según el escenario en el cual se encuentre, esto demanda optar por nuevas ideas, países como Argentina y Chile, determinan mediante ensayos de laboratorio las propiedades que otorga el uso de fibras (acero y sintéticas), siendo Chile el país que ya se encuentra aplicando las fibras de acero en distintas construcciones como pavimentos en carreteras, pistas industriales o de aeropuertos.

En nuestro país existen muchos lugares que no están pavimentados, lugares que necesitan comunicarse mediante carreteras, con el tiempo esto se hará posible, pues uno de los factores que mide el crecimiento de un país es que tan unido se encuentra, que tan accesible y comunicado se encuentran cada región; pero mientras esto se viene dando, aun lidiamos contra un problema que aplica en zonas donde en teoría debería tenerse un mejor sistema de transporte, y esto es el deterioro del pavimento.

Duque y Tibaquirá, nos menciona lo siguiente acerca del pavimento.

[...] Sin importar que sea rígido o flexible la construcción del pavimento se da mediante el uso de bases y sub bases granulares, que de no fundarse de una manera adecuada traen consecuencias negativas para la vía, presentando problemas diversos, tales como, asentamientos, fisuras, y una capacidad de soporte deficiente, por mencionar algunas de ellas, siendo estas causas motivo de las fallas de pavimento. [...] (2010, p. 4)

Lo mencionado por el autor significa un gran aporte, dado que, manifiesta que los pavimentos tienden a fallar por diversos motivos, por tal motivo, debemos suponer todos los escenarios posibles, y siempre diseñar para el mas critico de todos, y para ello debemos mejorar la estructura de pavimento que tenemos.

A diario se puede observar pavimentos dañados en diversos lugares de Lima, esto es un problema que se está omitiendo, se está dejando pasar como si fuera un tema sin importancia y sin repercusión, debemos retroceder al origen, cuando uno diseña un pavimento y es puesto en ejecución, se tiene un plan de prevención, de lo que se debe y de

lo que no hacer durante la construcción, todo esto con el fin de evitar fisuras, grietas, piel de cocodrilo, elevaciones y, diversos inconvenientes, sin embargo, aunque esto se cumpla de manera cautelosa, las fallas en el pavimento se siguen presentando y esto puede deberse a otros factores, tales como la falta de mantenimiento, la fatiga a través del tiempo, o malas prácticas en cuanto a su uso, por este motivo es que surge la necesidad de buscar soluciones, algo que nos permita mitigar los efectos producidos en el pavimento.

En cuanto al pavimento rígido, aun y con las mejoras que presenta respecto al pavimento flexible, presenta fallas, si bien es cierto son minúsculas, aún están presentes, esto nos exige a mejorarlo, proponer una solución para tener garantía de uno que sea más resistente y con menos fallas y, una solución sería la incorporación de fibras de acero en el pavimento.

Montoya, nos menciona lo siguiente, acerca de la incorporación de fibras de acero y los efectos que esto genera en el pavimento rígido.

[...] El uso de fibras surge como una propuesta para mejorar las características del pavimento de concreto ya que la incorporación de estas ayuda a disminuir en gran escala la aparición de fisuras que en un futuro afectarían a la estabilidad de la capa de rodadura. [...] se sugiere para pavimentos rígidos [...], dado el escaso o nulo mantenimiento que estos reciben [...]. (2016, p.38)

Al igual que lo mencionado por Montoya, las fibras mejoran las propiedades del concreto y esto en consecuencia disminuye las fallas que este presenta, siendo esto una solución para los problemas habituales mencionados anteriormente, esto para el enfoque y contexto del presente proyecto de investigación es determinante.

Se tiene diversas fuentes de información acerca de las propiedades que las fibras aportan o mejoran del concreto, entre ellas rescato lo manifestado por De la Cruz y Quispe acerca de dichas aportaciones.

[...] Es sabido que al adicionar fibras de acero se optimiza propiedades como, la tenacidad del material, el aumento de la resistencia, reducción de fisuras y mayor capacidad de soporte frente a la deformación. [...] el uso de dichas fibras de acero en la mezcla del concreto nos trae mayor ductilidad del elemento. [...]. (2014, p.8)

Lo que se está presentando actualmente es la constante aparición de fallas, y estas al no ser tratadas a tiempo se convierten en problemas futuros, se podría evitar todo esto si en

la estructura del pavimento tendríamos un elemento que evite la aparición y disminuya la propagación de estas fallas, puesto que no se quiere solo solucionar el problema para ese momento, si no también evitar que este problema surge en el futuro.

Considero que una solución en gran escala sería agregar fibras de acero, ya que esta presenta grandes ventajas en cuanto a su aplicación, maximizando las bondades del concreto, estoy consciente de que el costo es superior en cuanto al suministro e instalación, esto es verdad a corto plazo, pero con el paso del tiempo esto se convierte en la mejor opción, ya que, este tiene características superiores al concreto simple y es una gran alternativa de solución.

1.2 Trabajos previos

1.2.1 Antecedentes nacionales

Montalvo, et al (2015), en su tesis titulada “Pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero versus pavimentos tradicionales”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica del Perú, los autores del trabajo de investigación citado anteriormente, tuvieron como objetivo, aportar información, sobre el diseño y proceso constructivo de pavimentos reforzados con fibras, comparar las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero Wirand FF1, así como las dimensiones de la misma, y también comparar el costo de la ejecución del proyecto en la vida útil de ambos tipos de pavimentos (con y sin refuerzo), la metodología que usaron fue cuantitativa-experimental-aplicada, no tuvieron una muestra específica, ya que, no está limitada a una área específica, sino a todos los pavimentos rígidos en general, ellos llegaron a la conclusión que las fibras presentan grandes ventajas en la construcción de losas debido a su distribución tridimensional en la cual, se le otorga a la losa mayor resistencia frente a la cargas durante su vida útil. La incorporación de fibras de acero a la mezcla del concreto, es mucho más sencilla que la colocación de las mallas de acero. Con ahorro de tiempo se tiene además reducción de horas hombre y este a su vez reducción de dinero.

Sotil y Zegarra (2015), en su tesis que lleva por nombre: “Análisis comparativo del comportamiento 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”, para obtener el título de Ingeniero Civil, Universidad de ciencias

aplicadas, no especifica qué tipo de metodología es el que está usando, pero se puede concluir que fue cuantitativa-experimental-aplicada, no tuvieron una población específica, ya que, es una comparación de los pavimentos rígidos tradicionales con los pavimentos rígidos reforzados con fibras de acero, sin determinar una zona en específica. El objetivo de este proyecto fue analizar las consecuencias de la adición de fibras de acero en las propiedades mecánicas del concreto, como lo son, compresión, flexión y tenacidad que presenta el pavimento rígido, todo esto en parámetros locales, para poder tener resultados según el contexto de nuestro país (Perú), la conclusión que los autores obtuvieron fue que la incorporación de fibras de acero no solo mejora la resistencia del concreto y optimiza sus características, si no también que disminuye en gran manera la aparición de fisuras y evita su propagación, además que este adicionamiento de fibras omite la malla tradicional de acero que suele ir en la estructura del pavimento. La dosificación y las características físicas son los principales parámetros para determinar el aumento a la resistencia a la flexión. Para dosificaciones que van en el rango de 20 y 25 kg/m³, se concluye que las fibras de acero aportan mayor resistencia a la flexión dándole mayor capacidad de soporte frente a las cargas y eliminando la aparición y su consecuente propagación de fisuras.

De la Cruz y Quispe (2014), en su tesis titulada: "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", para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Huancavelica, la tesis citada anteriormente tuvo como objetivo determinar el efecto de la incorporación de fibras de acero en el concreto a usar para la construcción de pistas en la Provincia de Huamanga- Ayacucho, el tipo de metodología es descriptivo-transversal, experimental, la población es el concreto de $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ sin la adición de fibra metálica Wirand® FF1 y el concreto de $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de la fibra metálica Wirand® FF1 de la obra en ejecución denominada "Construcción de pistas en el Distrito de Ayacucho - Huamanga - Ayacucho" y la muestra que consideraron estuvo conformada por probetas cilíndricas y prismáticas de concreto $F_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, 9 de c/u del concreto patrón (dosificación sin fibra metálicas) y 9 c/u de concreto reforzado con fibra metálica Wirand® FF1. La conclusión que los autores obtuvieron fue que la incorporación de fibras de acero aumenta en gran manera la resistencia a la flexión, sobrepasando incluso el aumento a la resistencia a la compresión, la fibra repercute no solo en su estado sólido

sino también en su estado fresco, dado que, el asentamiento de la mezcla se reduce de 3 1/4" a 3"; esto aún está dentro del límite aceptado en la norma ASTM.

1.2.2 Antecedentes internacionales

López (2015), en su tesis titulada: “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.”, para optar el grado de Maestro en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Dicha tesis de maestría tuvo como objetivo principal realizar una comparación entre las propiedades del concreto sin fibra y un concreto reforzado con diferentes volúmenes de fibra, tanto en estado fresco como en estado endurecido a través de pruebas de laboratorio, no se determina cual es el tipo de metodología usado en esta tesis, como muestra se toma 8 tipo de mezclas y se hace las pruebas en dos tiempos (28 y 90 días) y en cada día se toma 3 modelos. López llega a la conclusión que la resistencia a la compresión medida a los 28 días de un concreto simple y uno con fibras de acero incorporado no se diferencian por mucho, no se modifica de manera importante, por otro lado, centrándonos en la prueba a flexión, el módulo de elasticidad de los concreto con fibra corta de acero aumenta 5% en promedio.

Cando (2016), en su trabajo de graduación, previo a la obtención del título de ingeniero civil titulada: “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado”, Universidad central del Ecuador. Dicha tesis de maestría tuvo como objetivo principal analizar las propiedades físicas y mecánicas del hormigón realizado con la adición de fibras de acero recicladas y determinar un óptimo porcentaje de dosificación de fibras para la resistencia a flexión, compresión y módulo de rotura, el autor no detalla acerca del tipo de metodología usada para la elaboración de su tesis, y al ser una prueba para concreto en general no detalla un lugar en específico, pero constara con ensayos de compresión, tracción y flexión para esto tomara, probetas cilíndricas que servirán de modelo representativo del concreto para las pruebas, Cando llega a la conclusión de que la resistencia a la compresión simple a los 7, 14 y 28 días de edad muestra que se alcanzan mayores resistencias con las fibras metálicas recicladas aumentando un 30.70% más resistencia con respecto al hormigón simple y un 22.28% con respecto al hormigón con fibras metálicas comerciales, estos valores reflejan el buen funcionamiento de las fibras metálicas ante esfuerzos de compresión. La resistencia a flexión ensayada a los 28 días muestra que se alcanzan mayores módulos de ruptura con las fibras metálicas

comerciales, alcanzando el 25.14% con respecto al hormigón sin fibras y 5.90% con respecto al hormigón con fibras metálicas recicladas.

Guzmán (2015) en su trabajo de investigación perteneciente al departamento de ingeniería de la construcción y proyectos de ingeniería civil, en el cual no se detalla el grado al que ostenta, pero lleva por nombre: “Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibras de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias”, de la Universitat Politècnica de València. El autor que tomo como referencia tuvo como objetivos analizar un pavimento de concreto reforzado con fibras de acero y compararlo con un pavimento de concreto convencional equivalente, esto trae consigo la comparación de la capacidad de carga, las características de deformación y modo de fallas de ambos tipos de pavimentos, así como resistencia, deformación y modo de ruptura, las conclusiones que Guzmán obtuvo fue que el pavimento reforzado con fibras de acero presenta cargas de rotura más altas que los pavimentos convencionales incluso en donde la dosificación de fibras de acero es baja, además que su modo de rotura es más dúctil lo que trae consigo un aumento en su tenacidad, haciendo que el concreto recupere parte de la deformación a la que se vio sometida, la inclusión de fibra en el concreto, hacen que estos desarrollen una resistencia residual a flexión que no tienen los concretos convencionales, haciendo que los concretos reforzados con fibras de acero tengan capacidades de cargas más altas. Es sumamente determinante la incorporación de fibras de acero en el concreto para la reducción de las fisuras, esto sumado a la resistencia aumentada a cargas de impacto y al comportamiento del concreto frente a la fatiga, hacen de las fibras una pieza importante en la estructura del pavimento rígido.

1.3 Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Concreto

El concreto es el material en la construcción que más se usa, esto debido a su fácil manejo, su versatilidad en usos, y la gran función que cumple en todo en cuanto se tenga que requerir.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, define al concreto de la siguiente manera: “Mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. Es habitual que en el concreto normal se utilicen el agua y el cemento Portland, como medio aglomerante, sin embargo, si la situación lo demanda se puede usar aditivos para mejorar las propiedades del concreto.” (2008, p. 15).

Tal como lo señala el MTC, se añade distintos aditivos al concreto (según el escenario en la que estemos), para que sea posible la mejora de las propiedades de este (que el contexto requiera), centrándonos en este proyecto sería la incorporación de fibras de acero.

Componentes del concreto

El concreto es una mezcla de distintos materiales, todos ellos con una proporción exacta según el contexto que se tenga, su diseño de mezcla varía según la zona, el tiempo climático, y distintos factores que siempre cumplen un papel importante a tener en cuenta.

El concreto se encuentra compuesto por los siguientes materiales: cemento, aire, agregados, tanto grueso como fino, agua, y aditivos. Estos componentes tienen un papel importante dentro de su estructura ya que poseen características que influyen directamente a las propiedades del concreto.

Cemento

La NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO E 0.60, define al cemento de la siguiente manera: “Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire” (2009, p. 26).

El cemento es el componente más importante dentro de los que conforman el concreto, y es uno de los más importantes y recurrentes dentro de la construcción.

Agua

El agua es tan multifuncional en distintas áreas que su uso es constante, esto también está presente en la construcción, El agua cumple un papel importante dentro del concreto, ya que al agregarlo la mezcla obtiene trabajabilidad; SENCICO nos menciona lo siguiente acerca del agua:

El agua al ser añadido a la mezcla del concreto, cumple la función de catalizador, este ayuda a formar la masa y al mismo tiempo aporta propiedades que el concreto requerirá en estado fresco para su fácil manipulación y colocación, además cumple función de brindar las propiedades necesarias en estado sólido [...] Es favorable que el agua sea potable, pero en caso no se tenga, se podrá usar agua de otras fuentes, tales como río, afluentes naturales, o ríos, con la condición que estas estén claras, que carezcan de olor y posean los requisitos químicos presentes en la norma NTP 339.088: Requisitos de calidad del agua para el concreto. [...] (2014, p. 11)

Al igual que lo anteriormente mencionado el agua cumple funciones tanto en estado fresco como en sólido, ya que estando es estado fresco nos permite formar la pasta y ya en seco brinda al concreto las características necesarias. Recalcar también que está establecido por norma que características debemos tener en cuenta para la elección del agua en el escenario crítico en que no se tenga agua potable, puesto que los componentes inherentes en el agua, repercutirían en la mezcla del concreto y, esto es un riesgo, pues no sabríamos como iría a reaccionar.

Agregados

Los agregados forman parte de la mezcla del concreto, de hecho, es el material que más volumen ocupa en la mezcla.

La NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO E 0.60, define a los agregados de la siguiente manera: “Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico” (2009, p. 25).

Los agregados básicamente se dividen en finos y gruesos, en el agregado fino se encuentra la arena, tanto la fina como la gruesa, para ser preciso es todo el material que pasa el tamiz 3/8” y queda retenido en la malla N° 200, en cuanto al grueso es todo el material que se retuvo en el tamiz N° 4 o en los superiores a este.

Aditivos

La NORMA TÉCNICA PERUANA DE CONCRETO ARMADO E 0.60, define a los aditivos de la siguiente manera: “Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades” (2009, p. 25).

Los aditivos se usan básicamente cuando se necesita mejorar una característica, una propiedad, que originalmente no está al nivel óptimo que se necesita, centrándolo al presente proyecto de investigación sería la implementación de fibras de acero al concreto usado en la estructura del pavimento rígido, para incrementar la resistencia y mejorar las características propias del pavimento mencionado.

Propiedades del concreto

El concreto presenta diversas propiedades, para el presente proyecto de investigación, priorizarse en la resistencia a la flexión y a la resistencia a la compresión, que son propiedades sobresalientes del concreto

Resistencia a la Compresión

Se entiende como resistencia a la compresión al esfuerzo máximo hasta donde puede resistir un material, en este caso el concreto, bajo una fuerza compresora, hasta llegar al punto de la rotura, es ahí, en el punto de rotura, donde se determina la resistencia a compresión, Rivera nos menciona lo siguiente acerca de la resistencia a la compresión.

La resistencia a la compresión del concreto, incrementa respecto al tiempo, siendo de manera significativa en los primeros días posterior al vaciado, de tener los ensayos normados y tomando en cuenta un curado óptimo, las cifras obtenidas de las pruebas a los 28 días, determinará cual será la resistencia máxima a la compresión. (SF, p. 121).

La resistencia a la compresión se verá determinada mediante la prueba en laboratorio en donde se obtendrá la fuerza aplicada requerida para provocar la falla (se tiene 5 tipos de falla) en la muestra (muestra cilíndrica de 4 pulgadas de diámetro), con esta fuerza aplicada y dado el área que se tiene se podrá obtener la resistencia propia a la compresión, para poder tener datos más exactos y poder proyectarlos para fines de

cálculo se agruparan por días según la norma NTP 339.034 a los 7, 14 y 28 días con un mínimo de 3 muestras en cada día (basado en la norma E 060). En la siguiente imagen se puede apreciar el ensayo de resistencia a la compresión.

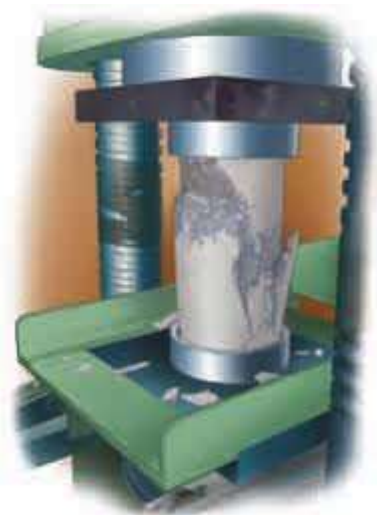


Figura 1. Ensayo de resistencia a la compresión.

Fuente: <http://www.imcyc.com/ct2006/junio06/PROBLEMAS.pdf>

Resistencia a la Flexión

Es en parte un tipo de resistencia a la tracción del concreto, es la falla por momento de una losa de concreto o de una viga, es expresado como Modulo de Rotura (MR) las unidades son libras por pulgadas cuadradas (MPa) y su determinación se da mediante los ensayos NTP 033.078 (en la cual se carga en los puntos tercios de la viga) o NTP 033.079 (en la cual se carga en el punto medio), Rivera nos menciona lo siguiente acerca de la resistencia a la flexión.

El concreto resiste más a compresión que a flexión, por este motivo la resistencia a la flexión es la característica más significativa en la calidad del concreto para pavimentos; un lado de la losa estará sometido a compresión y el otro a flexión, esto como resultado del paso de los vehículos y diferencias de temperaturas. En la práctica se diseña el pavimento de tal manera que los esfuerzos producidos por el paso de vehículos [...] sean menores a la resistencia máxima a flexión de la losa de concreto. (SF, p. 133).

La resistencia a la flexión es uno de los factores más importantes que se tienen, ya que, nos puede identificar la capacidad del concreto a resistir carga sin producir una deformación, hasta llegar al punto de rotura, este el punto máximo en donde el concreto falla, para la

presente tesis tendremos que hacer la comparación entre cómo actúa un concreto sin fibras y otro con fibras mediante el mismo instrumento, en este caso la prueba de la flexión.

Módulo de rotura

El módulo de rotura es la resistencia máxima que se determina luego de que la viga pase por el ensayo de flexión, en la siguiente imagen se puede apreciar una viga siendo ensayado a la prueba de la flexión.

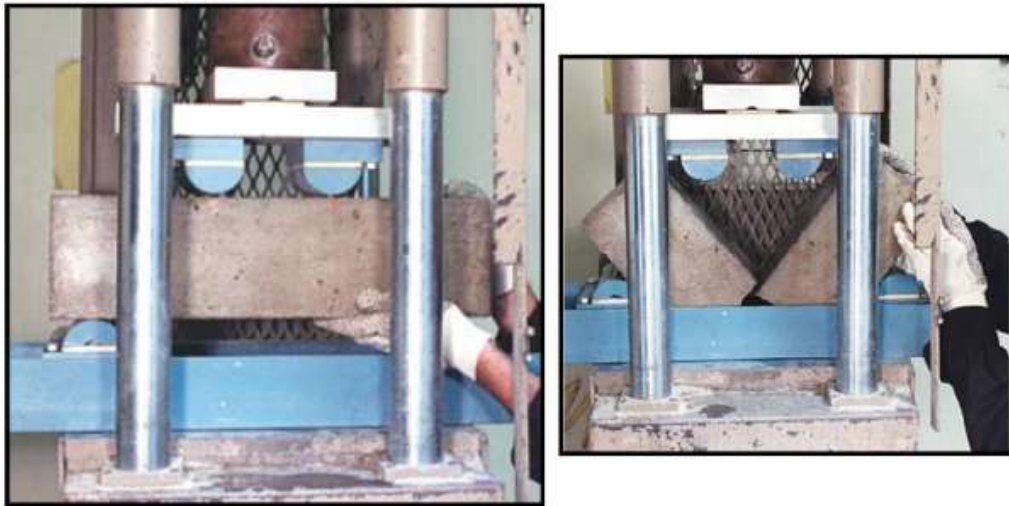


Figura 2. Ensayo de resistencia a la flexión.

Fuente: <https://civilgeeks.com/2011/03/18/resistencia-a-la-flexion-del-concreto/>

Esfuerzo residual

El esfuerzo residual abarca la capacidad de un material de poder seguir soportando cargas después de que ocurre la aparición de fisuras.

Cuando el concreto se ve sometido a distintas cargas y llega el momento de la falla, tiende a separarse, a colapsar, dado que, no tiene en su estructura algo que le permita seguir unido, al adicionar fibras de acero, esta permite que las fuerzas que actúan sobre el concreto se vean absorbidas, mitigando dichas cargas, ocasionando de esta manera una resistencia a la cortante y tensión que aparece luego de la falla del concreto, a este suceso se le llama esfuerzo residual.

La norma española UNE EN 14651 define a la resistencia residual de la siguiente manera: “Tensión ficticia en el fondo de la entalla [corte que se hará al centro de la viga en estudio] que se supone actúa, en el caso de una distribución lineal de tensiones, en una

sección no agrietada en el centro del vano de un prisma [viga] sometido a una carga puntual centrada F [carga] correspondiente a $CMOD$ [desplazamiento del borde de la fisura]” (2007, p.6).

Algo a tener presente de esta norma es que el esfuerzo residual será expresado en números (N/mm^2), y no es un valor único, si bien se tendrá un esfuerzo residual principal propio del límite de proporcionalidad, el esfuerzo residual cambiará de valor a medida que se tenga distintos desplazamientos del borde de la fisura ($CMOD$).

La norma ASTM C1399 (2013, p.1) menciona lo siguiente acerca del esfuerzo residual “Es calculado para las deflexiones de vigas, comenzando después de que esta se ha agrietado en una manera estándar [...] permitiendo una medida de esfuerzo post-fisuración, esto esfuerzo se verá influenciado por el refuerzo de vigas”

Lo que se debe añadir en este enunciado es que cuando un concreto es reforzado con fibras de acero el colapso sucede tiempo después de la aparición de las fisuras críticas, esto permite que el concreto pueda seguir recibiendo cargas externas y no llegar al punto del colapso.

Carrillo, Aperador y Gonzáles, manifiestan lo siguiente acerca del esfuerzo residual:

“Esta resistencia residual tiende a reducir el tamaño y el espaciamiento de las grietas. [...] Durante el estado límite de falla por cortante de una viga de concreto reforzado, la fuerza cortante es transferida [...]. A partir del adecuado comportamiento posagrietamiento que las fibras le proporcionan al concreto, la fuerza cortante resistente se incrementa y el espesor de la grieta disminuye. Cuando se forma la grieta de cortante, se generan tensiones diagonales perpendiculares a la misma, cuya proyección vertical equilibra la fuerza cortante que actúa sobre la viga. [...] La prueba de flexión es la más representativa en el concreto reforzado con fibras de acero, dado que a partir de ella se puede estimar la capacidad de deformación que la fibra le proporciona al concreto después de alcanzar la resistencia máxima a flexión.” (2013, p.4)

Lo mencionado anteriormente por los autores reafirma la idea de lo que se entiende por esfuerzo residual, la resistencia residual actúa posterior a la falla del material, las fibras empiezan a trabajar con la finalidad de evitar la separación del concreto, para poder determinarla se debe hacer la prueba a la flexión, en el presente proyecto de investigación se hará siguiendo lo indicado en la norma española UNE EN 14651.

En la siguiente imagen se puede apreciar una gráfica típica de la resistencia residual en un concreto reforzado con fibras de acero.

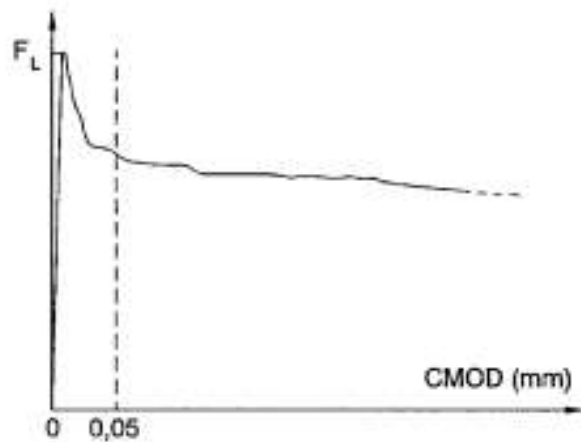


Figura 3. Curva característica carga-deflexión de concreto reforzado con fibras de acero

Fuente: Elaboración propia

Esfuerzo límite proporcional

Juan García (2006, p.7) define al esfuerzo límite proporcional de la siguiente manera: “El límite de proporcionalidad es el límite superior del valor de la tensión por debajo del cual se cumple que la relación entre tensiones y deformaciones es lineal por encima de dicho valor de la tensión la relación entre tensiones y deformaciones ya no es lineal”

Este esfuerzo representa la máxima tensión que se le puede aplicar a un material sin que tenga deformaciones permanentes.

La norma española UNE EN 14651 define a la resistencia residual de la siguiente manera: “Tensión en el fondo de la entalla [corte que se hará al centro de la viga en estudio] que se supone actúa, en el caso de una distribución lineal de tensiones, en una sección no agrietada en el centro del vano de un prisma [viga] sometido a una carga puntual centrada F [carga]” (2007, p.6).

Del esfuerzo límite proporcional se hallará el esfuerzo residual, el esfuerzo límite proporcional ocurrirá cuando se tenga un CMOD (desplazamientos del borde de la fisura) de 0.05 mm.

Para poder hallar los cálculos se toma como referencia la norma española UNE EN 14651-2007, en la cual se detalla el procedimiento y análisis de la prueba a la flexión, y para

su interpretación acerca de si estas fibras cumplen con una función estructural se complementará con la norma español EHE 08.

Pavimento rígido

Generalmente se usan dos tipos de pavimentos en el Perú, uno es el pavimento flexible, que está compuesto por subbase, base y, lo que lo caracteriza como flexible, la carpeta de rodadura asfáltica; el otro es el pavimento rígido el cual, a diferencia del flexible, presenta una carpeta de rodadura de cemento, una losa de concreto, lógicamente este último tipo de pavimento presenta características distintas al otro, por tal motivo su uso se verá determinado, según lo que el contexto demanda y, por las distintas zonas en las que estará ubicado; El MTC define al pavimento rígido de la siguiente manera.

[...] estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo. [...] (2013, p. 24).

Tal como lo señala el MTC la losa de concreto tiene la posibilidad (en caso el contexto lo demande) de presentar la incorporación de aditivos, esto se da porque los pavimentos se diseñan según el tipo de carga que usaran, siempre se diseña para la carga mayor, puesto que las cargas menores no dañan la estructura, es por ese motivo que se agregan los aditivos, para poder mejorar las características mecánicas del concreto.

Estructura del pavimento rígido

El MTC en el manual define la estructura del pavimento rígido de la siguiente manera: “[*El pavimento rígido esta*] conformado por losa de concreto de cemento hidráulico y una subbase granular para uniformizar las características de cimentación de la losa.” (2013, p. 10).

A esto debemos añadir la sub-rasante ya que es la capa que soporta toda la estructura del pavimento, en la siguiente imagen se observa la estructura del pavimento.

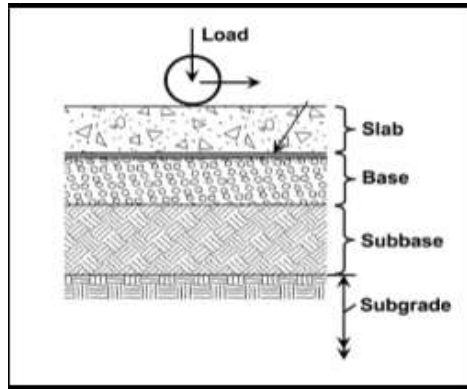


Figura 4. Partes del pavimento rígido.

Fuente: ACI 360-06

Losa de concreto

Es la parte superior del pavimento, esta losa se encarga de distribuir las cargas al resto de la estructura y como ya lo sabemos, no será distribuida de gran manera a las demás partes de la estructura del pavimento, llámese sub base y sub rasante.

La losa de concreto es algo en lo que este proyecto de investigación se enfocara, dado que es en la mezcla del concreto en donde se añadirá las fibras de acero, y es al concreto al cual se realizara las pruebas de laboratorio para determinar la influencia que este tiene.

El concreto en su mayoría de casos presenta fisuras, esto debido a muchos factores, Schmitt, R. en una conferencia llamada: “Costo del ciclo de vida de los pavimentos de concreto” realizada en el Colegio de Ingenieros del Perú, el día 04 de junio del 2018 manifestó lo siguiente acerca del pavimento: “El concreto siempre presentara fisuras, si se quiere reducir esto, se puede modificar la mezcla del concreto añadiendo elementos en función de lo que se busque”

Con esto Schmitt nos da a entender que según el escenario en el que nos encontremos y en base a que queremos omitir o que se busca mejorar, podemos agregar distintos elementos a la mezcla del concreto, para que esté presente las características que se está buscando.

Sub base

Esta capa en el pavimento rígido no soportara tantas cargas en comparación a las flexibles, básicamente este se debe a la propia estructura del pavimento rígido, señalar también que funciona como protectora de la ascensión del agua, con esto evita el incremento del volumen del agua y con ello daños futuros al pavimento.

Sub rasante

La Sub rasante tiene como función principal darle apoyo al pavimento, es la capa sobre la cual recae todo el peso de la estructura del pavimento independientemente si se trata de uno de tipo flexible o rígido, su importancia radica en que, de no lograrse un apoyo uniforme, esto generaría fallas en el pavimento, en la siguiente imagen se logra apreciar dos tipos de sub rasante.

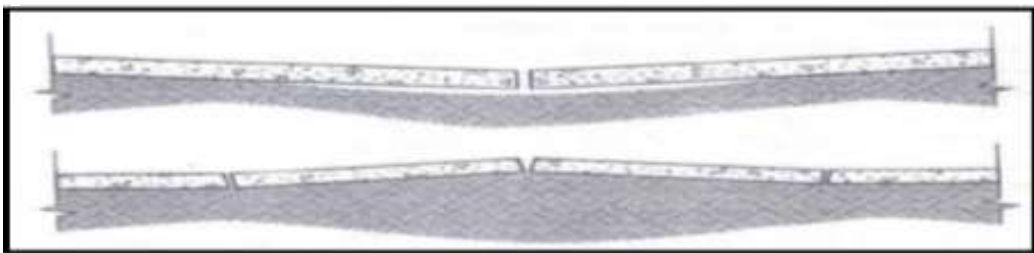


Figura 5. Lugares blandos y duros.

Fuente: Concrete Floors on Grounds - PCA 2008

Tipos de pavimentos rígidos

El pavimento rígido tiene diferentes modificaciones en su estructura (losa de concreto), principalmente porque en ocasiones se requiere mayor refuerzo, o mayor tenacidad, o alguna otra característica que se esté buscando mejorar, por tal motivo, tenemos diferentes categorías, el MTC los clasifica en tres categorías, cada uno usado según lo que demanda el diseño, en este proyecto de investigación me centrare más en el segundo tipo, ya que buscamos optimizar la resistencia del concreto, según la necesidad del distrito de Independencia.

Pavimento de concreto simple con juntas

Miranda nos menciona lo siguiente acerca de este tipo de pavimento rígido.

[...]Este tipo de pavimento no presenta acero de refuerzo ni barras que puedan transferir cargas en las juntas. [...] Por este motivo es que las losas deben ser cortas, es preciso este reducido tamaño para que la transferencia de cargas no se vea afectada. [...] Se recomienda este tipo de pavimento para un tráfico vehicular mediano o bajo (2010, p. 10).

Este tipo de pavimentos se usa básicamente para tránsitos medianos, no es recomendable para vías principales como la que en este proyecto de investigación estamos tratando, dado que, el tránsito vehicular es mayor y para ello se necesita distintas características que el concreto simple no presenta.

Pavimento de concreto con refuerzo continuo

Miranda también añade lo siguiente acerca del pavimento de concreto con refuerzo continuo: “[...] Este tipo de pavimento presenta fisuras transversales en intervalos reducidos, esto es consecuencia del continuo contenido de acero que presenta en dirección longitudinal, no obstante, se originan en las caras de las fisuras una gran transferencia de cargas. [...]” (2010, p. 10).

Uribe con respecto a este tipo de pavimento nos menciona lo siguiente: “Se coloca una estructura metálica al medio de la plataforma de concreto con la finalidad de reducir las fisuras que originan fallas en el comportamiento del pavimento.” (2016, p. 10).

En este tipo de pavimento, ya se usando el acero, y como tal estamos teniendo control sobre las fisuras, en ambas citas podemos notar la importancia de la incorporación de acero.

Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas

El concreto simple resiste a la compresión, eso es una ventaja que se toma en cuenta para la construcción de losas de concreto, sin embargo, el concreto no resiste por igual a la tracción, y con el fin de poder evitar las fisuras que puedan aparecer es que se incorpora

acero ya sea en malla o en fibras de acero; Miranda nos señala lo siguiente acerca del pavimento fibroso.

Estos tipos de pavimentos se encuentran reforzado con fibras de acero [...] que están distribuidas de una manera aleatoria, por este motivo el concreto obtiene bondades tales como, mayor resistencia a la fatiga y a la tensión, figuración controlada, resistencia al impacto, durabilidad, etc. con una dosificación de unos 40 kg/m³ de hormigón, se tiene la posibilidad de reducir el espesor de la losa hasta en un 30 % y, también aumentar el espacio entre juntas, por estos motivos y pese a su costo es que resulta una gran propuesta. [...] (2010, p. 11).

Comparto lo expresado con el autor, ya que este tipo de pavimento se debe usar en determinados lugares donde se acople al contexto, y la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, es uno de estos, esta adición de fibras optimiza las bondades del pavimento rígido.

En los siguientes puntos profundizaremos más sobre las fibras de acero, su historia, propiedades, dimensiones, diferentes aplicaciones dentro de la construcción y, sobre todo, el gran aporte que representa la incorporación de estas fibras en las propiedades del concreto.

1.3.2 Fibras de acero

Reseña histórica

El uso de aditivos en la construcción siempre ha estado presente, dado que, se busca mejorar alguna propiedad en la cual se presentan falencias, en el caso de las fibras esto data de muchos años, antaño en Mesopotamia y Egipto, se incorporaba pajas en tiras al adobe, esto se hacía principalmente para darle mayor resistencia después del secado. Estas fibras naturales se usaron durante muchos años más, para ser exactos hasta 1935, año en el cual se incorporaría el uso de fibras sintéticas.

En 1874, en el estado de California-Estados Unidos, A. Berrad patentó por primera vez el concreto reforzado con piezas metálicas. Después de este suceso surgieron muchos otros casos similares, en los años comprendidos de 1950 a 1960 surgieron diversos estudios de este tipo de concreto. Las investigaciones más destacadas fueron las de Romualdi, Mandel y Batos, en el año 1963.

El uso de fibras llega a Europa en 1970, España fue el país en donde más se empleó las fibras para distintos proyectos, tales como: pavimentos industriales, contenedores de puentes, revestimiento de túneles, entre otros.

Actualmente, la incorporación de fibras de acero en la mezcla del concreto, tiene una gran aceptación, esto debido a los estudios previos que se tiene de este aditivo, los cuales demuestran que su uso representa un gran valor agregado, en este proyecto de investigación profundizaremos en este tema, detallando de que consta estos beneficios.

Definición

Las fibras son filamentos delgados y esbeltos de cualquier naturaleza, tanto de tipo mineral, orgánico o sintético; habitualmente se encuentra en distintas formas, siendo atado, red o cordón las principales; Maccaferri, define a las fibras de la siguiente manera.

[...]Las fibras son filamentos discontinuos, producidas de distintas maneras, dimensiones y destinadas particularmente para ser usadas en concreto y argamasas. La finalidad principal de las fibras de acero es reducir la aparición de fisuras, así como su futura propagación en distintos elementos estructurales de concreto en las que se pueden generar daños mayores. [...] (2007, p. 3)

Podemos notar un gran resumen acerca de la definición, ventajas y aplicaciones de las fibras de acero, esta cita nos cuenta de manera general el concepto de fibras de acero, en la siguiente imagen se observa fibras de acero dispersadas.

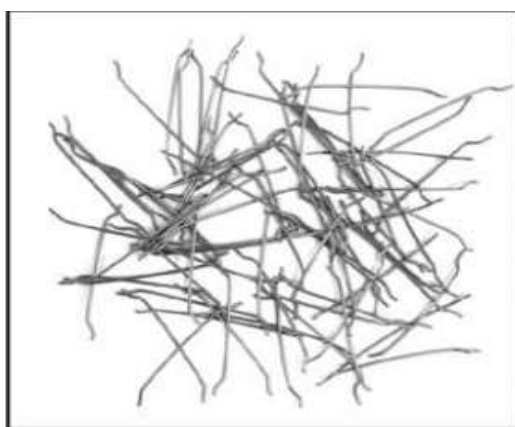


Figura 6. Fibra de acero anclada suelta.

Fuente: Maccaferri 2009

Propiedades

Son múltiples las propiedades que posee las fibras de acero, Fernández nos comenta lo siguiente acerca de las fibras de acero

[...] Las fibras de acero, son las que más se usa en el concreto debido a las características que presenta y también el factor económico. El acero posee un módulo de elasticidad diez veces superior al del hormigón; las fibras de acero se adhieren de gran manera a la mezcla, además presenta alto alargamiento de rotura y, por otra parte, son fáciles de mezclar. [...] (1981, p. 5)

Como el autor lo señala, las fibras de acero se adhieren de buena manera a la mezcla, esto representa velocidad en cuanto al vaciado, sin presentar inconvenientes, por el contrario, presentado ventajas en cuanto a su uso, en la siguiente tabla se muestra las características mecánicas de las fibras.

Tabla N°1. *Características mecánicas de las fibras.*

Fibras	Diámetro (µm)	Densidad (10 ³ kg/m ³)	Módulo de elasticidad (kN/mm ²)	Resistencia a la tracción (kN/mm ²)	Alargamiento en la ruptura (%)
Acero	5 – 500	7.84	200	0.5 – 2	0.5 – 3.5
Vidrio	9 – 15	2.60	70 – 80	2 – 4	2 – 3.5
Amianto	0.02 – 0.04	3.00	180	3.30	2 – 3
Polipropileno	20 – 200	0.90	5 – 7	0.5 – 0.75	8
Nylon	-	1.10	4	0.90	13 – 15
Polietileno	-	0.95	0.30	0.0007	10
Carbono	9	1.90	230	2.60	1
Kevlar	10	1.45	65 – 133	3.60	2.1 – 4
Acrílico	18	1.18	14 – 19.5	0.4 – 1	3

Fuente: Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri 2007

En esta tabla podemos encontrar las principales propiedades de distintos tipos de fibras, incluido las fibras de acero, todo este contenido fue obtenido del manual técnico de Maccaferri titulado: “Fibras como elemento estructural para el refuerzo del hormigón”.

Las fibras metálicas ofrecen muchas ventajas al concreto, como mayor resistencia a la compresión, flexión, mayor tenacidad, además por mencionar el hecho que, con su incorporación a la mezcla del concreto, no haría falta usar la tradicional malla metálica, resultando un ahorro en tiempo, mano de obra y dinero.

Al incorporar fibras metálicas al concreto se genera un cambio de tipo de rotura de frágil a dúctil, esto significa que el concreto tiene mayor capacidad de carga al absorber mayor energía; esto se explica de la siguiente manera, la falla frágil es la falla (rotura) que se presenta sin mostrar señales de algún tipo, la rotura es directa e instantánea, en cambio la falla dúctil es la que si muestra indicios antes de romperse y es este tipo de falla el que se busca tener en el concreto.

Las fibras otorgan muchas propiedades al concreto, mejorando todas las características antes mencionadas, se sabe que el concreto tradicional, sin fibras de acero, carece de resistencia a la deformación, cuando en este tipo de concreto se produce la falla, colapsa de manera inmediata, lo que se busca en esta investigación es ver el aporte de estas fibras, determinar cómo trabaja las fibras cuando se produce la falla en el concreto

Estructura y Dimensiones

Continuando con lo mencionado por Fernández, podemos notar las características de la estructura de las fibras.

[...] Se tiene diferentes formas de obtener las fibras de acero; el método más usado viene de fabricarlas por corte de alambre trefilado, de acero, de bajo contenido en carbono. El diámetro de alambre varía entre 0,25 y 0,80 mm. En cuanto a la longitud su dimensión varía entre 10 y 75 mm. [...] (1981, p. 3)

Fernández nos detalla de manera aproximada las dimensiones de las fibras de acero, podemos notar que son de tamaño reducido, es por ello que anteriormente mencionaba lo fácil y manejable que era su adicción a la mezcla, ya que no es algo que ocupe un gran volumen.

Se tiene basta información acerca de estas fibras, en cuanto a su uso, características y aportes que brindan al ser incorporadas al concreto, Maccaferri menciona lo siguiente acerca de las características de las fibras.

Las fibras de acero, se caracteriza por poseer una proporción predominantes respecto a los demás, con una superficie ya sea pareja o trabajada, se usa como refuerzo del concreto, poseyendo una gran adherencia a la mezcla, de esta manera no altera en sus características geométricas [...]. La fibra está caracterizada geoméricamente por la longitud L , por la forma y por el diámetro equivalente (D_e). [...] (2007, p. 3)

En la siguiente imagen se logra observar la frontal de una fibra de acero.



Figura 7. Sección típica de una fibra de acero.

Fuente: Maccaferri 2009

Las dimensiones de las fibras varían según el diferente tipo de secciones, puede ser cuadrada o en distintas ocasiones cuadriculada, la forma de igual manera tiene distintas presentaciones, generalmente recta, aunque también corrugada, en la siguiente imagen se logra detallar las distintas secciones y tipos de fibras metálicas.

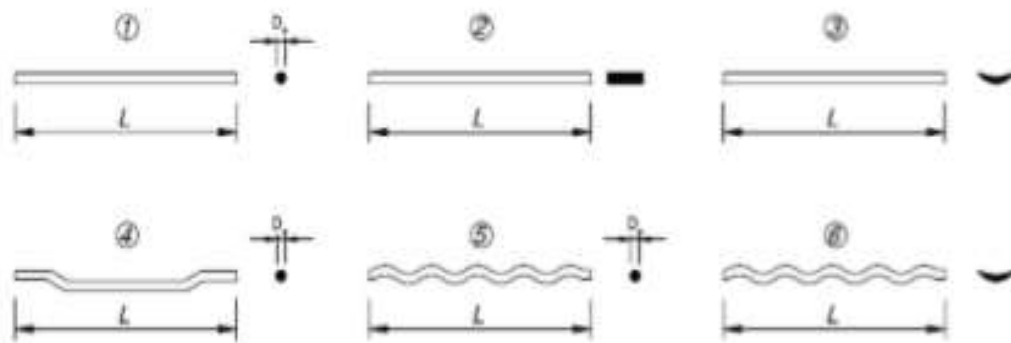


Figura 8. Ejemplo de diferentes secciones de fibras metálicas.

Fuente: Maccaferri 2009

En la siguiente imagen se presenta los distintos tipos de fibras según la forma que tienen.

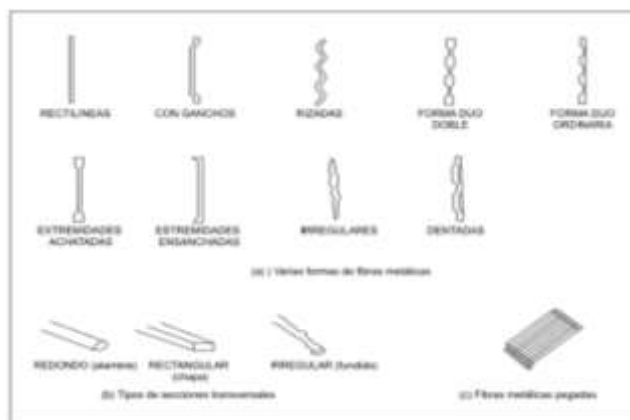


Figura 9. Ejemplo de fibras de diferentes formas.

Fuente: Maccaferri 2009

Como podemos ver, tanto en figura 7 como en la figura 8, se tiene distintas secciones y formas de las fibras metálicas, se usará lo que se demande según el contexto.

De todas las dimensiones que tenemos, en el presente proyecto de investigación se usarán fibras de acero con dimensiones 65/35 NB.

Aplicaciones de las fibras de acero

Se tiene una gran variedad de usos de las fibras de acero al adicionarlo a la mezcla de concreto, detallare en los siguientes puntos, cuales son estas principales aplicaciones.

Pisos y Pavimentos

Las ventajas y beneficios que se obtienen mediante la adición de fibras de acero son muchas, incluso desde la perspectiva de ahorrar espacios en el tiempo de ejecución y la simpleza de su incorporación, respecto a esto Sotil y Zegarra, argumentan lo siguiente.

Las ventajas que presentan las fibras de acero al incorporarse al concreto en comparación con las tradicionales mallas de acero es incuestionable [...]. Se reduce tanto el tiempo, como la cantidad de personas que se necesita para la ejecución, de igual manera no se necesita un almacén especial destinado para guardarse, esto significa ahorro de tiempo, mano de obra y espacio. Los bordes de las esquinas se ven reforzadas al ser agregada las fibras de acero, esto genera una disminución en el efecto del astillado. De igual manera el hecho de usar fibras de acero en lugar la tradicional malla metálica, genera que se tenga más espacio para transitar, dado que, la malla ocupa un gran espacio dentro de la obra. [...] (2015, p. 51).

Comparto la opinión de los autores, dado que, ya no sería necesario agregar las mallas metálicas, por el contrario, con las fibras se agilizaría el proceso sin perder los beneficios de dicha malla, mencionar también que mejoraría el problema que se presenta en las juntas de los pavimentos, problema que anteriormente lo habíamos nombrado como algo habitual y que con la adición de fibras se vería reducido.

De la misma forma De la Cruz y Quispe, menciona lo siguiente acerca de la incorporación de fibras de acero a la mezcla del concreto y, rescato el siguiente enfoque de cómo puede ser aplicada.

Debido que el concreto tiende a fallar por tracción, es necesario incorporar barras de acero para que pueda mitigar dichos esfuerzos y evitar la formación de grietas en el concreto [...]. Pero esta barra de acero representaría un gran aumento del costo del proyecto [...]. Sin embargo, en la actualidad se cuenta con fibras de acero, que, al ser incorporado en la mezcla de concreto, ayuda de manera significativa a la mitigación y a reducir la propagación de fisuras [...], la falta de resistencia al corte, a la fatiga, al impacto de cargas repetidas en el pavimento rígido. [...] Al usar fibras metálicas de alta esbeltez se reduce el espesor de la losa y aumenta el espaciado entre juntas, reduciendo de esta manera la mano de obra, y reducir el tiempo de ejecución. [...] (2015, p. 11).

Como podemos notar en dicha cita, ya no es necesario depender de la malla de acero, con esto no quiero dar a entender que la malla sea una mala opción, solo manifestar que las fibras de acero cumplen la misma función en cuanto a la mejora de las características mecánicas del concreto y los beneficios que este trae a la estructura del pavimento, pero aun costo y tiempo de ejecución menor, en la siguiente imagen se observa el vaciado de un concreto reforzado con fibras de acero.



Figura 10. Concreto reforzado con fibras de acero.
Fuente: Maccaferri 2009

Es importante también detallar, cuanto será el volumen que representará las fibras de acero en comparación con el total de la mezcla, a esto se le llama dosificación y, siguiendo las indicaciones de Montalvo tenemos lo siguiente.

Las dosificaciones de fibra de acero oscilan entre 0.25% al 2% del volumen total del concreto; dependiendo de los cálculos realizados para el diseño del concreto respecto a las características que se esté buscando tener, los volúmenes que excedan al 2% perjudica en gran manera la trabajabilidad de la mezcla. [...] (2015, p. 18).

La importancia de esta cita radica en el intervalo de volumen que nos brinda, ya que deja de ser solo teoría sobre los beneficios y nos aporta datos sobre el volumen, datos que se usaran posteriormente en los ensayos.

Para las pruebas que se realizara en esta investigación, se usara un rango de dosificación de fibras de acero que va de 0.5% y 2% respecto al volumen total del concreto, esto expresado en kg sería entre 12 kg y 48 kg por metro cúbico de concreto.

Concreto proyectado

El valor agregado que se obtiene con la incorporación de fibras de acero, es la rapidez con la que el proceso se ejecutaría, sobre este tema, Sotil y Zegarra, argumentan lo siguiente.

El concreto proyectado se ve altamente mejorado con la incorporación de fibras de acero ya que reduciría el tiempo de ejecución, teniendo en cuenta que, con esta adición de fibras a la mezcla del concreto, se estaría omitiendo la colocación de la malla de acero, la aplicación del concreto podría darse apenas se tenga excavado el túnel, de esta manera se optimizaría la ejecución de revestimiento de taludes y canales. [...] (2015, p. 52).

Podemos notar con esto, que las aplicaciones de las fibras de acero son variadas, no solo se limita al uso en pavimentos, su uso se expande en todo en cuanto a concreto se refiere, ya que esto forma parte de la mezcla, en la siguiente imagen se observa distintos casos de concreto con fibras de acero proyectados.



Figura 11. Concreto proyectado o Shotcrete

Fuente: Fibras Wirand y Fibromac - Maccaferri 2007

Prefabricados

Bianchini relata lo siguiente acerca del uso de fibras de acero en prefabricados.

Gracias a sus numerosas ventajas la utilización de las fibras metálicas está cada vez más extendida en la industria [...] uno de los usos más recientes de las fibras metálicas es de los prefabricados para obras subterráneas, caracterizado por alto nivel de exigencia técnica y seguridad [...] el diseño y la fabricación de dovelas prefabricadas con hormigón fibroreforzado para el revestimiento de túneles excavados [...] es una de sus funciones con más demanda en la actualidad. (SF, p. 6).

Aquí se aprecia otra aplicación más de la incorporación de las fibras de acero a la mezcla de concreto, debo mencionar que el enfoque de este proyecto de investigación está centrado en la influencia que tiene la incorporación de las fibras de acero en la mezcla del concreto usado en las losas de pavimentos rígidos, pero en estos dos últimos puntos mencione otros tipos de aplicaciones que pueden cumplir estas fibras de acero, que si bien no está dentro del enfoque del presente trabajo de investigación, sirve para ver qué tan versátil puede ser estas fibras, en la siguiente imagen se observa bloques de concreto con fibras de acero prefabricados.



Figura 12. Prefabricados.

Fuente: Bianchini Ingeniero (SF)

Dosificación de las fibras de acero

La dosificación consiste básicamente en definir proporciones de materiales usados en el concreto, en el escenario que me encuentro, estoy hablando de la proporción de fibras de acero que usare para agregar a la mezcla del concreto ya establecida, según antecedentes de estudios ya desarrollados y valiéndome de la hoja técnica que emite SIKA (proveedor de las fibras de acero) la proporción oscilaría entre 15 a 50 kg de fibras de acero por metro cubico de concreto, esto expresado en volumen seria entre 0.5% al 2% por metro cubico de concreto, para ser más puntuales, se tendría tres tipos de dosificaciones, una de 0.50%, otra de 1.00% y finalmente una dosificación de 2.00%, todo esto respecto al volumen total del concreto, esto expresado en Kg, seria 12, 24 y 48 Kg por metro cubico de concreto respectivamente.

Formulación del problema

Formular de una manera correcta y puntual un problema nos garantiza poder plantear soluciones más exactas dado que con esto, tendríamos todo plasmado, acaparando los factores principales por lo que ocurre dicho problema, Tamayo nos menciona que.

Identificar el problema es generalmente la base de todo proyecto, definir el problema nos permite tener la esencia de la investigación, es incluso más determinante que la solución, ya que con esto nos permite identificar los factores que provocan este problema, analizarlo, ponerlo en práctica y encontrar dicha solución. (2003.p. 133).

Tal como Tamayo lo indica, si podemos determinar con precisión cual es el problema que presentamos, la necesidad a cubrir, entonces nos facilita el camino a encontrar la solución, ya que sabemos claramente contra que lidiamos, y podemos formular diversas opciones en mente y obtener la adecuada.

Como ya previamente lo he mencionado, el pavimento rígido si bien es uno que cumple con características óptimas para determinados lugares, una vía de alto tránsito, con las fallas en la estructura que presenta, surge la necesidad de implementar una solución, que sea acorde a la demanda que existe, y este es la incorporación de fibras de acero, para que en conjunto puedan solucionar estas debilidades.

1.4.1 Problema general

¿Qué relación tiene la incorporación de fibras de acero en las propiedades del concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?

1.4.2 Problemas específicos

¿Cuál es la influencia de la incorporación de fibras de acero sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?

¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero en la resistencia a la flexión que posee el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?

¿Qué influencia tiene el adicionar fibras de acero, en la resistencia residual que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?

1.5 Justificación del estudio

Este proyecto de investigación tiene como finalidad mejorar las propiedades de los pavimentos rígidos, uno de los problemas principales a resolver, es la aparición de fisuras, se debe mitigar dichas fisuras ya que con el tiempo y sumado a la fatiga del concreto, derivan

en problemas mayúsculos como grietas o baches, no debemos esperar a que el problema se agrave.

De aquí nace la justificación, debido a que los pavimentos del distrito de Independencia, departamento de Lima, presentan diversas fallas, sobre todo en su resistencia a compresión y flexión, la adición de fibras de acero al concreto, es una idea acorde a lo que el contexto actual demanda, mencionando también que la incorporación de tales fibras aún no se aplica con frecuencia, y ya que, siempre debemos tender a innovar y mejorar respecto al tiempo, es que el presente proyecto de investigación propone esta alternativa de solución.

1.6 Hipótesis

Todo problema tiene un motivo, cada suceso que ocurre es producto de una eventualidad, y para poder encontrar una solución es necesario, tener posibles razones para entender el problema en estudio.

Hernández, menciona lo siguiente acerca de la hipótesis: “Las hipótesis son posibles explicaciones al problema que estar surgiendo, son tentativas para poder precisar el fenómeno en estudio expresadas como proposiciones [...]. Luego se determinará si esta hipótesis es aceptada o rechazada [...]” (2006, p.74)

Con lo citado se entiende que la hipótesis es una idea que surge para poder explicar el motivo del problema en estudio, se tiene claro que, en un proyecto de investigación, surgen más de una hipótesis, y que mediante la práctica se puede determinar si esta hipótesis es aceptada o rechazada, para poder tener una hipótesis es necesario haber identificado el problema, ya que, es este problema el que se intenta solucionar.

1.6.1 Hipótesis general

La incorporación de fibras de acero, mejora las propiedades que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

1.6.2 Hipótesis específicas

La incorporación de fibras de acero influye sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

La incorporación de fibras de acero influye en la resistencia a la flexión que posee concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

Adicionar fibras de acero, influye en la resistencia residual que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

1.7 Objetivos

Gonzales, García y López, definen al objetivo de la siguiente manera: “El objetivo de una investigación es algo muy puntual y preciso, es a lo que se está queriendo llegar, a lo que se apunta, es la finalidad de la investigación en donde se plasma a lo que se quiere llegar para poder dar respuesta al problema determinado [...]” (SF, p. 2).

Al igual que lo dicha anteriormente, los objetivos son la finalidad de un trabajo de investigación, debe ser claro y preciso, esto determinara a donde enfocamos nuestro proyecto.

1.7.1. Objetivo general

Evaluar la incidencia de la incorporación de fibras de acero en las propiedades que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

1.7.2. Objetivos específicos

Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero sobre la resistencia a la flexión del concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018

Evaluar la influencia de la dosificación de fibras de acero en la resistencia residual que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

II. METODOLOGÍA

2.1 Diseño, tipo, nivel y enfoque de investigación

2.1.1 Diseño de investigación

El diseño de la investigación, es un trazo previo al proyecto de investigación, es la proyección de lo que se realizara camino a obtener los objetivos. Realizar un diseño adecuado nos agilizará el camino y permitirá tener mejores resultados.

Ramón menciona lo siguiente: “Un diseño experimental puro es aquel en donde se manipula una o varias variables independientes para ver el efecto que esta tiene en la variable dependiente en una situación determinada” (SF, p. 4-5).

Sin embargo, en el presente proyecto de investigación el grado de control de la variable independiente es mínima, Segura menciona lo siguiente acerca de la investigación cuasi experimental: “Las investigaciones del tipo cuasi experimental provienen del tipo experimental, es una derivación de este último, en los cuales la asignación de los pacientes no es aleatoria, sin embargo, el factor de exposición es manipulado por el investigador.” (2003, p. 1).

Algo que determina a un tipo de investigación como cuasi experimental, es la aleatorización de los grupos a estudiar.

El presente proyecto de investigación es **cuasi experimental**, ya que analizaremos el efecto que produce la incorporación de fibras de acero (variable independiente) en el concreto usado para pavimentos rígidos (variable dependiente).

2.1.2 Tipo de investigación

Muchos conocedores del tema nombran dos tendencias para investigar. La primera es la investigación básica, la segunda es la investigación aplicada, Vargas menciona lo siguiente acerca de estos tipos.

La investigación básica llamada también investigación exacta, fundamental o investigación pura, se encarga de analizar el fenómeno en estudio sin el propósito de una puesta en práctica inmediata, pero si tiene en cuenta que un futuro se puede aplicar estos conocimientos para servir como base para alguna investigación a futuro. La investigación aplicada lleva por nombre “investigación empírica o práctica”, se caracteriza por poner en práctica los conocimientos

adquiridos, al mismo tiempo que se obtiene nuevos conocimientos mediante la aplicación de dichos conocimientos. (2008, p. 6).

En resumen, en la investigación básica se analiza el contexto actual para determinar cosas muy puntuales que en un futuro pueden ser usadas para nuevas investigaciones, que no necesariamente será pronto, mientras que en la investigación aplicada se hace uso inmediato de dichos conocimientos adquiridos.

Partiendo de esa idea, el presente proyecto de investigación viene a ser **aplicada**, pues el conocimiento fue adquirido mediante teorías ya establecidas y dicho conocimiento lo aplicaremos en problemas reales para darle soluciones.

2.1.3 Nivel de investigación

Cazau menciona lo siguiente acerca de los tipos de investigación.

Según su alcance, las investigaciones pueden ser exploratorias, descriptivas, correlacionales o explicativas. Todas estas etapas suelen surgir de manera ordenada y cronológica en todo proyecto de investigación: para empezar se 'explora' un tema en específico para obtener información y de esa manera llegar a conocerlo, después de ello se 'describen' las variables que se encuentran entrelazadas en dicho tema, luego se 'correlacionan' entre si dichas variables para que se pueda obtener predicciones bastas, para finalizar se llevara a 'explicar' la influencia de la variable independiente sobre la dependiente. En teoría se tiene estos cuatro niveles, pero en la práctica un trabajo puede incluir más de uno de estos, ya que la investigación va creciendo conforme al avance y estos niveles se anteceden mientras esto sucede, ya que, con esto se va explorando más el tema [...] Con todo esto tenemos que una investigación puede iniciar siendo exploratoria, pasar a ser descriptiva y correlacional, y luego terminar como explicativa. (2006, p. 25-26).

Cazau en el mismo nos detalla lo siguiente acerca de la investigación descriptiva: “El objetivo de un estudio descriptivo es describir una serie de cuestiones, variables o cuestiones mediante la medición de cada una de ellas independientemente una de la otra, estos estudios buscan definir las características resaltantes de grupos, personas, comunidades o cualquier otro fenómeno” (2006, p. 27).

El autor al que cito, sirvió de mucho para poder comprender los niveles de investigación, como es que estos se anteceden y se relacionan el uno al otro, y con el transcurso la investigación suele pasar por todos estos niveles.

Cazau en dicho libro nos menciona lo siguiente acerca de la investigación explicativa:

Las investigaciones descriptivas y correlacionales se basan en detallar un evento en un determinado escenario, por este motivo es que se enfoca en la medición de variables dependientes en alguna población o muestra. La investigación explicativa, por el contrario, no se limita a solo describirlas, también busca encontrar una relación entre las variables, como lo son la variable independiente y la dependiente. Este tipo de investigación intenta hallar los motivos del porqué del fenómeno, es decir, explicar porque ocurren, y también determinar si dos o más variables se encuentran relacionadas [...] Las investigaciones explicativas procuran entender el fenómeno a partir de los motivos que lo originan, no se limita solo a una correlación estadística verificada con otras variables. [...] (2006, p. 28)

La presente investigación, es **explicativa** pues describe el contexto tal cual se tiene en el momento, para luego explicar los resultados de su análisis.

2.1.4 Enfoque de investigación

Básicamente se tiene dos tipos de metodología, una es cuantitativa que se basa en medidas, unidades, números, cosas que se puedan medir y expresar mediante datos y, la otra es cualitativa, en la cual no se tiene una unidad de medida, esta consta de cualidades, de determinar algo mediante la opinión o criterio del ente que lo mide; Monje menciona lo siguiente acerca de la metodología cuantitativa.

La metodología cuantitativa parte de teorías ya establecidas, para que, en base a ellas se pueda entablar posibles relaciones entre variables que forman parte del problema en análisis, se basa en conceptos medibles y, mediante el análisis se busca encontrar el grado de relación entre las variables en estudio. El procedimiento que se sigue es hipotético-deductivo esta inicia con la hipótesis formulada en base a la teoría, prosiguiendo con la operacionalización de las variables, la recolección, el procesamiento de los datos y la interpretación. Se usan los datos empíricos para constituir la base para la puesta en práctica de la hipótesis formulado. [...] (2011, p. 13-14)

Al mismo tiempo Monje, en dicha guía, menciona lo siguiente respecto a la metodología cualitativa.

[...] [*la metodología cualitativa*] Por su parte surge de la teoría obtenida por observación al contexto actual, a la realidad. [...] Las personas que usan este tipo de metodología no usan la teoría como una base para formular sus hipótesis, si no para en base a ella poder entablar su investigación científica desde sus inicios. [...] (2011, p. 14)

Siguiendo los conceptos citados anteriormente y, dado que la presente investigación busca comprobar una hipótesis mediante recolección de datos y números, se puede afirmar que estará enfocada desde la metodología **cuantitativa**.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1 Variables

Monje manifiesta lo siguiente acerca de las variables.

La variable es un atributo o rasgo que tiene la posibilidad de variar entre grupos o individuos. [...] se entiende como cualquier característica de la realidad que sea capaz de asumir valores, esto es, de variar de unidad de observación a otra, de un tiempo a otro, en una misma unidad de observación (2011, p. 85).

En este proyecto de investigación se tendrá dos variables, una independiente y la otra dependiente.

Variable independiente

La manipulación intencional de la variable independiente, causa un efecto en la variable dependiente, esta variable es libre de poder actuar, la relación entre ambas variables es medible mediante el efecto que la independiente genera en la dependiente, Núñez define lo siguiente acerca de la variable independiente: “Se entiende como variable independiente a la variable que dentro de la relación no depende de ninguna otra, es autónoma de poder ser manipulada por la investigación con el fin de producir los efectos que se buscan.”. (2007, p. 7).

La variable independiente tiene total libertad, no está en función de otra variable; es esta variable la que influye en la dependiente, en la presente investigación, la variable independiente será la incorporación de fibras de acero.

Variable dependiente

La variable dependiente, estará en función de la independiente, al respecto Morales sostiene lo siguiente.

[...] Las variables independientes son la que elegimos libremente para manipularlas y poder ver el efecto que producen sobre la variable dependiente. Por citar un ejemplo en base al aprendizaje, el método es la variable independiente (ocasionalmente llamado variable experimental) y el aprendizaje (definido por el modo, test, etc. con que lo medimos) es la variable dependiente. [...] (2012, p. 5).

Basándonos en estos conceptos, la variable dependiente en esta investigación, vendría a ser el concreto usado en pavimentos rígidos, ya que esta se verá modificada por la adición de fibras de acero (variable independiente).

2.2.2 Operacionalización de variables

Betancur manifiesta lo siguiente acerca de la operacionalización de variables.

Explica cómo se define el concepto específicamente en el estudio planteado, que puede diferir de su definición etimológica. [...] Equivale a hacer que la variable sea mensurable a través de la concreción de su significado, y está muy relacionada con una adecuada revisión de la literatura. [...] Puede omitirse cuando la definición es obvia y compartida. (SF, pàg.3).

La variable estudiada será la independiente adicionado a la variable dependiente y la influencia que tienen sobre la resistencia a la compresión, flexión y esfuerzo residual.

En las siguientes tablas se mostrará la Operacionalización de las variables (dependiente e independiente).

Tabla N°2. Matriz de Operacionalización de variables (independiente)

Variable independiente	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Instrumento
Incorporación de fibras de acero.	Dosificación de fibras de acero	La medición de fibras de acero, pues con ello sabremos con qué medida trabajar.	La medición se efectuará mediante pruebas, se tomará las medidas de 0.65 mmx35mm (datos).	% de fibras de acero con respecto al volumen del concreto (0.50).	La prueba del dosaje porcentual de las fibras con respecto al volumen del concreto
				% de fibras de acero con respecto al volumen del concreto (1.00).	La prueba del dosaje porcentual de las fibras con respecto al volumen del concreto
				% de fibras de acero con respecto al volumen del concreto (2.00).	La prueba del dosaje porcentual de las fibras con respecto al volumen del concreto

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°3. Matriz de Operacionalización de variables (dependiente)

VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	DIMENSIONES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Concreto diseñado para pavimentos rígidos	Resistencia a la compresión del concreto.	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento	Se realiza en probetas cilíndricas, para conocer su comportamiento ante fuerzas o cargas de compresión. (NTP 339.024)	Resistencia a la compresión a los 7 días	Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días
				Resistencia a la compresión a los 14 días	Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días
				Resistencia a la compresión a los 28 días	Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días
	Resistencia a la flexión del concreto.	Es una propiedad material que se manifiesta como esfuerzos ocurridos justo antes de ceder en una prueba de flexión.	Esfuerzo antes de que se agriete o se rompa en un ensayo de flexión. Se da en una sección transversal rectangular (NTP 339.078 - NTP 339.079)	Módulo de rotura	Ensayo de resistencia a la flexión
	Resistencia residual del concreto	El esfuerzo residual abarca la capacidad de un material de poder seguir soportando cargas después de que ocurre la aparición de fisuras.	Se determinara a través de la prueba a la flexión en base a lo establecido en la norma española (UNE EN 14651)	Esfuerzo residual	Ensayo de resistencia a la flexión
				Esfuerzo limite proporcional	Ensayo de resistencia a la flexión

Fuente: Elaboración Propia

2.3 Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Se debe tener agrupado según las características trascendentales del objetivo, con la finalidad de que se compruebe la hipótesis de manera aceptable. Ludewig define la población, como: “[...] cualquier colección finita o infinita de elementos o sujetos [...]”. (SF. p. 1).

La población sería una cantidad infinita de probabilidades de ensayos que se podría realizar al concreto.

2.3.2 Muestra

Continuando con lo manifestado por Ludewig, se tiene lo siguiente acerca de la muestra: “Una muestra en un sub conjunto de la población el cual requiere que sea representativa de esta última para poder determinar los rasgos, características y propiedades de la población. [...]”. (SF, p. 2).

La muestra es parte de la población que la representa de mejor manera, en el presente proyecto investigación, la muestra vendría a ser la cantidad de especímenes que se ensayaran, en este caso 36 probetas (9 sin fibras de acero y 27 con fibras de acero) y 2 vigas (1 con fibras de acero y otra sin fibras de acero).



Figura 13. Imagen satelital de la Av. Túpac Amaru entre el Km 5+100 y el Km 6+100, distrito de Independencia.

Fuente: Google Earth

2.3.3 Muestreo

El muestreo es lo que se obtiene partiendo de la población a la que llamaremos muestra, en otras palabras, es el proceso de la obtención de la muestra, Ludewig en el mismo informe citado anteriormente nos manifiesta lo siguiente sobre el muestreo.

[...] Es de vital importancia que la muestra sea lo más representativo posible de la población, para ello se debe determinar qué tipo de muestreo se tendrá y trabajar con un tamaño de muestra adecuada. [...] Las posibilidades son probabilístico y no probabilístico. Se habla de probabilístico cuando la obtención de la muestra es obtenida de manera aleatoria. [...] En cuanto a la no probabilística, estas se obtienen mediante el criterio del investigador, en base a lo que él considera preciso a tener como representación de la población, por ello adoptan el nombre de muestra por conveniencia. (SF, p. 4,6).

Debido a que la muestra no fue designada al azar y guiándome en lo expresado por Ludewig, la presente investigación es no probabilística

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

Previamente se señaló que esta investigación era una de enfoque cuantitativa, por esta razón es que se indagara en los resultados de los ensayos de laboratorio para la recolección y validez de datos.

2.4.1 Técnicas de recolección de datos

La principal técnica de recolección de datos en el presente proyecto de investigación será **la observación**, por ello, se realizarán visitas al distrito de Independencia, con el objetivo de evaluar la zona y en base a ello realizar análisis posteriores.

2.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Chávez nos menciona lo siguiente acerca de la recolección de datos: “La recolección de datos es sumamente importante para la elaboración de la Matriz de Datos o simplemente la Matriz Tripartita de Datos; ya que, mediante este proceso [*recolección de datos*] es que obtiene la información requerida sobre las variables.” (SF, p. 5)

El análisis de la variable independiente se realizará mediante ensayos de laboratorio, ahí se determinará mediante los resultados como es que influye dicha variable en la variable dependiente, todo esto mediante los gráficos, números, datos y cifras obtenidas en los ensayos.

2.4.3 Validez

Gallardo y Moreno definen a la validez de la siguiente manera.

[...]La validez de un instrumento está determinada por el nivel significativo en que se mide la variable en estudio, en otras palabras, es el nivel en que el investigador puede medir lo que con el instrumento de medición debe medir. [...]. Es válido decir también que la validez es el grado hasta donde una prueba puede lograr dos objetivos. El primero de ellos es realizar tentativas sobre el fenómeno en estudio, siendo el segundo la capacidad que tiene la prueba para describirlo. (1987, p. 51).

Todo el estudio que se realizará, será respaldado mediante ensayos realizados en laboratorios por especialistas en la materia, de esta manera se podrá interpretar los resultados sin inconvenientes.

2.4.4 Confiabilidad

Gallardo y Moreno manifiestan lo siguiente acerca de la confiabilidad: "La confiabilidad de un instrumento de medición está determinada por el nivel de similitud en los resultados que puede tener una prueba aplicada a un mismo individuo en reiteradas oportunidades. Cuanta más similitud se obtenga en los resultados de las reiteradas pruebas, mayor será el grado de confiabilidad." (1987, p. 47)

La confiabilidad de un instrumento de medición es directamente proporcional a la similitud que tenga los resultados obtenidos en las reiteradas pruebas aplicadas al mismo individuo en análisis; comparto lo expresado anteriormente, ya que, se debe obtener resultados similares en los ensayos realizados por el mismo instrumento, y para garantizar eso se debe tener instrumentos de gran nivel, manipulados por personas capacitadas y es de esa manera en que se realizarán los ensayos que vendrán en adelante.

2.4.5 Métodos de análisis de datos

Para ello debo realizar ensayos en laboratorio, ensayos de compresión, flexión, y granulometría de los materiales, ya que, es ahí donde se dará la puesta en práctica de la culminación de la recolección de datos, y se da paso a la interpretación de los resultados. Por dicho motivo esta investigación usara la metodología cuantitativa.

2.4.6 Aspectos éticos

Reconocimiento, triunfo, éxito, razones como estas son las que nos motivan a continuar a la mayoría de personas, para esto es necesario trabajo arduo, responsabilidad y, motivación, motivación para superar los obstáculos, incluso si en el camino a lograrlo se presentan giros inesperados; el estar tan cerca de ser ingeniero demanda una vida ética, hacer lo que es correcto, tanto en cosas pequeñas como en la realización de un proyecto de investigación, tener la certeza que en el camino a lograrlo te mantuviste firme en tus ideales, y sobretodo no perdiste los valores fundamentales.

III. RESULTADOS

3.1 Diseño de Mezcla

Para poder realizar los ensayos de compresión y flexión, lo que se necesita previamente es tener el diseño de mezcla establecido, de esta manera se obtendrá las proporciones de los materiales, para poder obtener el diseño de mezclas nos basaremos en el ACI 211.

- **1. Cálculo de la resistencia a compresión**

En la siguiente tabla se muestra el esfuerzo promedio requerido según el $F'c$.

Tabla N°4. *Esfuerzo promedio requerido a compresión $F'cr$ (Kg/cm²)*

$F'c$ especificado	$F'cr$ (Kg/cm ²)
< 210	$F'c + 70$
210 a 350	$F'c + 84$
> 350	$F'c + 98$

Fuente: Comité ACI

El $F'c$ con el que se trabajará será de 280 por lo tanto el $F'cr$ será 364 kg/cm²

- **2. Selección del tamaño máximo nominal (norma e0.60)**

El tamaño máximo nominal será determinado por la malla menor por el cual pasa la mayor parte del agregado, debe retener un porcentaje entre un mínimo de 5 % y un máximo del 15%. Para el tipo de agregado que se está usando en la presente investigación, se tendrá un tamaño máximo nominal de 1/2".

- **3. Selección del asentamiento**

Para este tipo de concreto (concreto a usar en pavimento rígido) se utilizará un Slump de consistencia seca, por ende, el asentamiento estará en un rango de 0" a 2", en la siguiente tabla se muestra el rango del asentamiento según la consistencia.

Tabla N°5. *Rango del asentamiento según la consistencia*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" (0mm) a 2" (50 mm)
PLASTICA	3" (75mm) a 4" (100 mm)
FLUIDA	> 5" (125 mm)

Fuente: Comité ACI 211,2-98

Slump: 0" (0mm) a 2" (50 mm)

Luego esto se podrá verificar al momento de hacer el diseño de mezcla, mediante la prueba del cono de Abrams, y con esto se compara como influye la incorporación de fibras de acero en la trabajabilidad del concreto, en las siguientes imágenes se observa el procedimiento para la obtención de la trabajabilidad mediante el cono de Abrams.



Figura 14. Obtención de trabajabilidad mediante el cono de Abrams, de una mezcla sin fibras de acero

Fuente: Elaboración propia



Figura 15 .Comparación de Slump de un concreto sin fibras de acero (izquierda) y otro con 2% de dosificación de fibras de acero (derecha).

Fuente: Elaboración propia

En la figura se observa un cambio en el Slump del concreto, cambiando de 50 mm a 20 mm, esto es producto de la incorporación de fibras de acero a la mezcla, en este caso se hizo comparación con la dosificación mayor, 2% de fibras de acero respecto al volumen del concreto, se puede determinar que aun cumple el rango de asentamiento establecido en la Tabla 05, por lo tanto, no afecta de una manera en gran escala a su trabajabilidad.

- **4. Selección volumen unitario de agua**

En la siguiente tabla se determinará el agua necesaria por metro cubico según el asentamiento del concreto y el tamaño máximo nominal del agregado a grueso.

Tabla N°6. Cuadro de asentamientos para determinadas pulgadas

Asentamiento	Agua, en L/m ³ , para los tamaños máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concretos sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	292	190	178	160	-
Concretos con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Comité ACI

Como ya lo hemos visto en el paso anterior, se tiene un slump menor a 2", y al ser un concreto sin aire incorporado, se tendría que ubicar esos datos en la tabla y con ello poder determinar qué cantidad de agua se usara en un metro cubico de concreto.

Se usará 199 litros de agua por cada metro cubico de concreto.

- **5. Selección de la relación agua/cemento**

La relación agua cemento se determinará mediante el uso de tablas, esto se da mediante las relaciones ya establecidas para los diferentes F'_{cr} (ya sea para concreto con o sin aire incorporado) y, ya que, anteriormente hemos hallado el F'_{cr} solo se tendría que ubicar en la tabla.

Tabla N°7. Cuadro de relación agua/cemento para determinadas resistencias

F'_{cr} (28 días)	Relación agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Norma ACI comité 211

Anteriormente se había indicado que el F'_{cr} era de 364 kg/cm² y ya que esto no se puede ubicar directamente en la tabla, se tendría que dar paso a la interpolación, para ello se usara los valores inmediato superior e inferior a 364 existentes en las tablas.

Tabla N°8. Interpolación de datos para determinar relación agua/cemento (a/c)

$F'_{cr} =$	364
F'_{cr}	a/c
300	0.48
364	X
400	0.43

$$\frac{400 - 364}{400 - 300} = \frac{0.43 - 0.48}{0.43 - X}$$

a/c =	0.466
-------	-------

Fuente: Elaboración propia

- **6. Contenido de Cemento**

El contenido de cemento se hallará mediante una división entre el total de agua a usar en un metro cubico y la relación agua cemento según el F'_{cr} .

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{\text{Agua Mezclado}}{\text{Relacion } \frac{A}{C} \text{ (para } f'_{cr}\text{)}}$$

$$\text{Contenido de cemento} = \frac{199}{0.466}$$

$$\text{Contenido de cemento} = 427.04 \text{ kg}$$

- **7. Contenido de Agregado Fino y Grueso**

Para poder determinar el contenido de agregado tanto para fino y grueso, se realizará a través del método de volúmenes absolutos.

Esto consta de restar el volumen unitario del concreto de los volúmenes ya encontrados anteriormente (agua, aire, cemento), con esto se determinaría el volumen de los agregados, se tendrá que hacer distintas pruebas hasta poder encontrar el volumen ideal requerido. Para poder hallar el volumen de cualquier material deseado, se tendrá que dividir su peso entre la densidad del material.

$$\text{Volumen del material} = \frac{\text{peso del material}}{\text{densidad del material}}$$

- Cemento: $427.04 \text{ kg} / (3.1 \text{ gr/cm}^3) = 0.1378 \text{ m}^3$
- Agua: 199 litros (en este caso solo es convertir litros a m³) = $199/1000 = 0.199 \text{ m}^3$
- Aire: volumen de aire = 0.015 m^3

Se tendría un volumen de 0.3518 m^3 , esto restando del volumen unitario nos daría, 0.6482 m^3 , por lo tanto, a través de pruebas hasta encontrar la trabajabilidad requerida, se obtendrá los volúmenes de los agregados.

- Agregado grueso: $858 \text{ kg} / (2.67 \text{ gr/cm}^3) = 0.3213 \text{ m}^3$
- Agregado fino: $886 \text{ kg} / (2.71 \text{ gr/cm}^3) = 0.3269 \text{ m}^3$

Al sumar todos los volúmenes de los datos anteriores, se obtiene el volumen unitario (1 m^3), por lo tanto, se trabajará con esos datos.

• 8. Ajustes por humedad del agregado

Para finalizar se realizará algunos reajustes en el volumen del agregado, debido al porcentaje de humedad propio de cada agregado (agregado fino y grueso).

- Agregado grueso: $858 \text{ kg} (1 + 0.35/100) = 861 \text{ kg}$
- Agregado fino: $886 \text{ kg} (1 + 1.1/100) = 895 \text{ kg}$

Nota: se está trabajando con números exactos.

En la siguiente tabla presenta la dosificación del concreto por metro cubico.

Tabla N°9. Dosificación del concreto por metro cubico

MATERIAL	CANTIDAD
CEMENTO	427 Kg
AGUA	199 Litros
AGREGADO GRUESO	861 Kg
AGREGADO FINO	895 Kg

Fuente: Elaboración propia

- **Modificación del diseño de mezcla por cada tipo de dosificación de fibras de acero**

El diseño de mezclas presentado anteriormente, es uno para un tipo de concreto sin aditivos, sin embargo, en este proyecto de investigación, se incorporará fibras de acero en variadas dosificaciones, 0.50%, 1.00%, 2.00%, por tal motivo, se debe hacer modificaciones al diseño de mezcla anterior, en las que se vea incluido las fibras de acero.

Para ello se hará en proporción al porcentaje de la masa de cada material respecto al peso unitario del concreto, si sumamos todas las masas de los materiales, se tendría un concreto con Peso Unitario de 2382 kg/m³, en la siguiente tabla se muestra el porcentaje de masa de cada material del concreto respecto al Peso Unitario del concreto

Tabla N°10. *Porcentaje de masa de cada material del concreto respecto al Peso Unitario del concreto*

Material	Masa	Porcentaje
CEMENTO	427 Kg	17.926 %
AGUA	199 Kg	8.354 %
AGREGADO GRUESO	861 Kg	36.146 %
AGREGADO FINO	895 Kg	37.573 %
TOTAL	2382 Kg	100.00 %

Fuente: Elaboración propia

Nota: la densidad del agua es de 1000 kg/m³ por la tanto se puede expresar en kg sin ser alterado su cifra.

En la siguiente tabla se determina la masa de cada tipo de dosificación de fibras de acero por cada metro cubico de concreto.

Tabla N°11. *Masa de cada dosificación a usar de fibras de acero por cada metro cubico de concreto*

Dosificación	Masa
0.50%	11.91 kg
1.00%	23.82 kg
2.00%	47.64 kg

Fuente: Elaboración propia

Los valores de la masa de cada dosificación de fibras de acero se le disminuirá al Peso Unitario del concreto, de esta manera, se volverá a calcular la masa de cada material.

Ya que anteriormente se había calculado el porcentaje Porcentaje de masa de cada material del concreto respecto al Peso Unitario, ahora se tendría que calcular la nueva masa de cada material conforme a dicho porcentaje.

- **Diseño de mezcla para un concreto con incorporación de fibras de acero de 0.50% respecto a su volumen.**

Se sabe que el Peso Unitario del concreto sin fibras de acero a usar es 2382 Kg/m³, también se tiene la masa de cada material que lo conforma y como esta proporcionado, además de esto se sabe la masa que representa cada dosificación de fibras de acero, en este caso, 0.50%, es 11.91 kg.

Masa de los materiales a usar menos masa de fibra de acero:

$$2382 \text{ kg} - 11.91 \text{ kg} = 2370.09 \text{ kg}$$

Con esta masa y en base al porcentaje de la masa de cada material se hallará las nuevas masas, y con esto el diseño de mezcla para este tipo de concreto, en la siguiente tabla se muestra dichos datos.

Tabla N°12. *Dosificación del concreto con incorporación de fibras de acero (0.50% respecto al volumen) por metro cubico*

MATERIAL	CANTIDAD
CEMENTO	425 Kg
AGUA	198 Litros
AGREGADO GRUESO	856 Kg
AGREGADO FINO	891 Kg
FIBRAS DE ACERO	12 Kg

Fuente: Elaboración propia

- **Diseño de mezcla para un concreto con incorporación de fibras de acero de 1.00% respecto a su volumen.**

Se sabe que el Peso Unitario del concreto sin fibras de acero a usar es 2382 Kg/m³, también se tiene la masa de cada material que lo conforma y como esta proporcionado, además de esto se sabe la masa que representa cada dosificación de fibras de acero, en este caso, 1.00%, es 23.82 kg.

Masa de los materiales a usar menos masa de fibra de acero:

$$2382 \text{ kg} - 23.82 \text{ kg} = 2358.18 \text{ kg}$$

Con esta masa y en base al porcentaje de la masa de cada material se hallará las nuevas masas, y con esto el diseño de mezcla para este tipo de concreto, en la siguiente tabla se muestra dichos datos.

Tabla N°13. *Dosificación del concreto con incorporación de fibras de acero (1.00% respecto al volumen) por metro cubico*

MATERIAL	CANTIDAD
CEMENTO	423 Kg
AGUA	197 Litros
AGREGADO GRUESO	852 Kg
AGREGADO FINO	886 Kg
FIBRAS DE ACERO	24 Kg

Fuente: Elaboración propia

- **Diseño de mezcla para un concreto con incorporación de fibras de acero de 2.00% respecto a su volumen.**

Se sabe que el Peso Unitario del concreto sin fibras de acero a usar es 2382 Kg/m³, también se tiene la masa de cada material que lo conforma y como esta proporcionado, además de esto se sabe la masa que representa cada dosificación de fibras de acero, en este caso, 1.00%, es 47.64 kg.

Masa de los materiales a usar menos masa de fibra de acero:

$$382 \text{ kg} - 47.64 \text{ kg} = 2334.36 \text{ kg}$$

Con esta masa y en base al porcentaje de la masa de cada material se hallará las nuevas masas, y con esto el diseño de mezcla para este tipo de concreto, en la siguiente tabla se muestra dichos datos.

Tabla N°14. *Dosificación del concreto con incorporación de fibras de acero (2.00% respecto al volumen) por metro cubico*

MATERIAL	CANTIDAD
CEMENTO	418 Kg
AGUA	195 Litros
AGREGADO GRUESO	844 Kg
AGREGADO FINO	877 Kg
FIBRAS DE ACERO	48 Kg

Fuente: Elaboración propia

3.1 Granulometría

Se realizó siguiendo lo indicado por la norma ASTM C136, tanto en los aparatos usados, los alcances, y el procedimiento a seguir.

Este método se usa para agrupar según el tamaño de las partículas los agregados finos y grueso, mediante el uso de tamices; esto consta en hacer pasar una muestra seca (agregados) a través de una serie de tamices ordenadas por aberturas de mayor a menor.

- **Equipos y herramientas a usar**

- Tamices de 8'' de diámetro, con un bastidor resistente para evitar la pérdida del material en el tamizado, las aberturas de los tamices usados fueron las siguientes: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, con fondo y tapa, en la siguiente imagen se puede observar el juego de tamices a usar.



Figura 16. Tamices.
Fuente: Elaboración propia

- Balanza: Se usó una balanza con una lectura y precisión de 0,1% de la masa de ensayo, en la siguiente imagen se observa la balanza usada.



Figura 17. Balanza.

Fuente: Elaboración propia

- Horno con temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$) , en la siguiente imagen se observa el horno usado para el secado del material.



Figura 18. Horno.

Fuente: Elaboración propia

- **Procedimiento**

Siguiendo por lo indicado en la norma ASTM C136, se lavó y seco la muestra, para luego ser llevado al horno por 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, en la siguiente imagen se observa el proceso de secado del material.



Figura 19. Proceso de secado en horno del material.

Fuente: Elaboración propia

Luego del proceso de secado, se debe colocar el juego de tamices ordenados en forma decreciente de las aberturas, colocar la muestra en el tamiz superior, aplicando ligeros golpes y agitando los tamices de derecha a izquierda, hasta poder obtener la retención de la muestra en cada tamiz, en la siguiente imagen se observa el proceso de tamizado del material.



Figura 20. Proceso de tamizado del material.

Fuente: Elaboración propia

Se pesará el material retenido en cada tamiz, la masa del total del material luego del proceso de tamizado, se debe comparar con la masa original que se tenía antes del proceso, las cantidades no deben diferenciarse del más del 0.3%, en la siguiente imagen se observa el pesado del material retenido.



Figura 21. Pesado del material retenido en cada tamiz
Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Granulometría del Agregado Grueso

En la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos luego del proceso de tamizado del agregado grueso.

Tabla N°15. Resultados de ensayo de granulometría – Agregado grueso

AGREGADO GRUESO - HUSO #67							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	(%) Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	25.00	0.80	0.80	99.20	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	1356.00	43.25	44.05	55.95	50.00	79.00
3/8"	9.53 mm	1020.00	32.53	76.58	23.42	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	625.00	19.93	96.51	3.49	0.00	10.00
# 8	2.36 mm	85.00	2.71	99.22	0.78	0.00	5.00
# 16	1.18 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 30	0.59 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 50	0.30 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.00	0.00
# 200	0.07 mm	19.00	0.61	99.83	0.17	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	5.40	0.17	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Con esta tabla, se elaborará un diagrama que permita analizar y comprender el análisis granulométrico, para este diagrama se tendrá en cuenta el porcentaje acumulado que pasa (% Pasa Acum.) y, los límites superior e inferior del HUSO #67, en la siguiente imagen se muestra la representación del análisis granulométrico del agregado grueso.

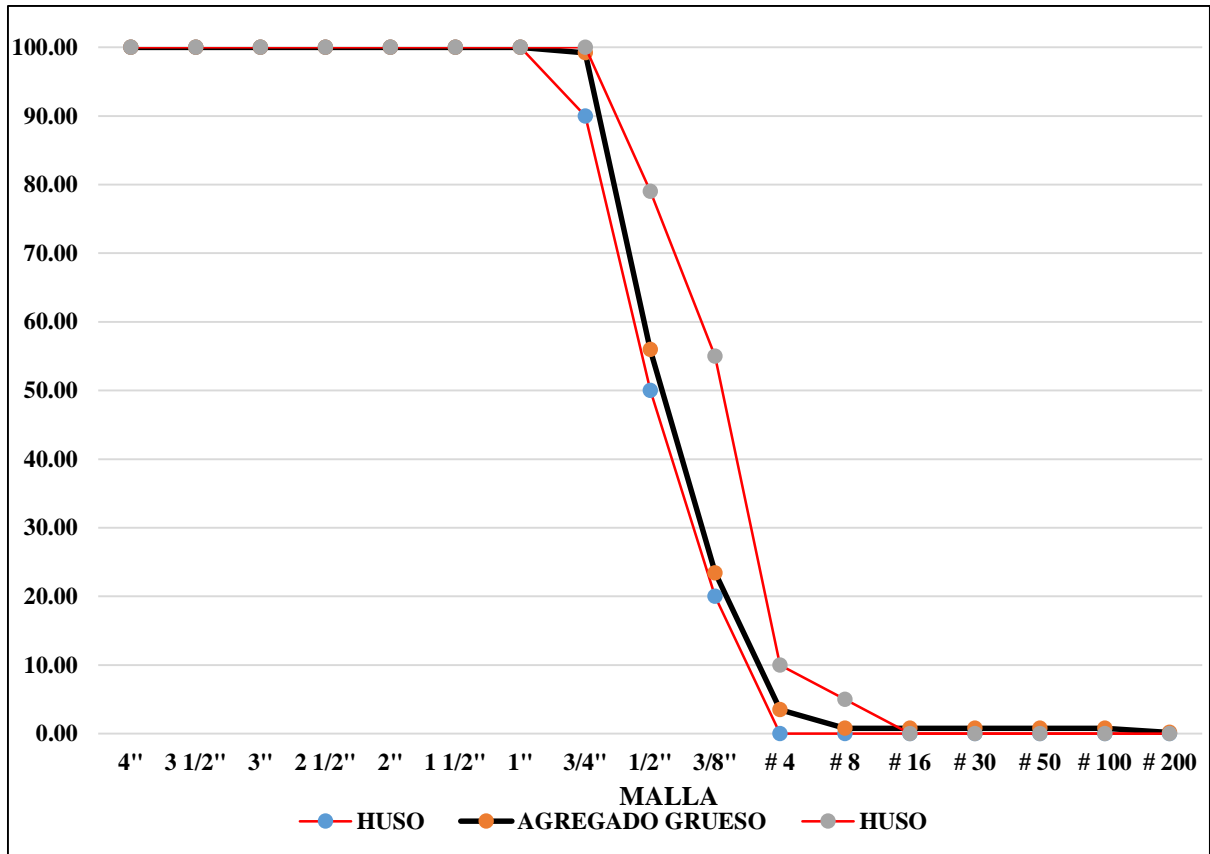


Figura 22. Curva granulométrica del agregado grueso

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Se pudo determinar que el agregado cumple con los límites inferior y superior del HUSO #67, esto es lo que se busca cuando se realiza un ensayo granulométrico, del gráfico se entiende que el tamaño máximo nominal es de 3/4" y el tamaño máximo de 1/2", con esto se deduce que el material es óptimo para trabajar en los ensayos correspondientes

3.2.2 Granulometría del Agregado Fino

En la siguiente tabla se muestra los datos obtenidos luego del proceso de tamizado del agregado grueso.

Tabla N°16. Resultados de ensayo de granulometría – Agregado fino

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA - ASTM C33							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	(%) Pasa Acum.	ASTM C33 "LIM SUP"	ASTM C33 "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	15.20	0.95	0.95	99.05	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	288.80	18.07	19.02	80.98	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	378.10	23.65	42.67	57.33	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	367.60	23.00	65.67	34.33	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	296.20	18.53	84.20	15.80	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	141.30	8.84	93.04	6.96	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	34.60	2.16	95.20	4.80	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	76.70	4.80	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Elaboración propia.

Con esta tabla, se elaborará un diagrama que permita analizar y comprender el análisis granulométrico, para este diagrama se tendrá en cuenta el porcentaje acumulado que pasa (% Pasa Acum.) y, los límites superior e inferior de la norma ASTM C33, en la siguiente imagen se muestra la representación del análisis granulométrico del agregado fino.

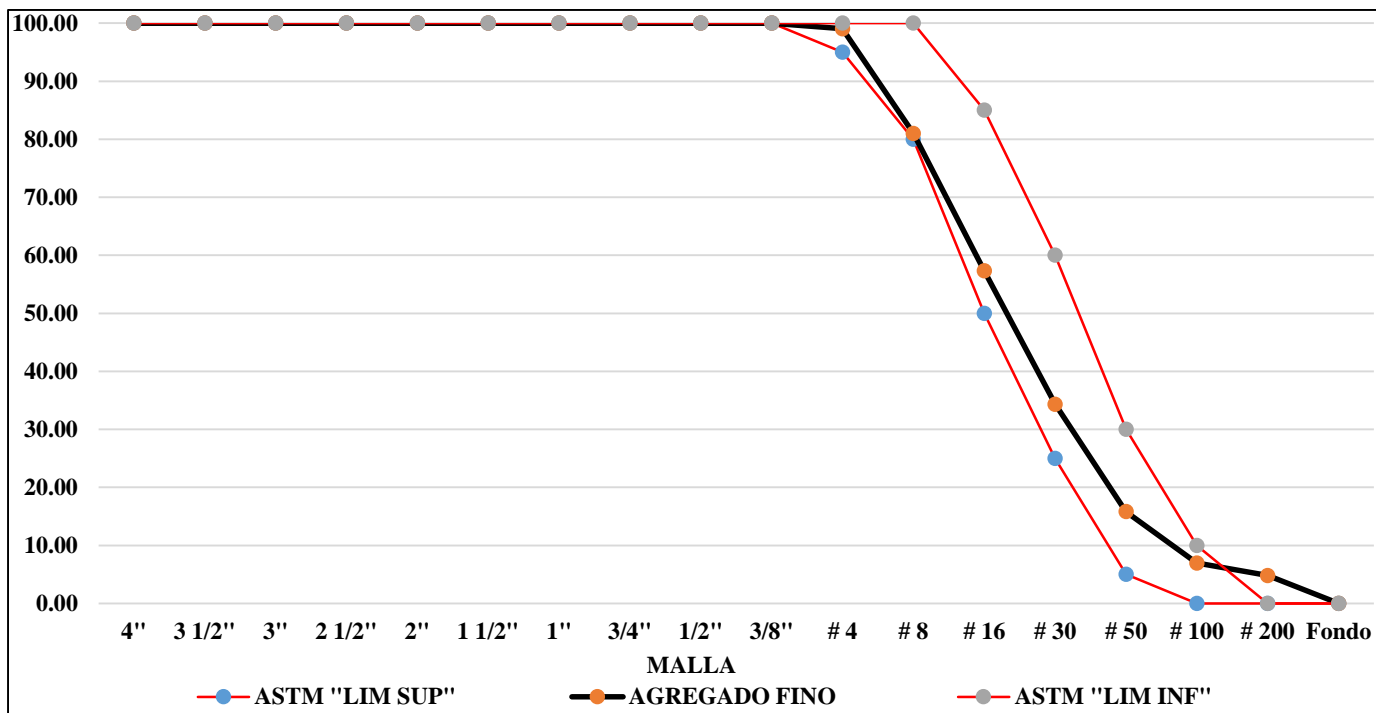


Figura 23. Curva granulométrica del agregado fino

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Para los finos, no se tiene una variedad de HUSOS, solo se tiene un límite inferior y superior establecido y es la que rige la NORMA ASTM C33, luego del ensayo se pudo determinar que el agregado cumple con dichos límites y, aunque presenta un mínimo de limo, es una cantidad muy reducida para que pueda ser tomada en cuenta.

3.3 Resistencia a la compresión.

Uno de los factores que determinan las características de un concreto es la resistencia a la compresión, la cual se basa en realizar moldes cilíndricos, para ensayarlos según el día correspondiente, en este caso 7, 14 y 28 días.

Para poder determinar la resistencia a la compresión nos basaremos en la NTP 339.034 que a su vez se basa en la norma ASTM C 39/C 39M:2015.

El ensayo consiste en aplicar una carga de compresión axial a las muestras cilíndricas en un rango de velocidad hasta que se produzca la falla. La resistencia a la compresión de la probeta es calculada al dividir la carga máxima (carga que produjo la falla), entre el área de la sección transversal de la probeta.

- **Elaboración de probetas.**

Para poder elaborar las probetas en cuando a moldes y herramientas, se realizó siguiendo las indicaciones de la ASTM C 31/C 31M, NTP 339.033. y tal como la norma cita, Para ensayos de aceptación para la resistencia especificada a la compresión, los cilindros deben ser de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm, en este caso se usará la segunda opción.

Se procedió a pesar los materiales según el diseño de mezcla establecido, para ello se hizo uso de una balanza y un recipiente, en la siguiente imagen se muestra algunas herramientas usadas.



Figura 24. Balanza electrónico y tara

Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se pesó y separo los materiales, se procedió a realizar la mezcla, este proceso se realizó para cada tipo de mezcla, se debe tener en consideración que se tuvo cuatro diseños, en los cuales uno era sin fibras de acero y otras tres con fibras de acero, pero con diferentes dosificaciones en la siguiente imagen se muestra el material y trompo que se utilizaran.



Figura 25. Trompo y materiales usados

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber realizado la mezcla se procede a realizar el vaciado a los moldes cilíndricos de 10mm de diámetro (4”) por 20 mm (8”) de altura), la cantidad de moldes fueron de tres por cada día de ensayo y dentro de cada día, tres por cada tipo de diseño, se toman tres especímenes, dado que, así lo determina la NORMA E060 CONCRETO ARMADO: “[...] Para cada relación agua-material cementante o contenido de material cementante deben confeccionarse y curarse al menos tres probetas cilíndricas para cada edad de ensayo [...]. Las probetas deben ensayarse a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para determinar $f'c$ ” (2009, p. 42).”

Como se puede leer en la cita anterior la norma aclara que el mínimo de probetas son tres, además de ello que deben ser ensayadas en los días establecidos, en la siguiente tabla se muestra un rango de días en las que se ensayan las probetas.

Para la presente investigación se tendrá en consideración los días 7, 14 y 28.

Tabla N°17. Edades de ensayos y tolerancias permisibles

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0,5 h ó 2,1 %
3d	± 2 h ó 2,8 %
7d	± 6 h ó 3,6 %
28d	± 20 h ó 3,0 %
90d	± 48 h ó 2,2 %

Fuente: NTP 339.034

En la siguiente imagen se muéstralos moldes plásticos utilizados en la realización de probetas.



Figura 26. Moldes plásticos utilizados y probetas de concreto compactado
Fuente: Elaboración propia.

Se debe mover la cuchara alrededor del perímetro del molde para asegurarnos de una mezcla adecuada del concreto, una en la que se obtenga una mínima segregación. Cada capa deber ser realizado conforme a lo que indican las tablas 18 y 19, el procedimiento se determinara por el tipo de asentamiento.

Tabla N°18. Métodos de consolidación. Requisitos de aplicación

Asentamiento, mm	Método de consolidación
≥ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Fuente: NTP 339.033

Al tener un slump mayor a 25 mm (2”), se puede usar tanto el apisonado o vibración como método de consolidación.

En laboratorio se usó el método de apisonado, método en el cual se usa una varilla metálica, y se genera golpes en toda el área de los moldes cilíndricos por cada capa que se realice, el número de capas y golpes estará determinado por el tipo y tamaño de espécimen, en la siguiente tabla se observa a detalle los números.

Tabla N°19. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos

Tipo de espécimen y tamaño	Numero de capas de igual altura	Numero de golpes por capa
Cilindros: diámetro, mm	-	
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Vigas: ancho, mm	-	
150 a 200	2	Véase 10.3
>200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	Véase 10.3

Fuente: NTP 339.033

Ya que se realizará moldes cilíndricos con diámetro de 100 mm, entonces se realizarán 2 capas con 25 golpes en cada una, en la siguiente imagen se muestra el vaciado del concreto a los moldes plásticos y el proceso de consolidación de la mezcla.



Figura 27. Consolidación del concreto mediante el método de apisonado

Fuente: Elaboración propia.

Al colocar la capa final, se debe adicionar una cantidad de concreto de manera de enrasar a tope con el borde superior del molde después de la consolidación, en la siguiente imagen se muestra dicho proceso.



Figura 28. Enrasado del concreto

Fuente: Elaboración propia.

- **Ensayo para determinar la resistencia a la compresión.**

Para poder realizar el ensayo de resistencia a la compresión se tomó como guía la ASTM C 39/39M, NTP 339.034. Los agregados fueron de tamaño máximo 3/4" y tamaño máximo nominal de 1/2". En la siguiente tabla se muestra la cantidad de probetas que se realizaron según el día a ensayar y el tipo de mezcla.

Tabla N°20. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
Días	Tipo de mezcla			
	Sin fibras de acero	Con fibras de acero*		
		0.50%	1.00%	2.00%
7	3	3	3	3
14	3	3	3	3
28	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia.

Nota: * Porcentaje respecto al volumen total del concreto.

Se procede a sumergir las probetas en un recipiente para el proceso de curado, ahí estarán hasta que se cumpla los días requeridos que son 7, 14 y 28 días en la siguiente imagen se muestra la colocación de las probetas en el pozo curador.



Figura 29. Proceso de curado de probetas

Fuente: Elaboración propia.

Luego de ello se procederá a hacer uso de la prensa hidráulica para poder hallar la carga máxima y la resistencia a compresión de todas las probetas, con y sin fibras de acero, con esto se podrá analizar e interpretar los datos.

Para este procedimiento se tuvo mucha cautela en cuanto al uso de herramientas ya que todo tenía que regirse de acuerdo a la NTP 339.034 en la siguiente imagen se muestra una probeta antes de ser ensayada.



Figura 30. Proceso de ensayo de rotura de probeta

Fuente: Elaboración propia.

Luego de que transcurrieron los días y cada probeta llegó a su periodo de curado se retiró las probetas del pozo curador y se llevó a ensayar a laboratorio.

Se debe tener en claro que los siguientes resultados son la comparación entre un diseño de una mezcla patrón, mezcla sin fibras de acero, con distintas mezclas de variadas dosificaciones de fibras de acero, tres tipos de diseños 0,50%; 1,00%; 2,00%, respecto al volumen total del concreto, también tener presente que los resultados son el promedio de las tres probetas ensayados por cada día ensayado y según la dosificación dada, los resultados se logran ver en los siguientes cuadros.

3.3.1 Resistencia a la compresión (Sin fibras vs Con fibras 0.5%)

Luego de haber realizado los ensayos de resistencia a la compresión, se tienen los resultados, la prueba a la resistencia a la compresión se realizó en base a lo que manda la NTP. 339.033, en la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos.

Tabla N°21. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 0.5% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

	Sin fibras de acero	Con fibras de acero (0.50%)
7 Días	386 Kg/cm ²	393 Kg/cm ²
14 Días	392 Kg/cm ²	401 Kg/cm ²
28 Días	396 Kg/cm ²	408 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

De la tabla mostrada, y para su mejor interpretación, se muestra en la siguiente imagen un diagrama que contiene los resultados.

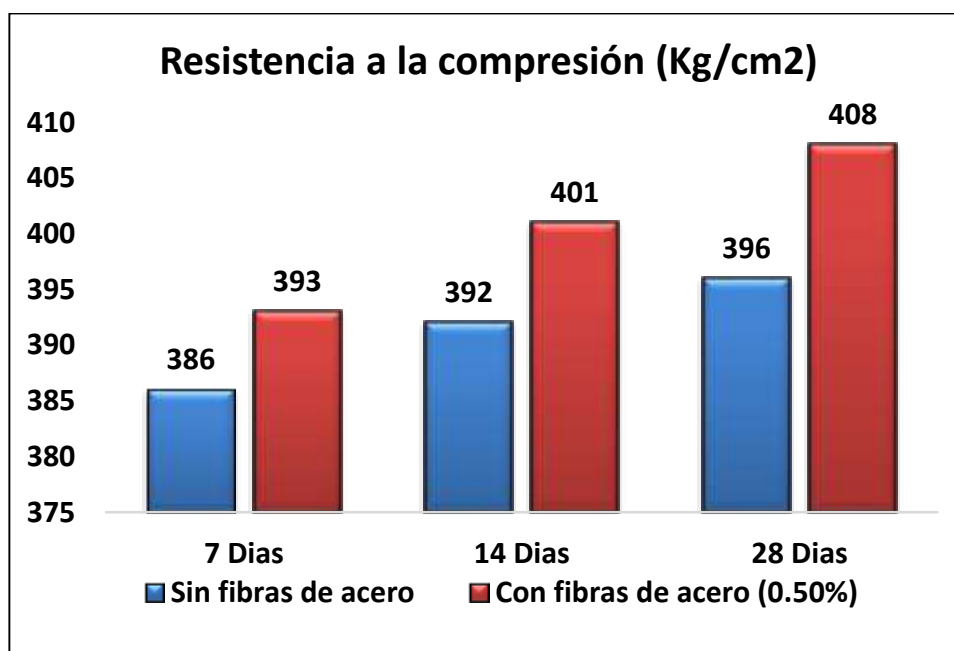


Figura 31 Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 0.50% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En el diagrama de barras mostrado, se hace comparación de dos tipos de diseños, una sin fibra de acero (mezcla patrón con la cual se comparan todas las demás dosificaciones), y un diseño con fibras de acero incorporado de 0.50% respecto al volumen del concreto, se logra apreciar un aumento de resistencia a la compresión del 1,81% a los 7 días, 2,30% a los 14 días, y 3,03% a los 28 días, esto nos da a entender que al llegar al tiempo máximo de curado se nota un incremento respecto a la resistencia a la compresión, sin embargo, aún es poco el incremento, luego se podrá apreciar en las distintas dosificaciones como se da la relación en cuanto a la dosificación del concreto y la resistencia a la compresión.

3.3.2 Resistencia a la compresión (Sin fibras vs Con fibras 1.00%)

Luego de haber realizado los ensayos de resistencia a la compresión, se tienen los resultados, la prueba a la resistencia a la compresión se realizó en base a lo que manda la NTP. 339.033, en esta ocasión se le agrego una dosificación de 1.00%, los resultados se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla N°22. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 1.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

	Sin fibras de acero	Con fibras de acero (1.00%)
7 Días	386 Kg/cm ²	401 Kg/cm ²
14 Días	392 Kg/cm ²	412 Kg/cm ²
28 Días	396 Kg/cm ²	421 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se puede visualizar los resultados de una manera más didáctica.

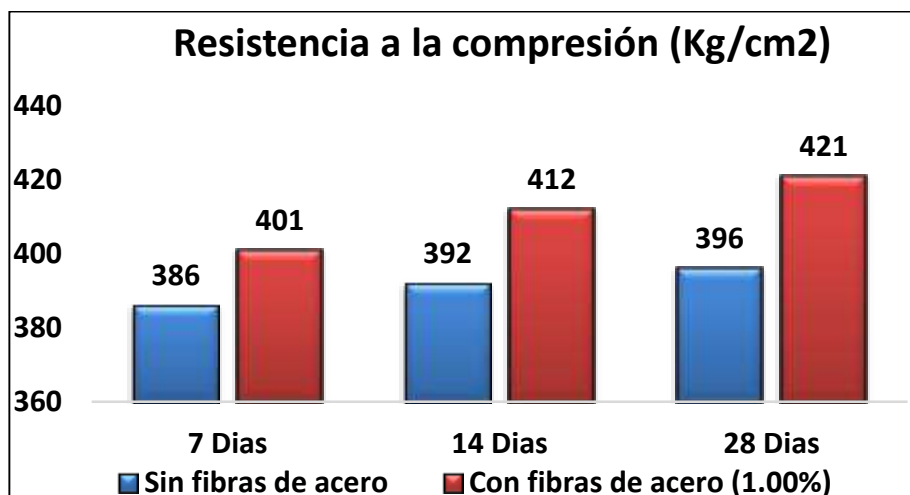


Figura 32. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 1.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En este segundo diagrama se hace comparación de la mezcla sin fibras de acero, y un diseño con fibras de acero incorporado de 1.00% respecto al volumen del concreto, se logra apreciar un aumento de resistencia a la compresión del 3,89% a los 7 días, 5,10% a los 14 días, y 6,1% a los 28 días, como se puede notar, el porcentaje aumenta conforme los días de curados, y lo que es más importante para esta investigación, la resistencia se ve incrementada conforme se le adiciona una dosificación mayor de fibras de acero.

3.3.3 Resistencia a la compresión (Sin fibras vs Con fibras 2.00%)

Luego de haber realizado los ensayos de resistencia a la compresión, se tienen los resultados, la prueba a la resistencia a la compresión se realizó en base a lo que manda la NTP. 339.033, en esta ocasión se le agrego una dosificación de 2.00%, esta es la dosificación máxima respecto al volumen del concreto, los resultados se muestran a continuación en la siguiente tabla.

Tabla N°23. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

	Sin fibras de acero	Con fibras de acero (2.00%)
7 Días	386 Kg/cm ²	412 Kg/cm ²
14 Días	392 Kg/cm ²	421 Kg/cm ²
28 Días	396 Kg/cm ²	439 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se puede apreciar el incremento de la carga según las barras de colores.

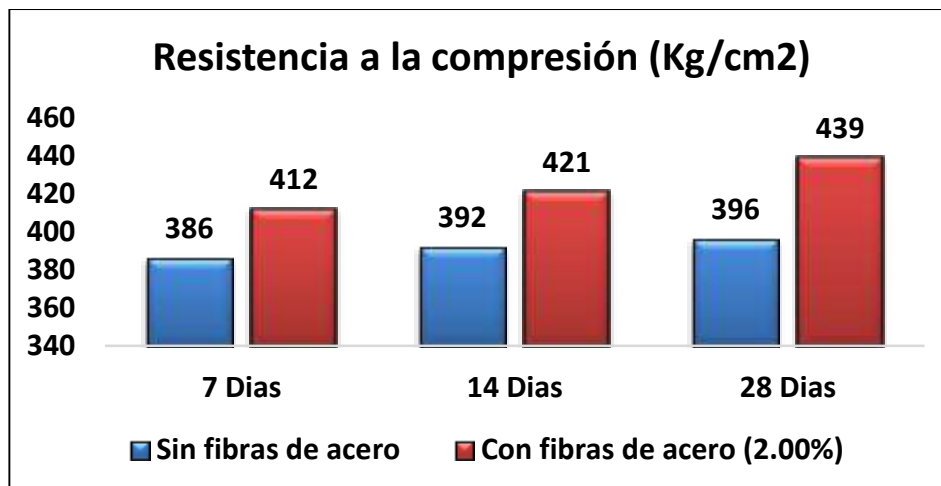


Figura 33. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En este diagrama se hace comparación de la mezcla sin fibras de acero, y un diseño con fibras de acero incorporado de 2.00% respecto al volumen del concreto, siendo esta la máxima dosificación usada en la presente investigación, se logra apreciar un aumento de resistencia a la compresión del 6,74% a los 7 días, 7,40% a los 14 días, y 10,86% a los 28 días, al ser este la máxima dosificación se puede entender el motivo del incremento de la resistencia a la compresión, y también que al llegar a los 28 días el porcentaje se ve incrementado, siendo esto un patrón presente en todas las dosificaciones.

3.3.4 Resumen de la resistencia a la compresión de las distintas dosificaciones

En la siguiente tabla se mostrará un resumen de todas las resistencias obtenido luego de ser ensayadas en los días correspondientes.

Tabla N°24. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

Número de días	Sin fibra de acero	Con fibra de acero		
		0.50%	1.00%	2.00%
7	386 kg/cm ²	393 kg/cm ²	401 kg/cm ²	412 kg/cm ²
14	392 kg/cm ²	401 kg/cm ²	412 kg/cm ²	421 kg/cm ²
28	396 kg/cm ²	408 kg/cm ²	421 kg/cm ²	439 kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes imágenes se puede interpretar la evolución de la resistencia a la compresión según el día en el que se realizó el ensayo y la dosificación que se tenía en cada espécimen, para su mejor análisis, se presente un cuadro de barras y un diagrama de curvas, en ambos se expresa los mismos resultados.

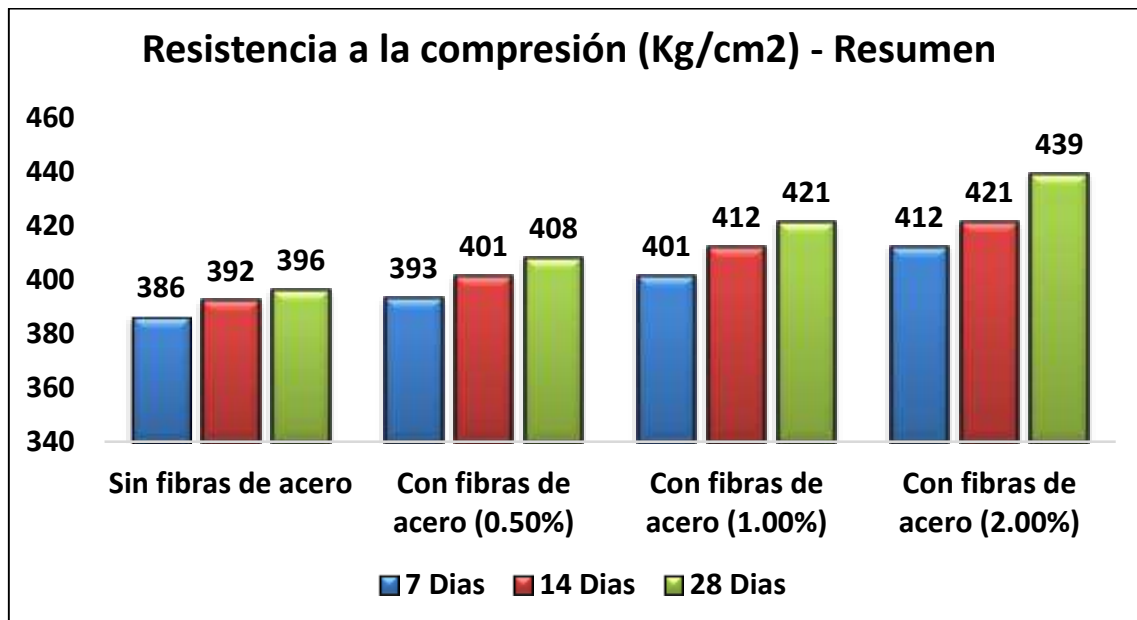


Figura 34. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto

Fuente: Elaboración propia.

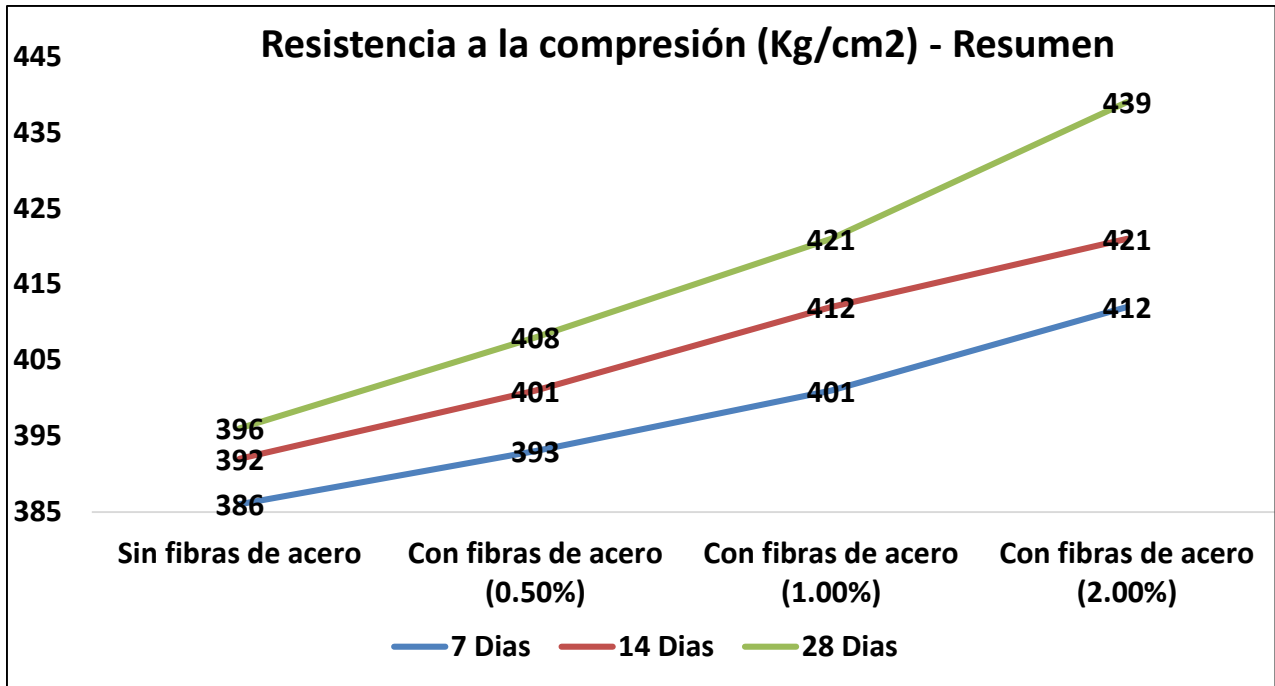


Figura 35. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto

Fuente: Elaboración propia.

Adicional a las imágenes ya mostradas, se presenta la resistencia a la compresión de cada día en el que se ensayó, esto con el fin de tener un mejor análisis.

En la siguiente imagen se muestra la representación de la resistencia a la compresión a los 7 días.

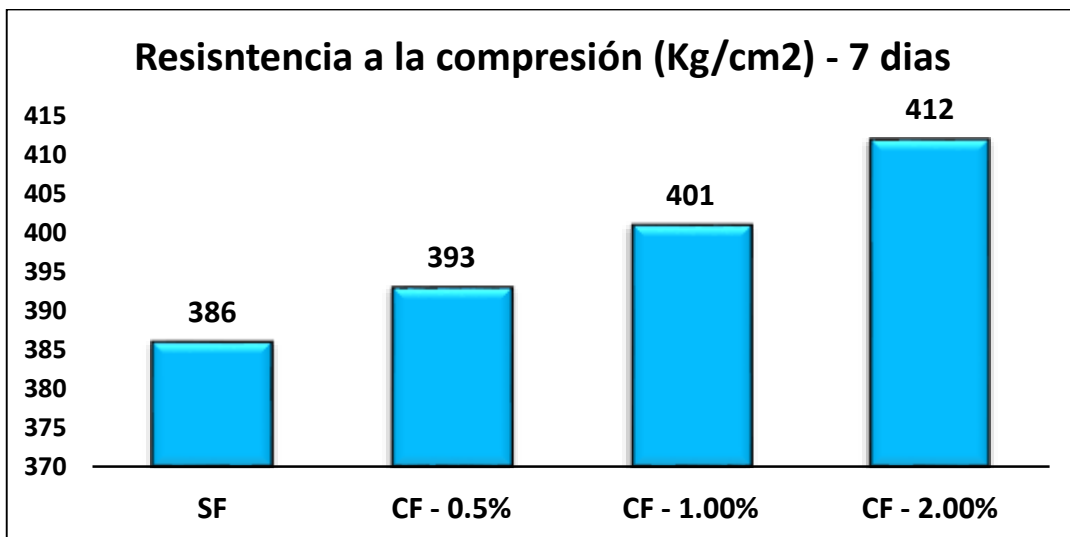


Figura 36. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto a los 7 días

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se muestra la representación de la resistencia a la compresión a los 14 días.

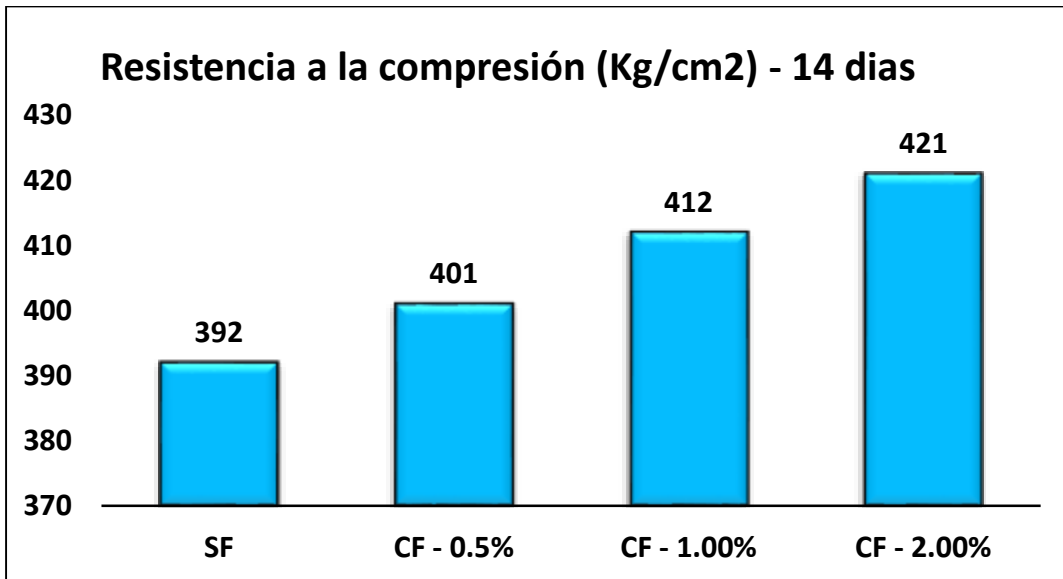


Figura 37. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto a los 14 días.

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se muestra la representación de la resistencia a la compresión a los 28 días.

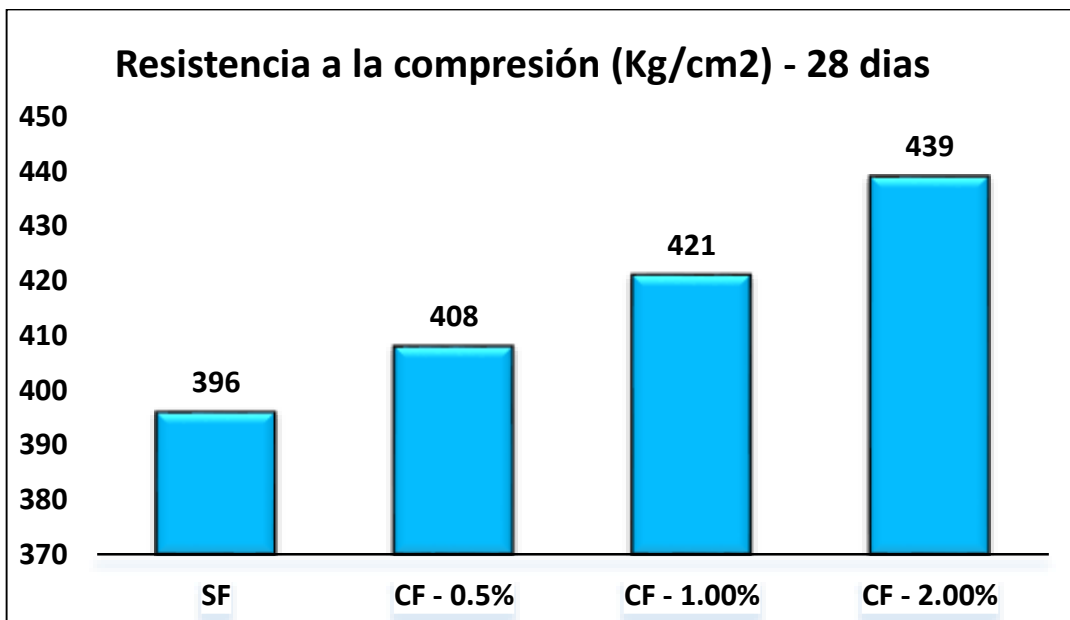


Figura 38. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto a los 28 días.

. Fuente: Elaboración propia.

En las siguientes imágenes se muestra el resumen de la resistencia a la compresión en todos los días ensayados.

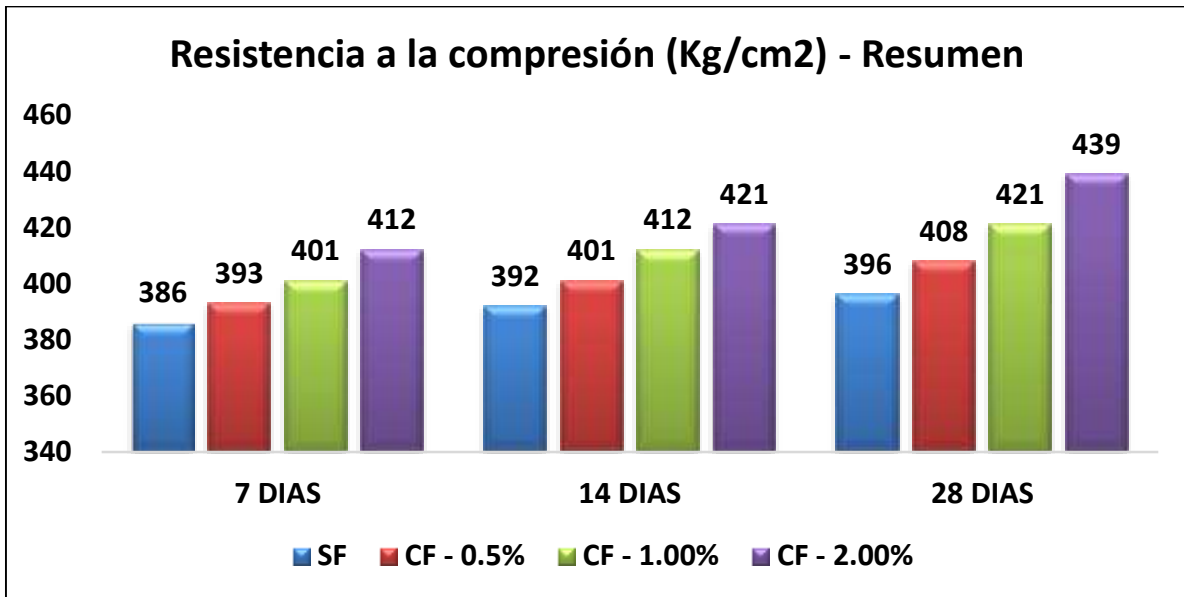


Figura 39. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

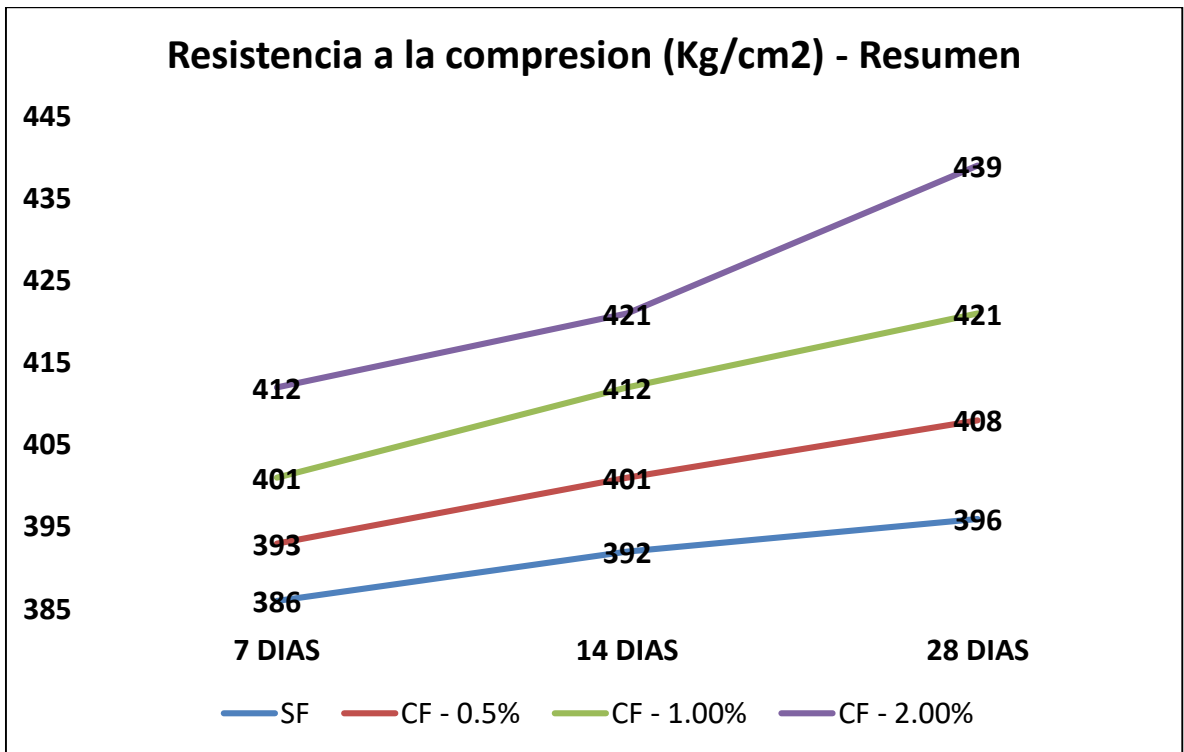


Figura 40. Evolución de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En las gráficas anteriores se ilustra todas las resistencias según los días y dosificaciones ensayadas. De estos resultados se obtiene que la resistencia a la compresión a los 7 días es el 97% de los 28 días y la resistencia a la compresión a los 14 días es de 98% con respecto a los 28 días, esto perteneciente al diseño de mezcla sin fibras de acero, ahora respecto a las dosificaciones usadas se tiene lo siguiente, para una dosificación del 0.50%, la resistencia a la compresión a los 7 días es el 96% de los 28 días y la resistencia a la compresión a los 14 días es de 98% con respecto a los 28 días, para una dosificación del 1,00%, la resistencia a la compresión a los 7 días es el 95% de los 28 días y la resistencia a la compresión a los 14 días es de 97% con respecto a los 28 días, finalmente para una dosificación del 2.00%, la resistencia a la compresión a los 7 días es el 93% de los 28 días y la resistencia a la compresión a los 14 días es de 95% con respecto a los 28 días.





Centrándonos en el día más importante que es los 28 días, se deduce que la mejor dosificación para una resistencia a la compresión mayor, es la del 2,00% respecto al volumen del concreto, algo a tener en cuenta es que este incremento a la resistencia se dio en todos los días ensayados; recordar que no es recomendable añadir más de 2.25% de fibras de acero ya que este concreto perdería trabajabilidad, por ese motivo es que esta investigación tomo un límite del 2,00% de dosificación.

En la siguiente tabla se mostrará el tipo de fractura que tubo cada probeta ensayada, para este análisis, se tomó en cuenta las probetas ensayadas a los 28 días, ya que esta son las más representativas.

Tabla N°25. *Tipo de fallas producidas en las muestras de concreto luego del ensayo de resistencia a la compresión*

	<p>Probeta ensayada a los 28 días, sin fibras de acero. Falla tipo 5</p>
---	--

	<p>Probeta ensayada a los 28 días, sin fibras de acero. Falla tipo 1</p>
	<p>Probeta ensayada a los 28 días, sin fibras de acero. Falla tipo 5</p>
	<p>Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 0.50% de fibras de acero respecto al volumen del concreto. Falla tipo 4</p>
	<p>Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 0.50% de fibras de acero respecto al volumen del concreto. Falla tipo 1</p>

	<p>Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 0.50% de fibras de acero respecto al volumen del concreto. Falla tipo 2</p>
	<p>Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 1.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto. Falla tipo 2</p>
	<p>Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 1.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto. Falla tipo 2</p>
	<p>Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 1.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto. Falla tipo 2</p>



Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.
Falla tipo 5



Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.
Falla tipo 5



Probeta ensayada a los 28 días, con una dosificación de 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto.
Falla tipo 5

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de todas las probetas ensayadas.

Tabla N°26. Resultados de todos los ensayos de resistencia a la compresión entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y las distintas dosificaciones de fibras de acero respecto al volumen del concreto.

Sin fibras de acero	7 días		365 Kg/cm ²	386 Kg/cm ²
			422 Kg/cm ²	
			371 Kg/cm ²	
	14 días		404 Kg/cm ²	392 Kg/cm ²
			385 Kg/cm ²	
			385 Kg/cm ²	
	28 días		404 Kg/cm ²	396 Kg/cm ²
			392 Kg/cm ²	
			392 Kg/cm ²	
Con fibras de acero	7 días	0.50%	392 Kg/cm ²	393 Kg/cm ²
			392 Kg/cm ²	
			394 Kg/cm ²	
		1.00%	404 Kg/cm ²	401 Kg/cm ²
			404 Kg/cm ²	
			394 Kg/cm ²	
	2.00%	411 Kg/cm ²	412 Kg/cm ²	
		421 Kg/cm ²		
		404 Kg/cm ²		
	14 días	0.50%	404 Kg/cm ²	401 Kg/cm ²
			404 Kg/cm ²	
			394 Kg/cm ²	
		1.00%	411 Kg/cm ²	412 Kg/cm ²
			404 Kg/cm ²	
			421 Kg/cm ²	
	2.00%	434 Kg/cm ²	421 Kg/cm ²	
		430 Kg/cm ²		
		397 Kg/cm ²		
28 días	0.50%	404 Kg/cm ²	408 Kg/cm ²	
		397 Kg/cm ²		
		423 Kg/cm ²		
	1.00%	421 Kg/cm ²	421 Kg/cm ²	
		437 Kg/cm ²		
		404 Kg/cm ²		
2.00%	455 Kg/cm ²	439 Kg/cm ²		
	437 Kg/cm ²			
	423 Kg/cm ²			

Fuente: Elaboración propia.

3.4 Resistencia a la flexión

Uno de los factores que determinan las características de un concreto es la resistencia a la flexión, la cual se basa en realizar moldes cilíndricos, para ensayarlos según el día correspondiente, en este caso a los 28 días.

Para poder determinar la resistencia a la compresión nos basaremos en la NTP 339.034, 4ª Edición, el 31 de diciembre de 2015, que a su vez se basa en la norma ASTM C 39/C 39M:2015.

Según la NTP 339.078, (2012, p. 2).

El ensayo consiste en aplicar una carga en los tercios de la luz de la viga hasta que ocurra la falla. El módulo de rotura se calculará, según la ubicación de la falla: dentro del tercio medio o a una distancia de éste no mayor del 5 % de la luz libre.

Los resultados se calculan y reportan mediante el módulo de rotura.

Para este procedimiento se debe llevar la muestra a ensayar en el día de curado determinado, y usar la maquina calibrada, luego del procedimiento se tendrá la carga máxima con eso y según las dimensiones de la muestra, se obtiene el módulo de rotura (MPa).

- **Elaboración de moldes**

Para poder elaborar las probetas en cuando a moldes y herramientas, se realizó siguiendo las indicaciones de la ASTM C 31/C 31M, NTP 339.033. y tal como la norma cita, para ensayos de aceptación para la resistencia especificada a la flexión, para poder obtener de manera precisa la resistencia a la flexión, las vigas deben ser vaciadas y fraguadas de manera horizontal. La viga normal debe ser de 150 mm por 150 mm de sección transversal, así mismo, se recomienda no tener una altura o anchura menor a 150 mm, esto puede modificarse si las especificaciones establecidas en el proyecto así lo demandan.

Se procedió a pesar los materiales según el diseño de mezcla establecido, para ello se hizo uso de una balanza y un recipiente En las siguientes imágenes se muestra algunas de las herramientas usadas.



Figura 41. Balanza electrónico y tara.

Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se pesó y separo los materiales, se procedió a realizar la mezcla, este proceso se realizó para cada tipo de mezcla, se debe tener en consideración que se tuvo dos diseños, en los cuales uno era sin fibras de acero y otra con fibras de acero, con una dosificación del 2% respecto a su volumen, en las siguientes imágenes se muestra la mezcla lista para ser vaciada.



Figura 42. Trompo y mezcla preparada.

Fuente: Elaboración propia

Luego de haber realizado la mezcla se procede a realizar el vaciado a los moldes rectangulares de 150 mm de ancho, por 150 mm de altura y una longitud de 500mm, la cantidad de moldes fueron de uno a los 28 días y, uno por cada tipo de diseño, en este caso se tiene una mezcla sin fibras de acero y otra con 2% de dosificación de fibras de acero respecto al volumen del concreto, en las siguientes imágenes se observa el vaciado de la mezcla al molde rectangular.



Figura 43. Encofrado de madera utilizados

Fuente: Elaboración propia.

Se debe usar una pala y cucharón de largo suficiente, de tal manera que la cantidad de concreto recogido del recipiente de muestreo sea representativa y lo suficientemente pequeña para que el concreto no se derrame durante la colocación en el molde, en la siguiente tabla se muestra el número de capas según las dimensiones de la muestra.

Tabla N°27. Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos

Tipo de espécimen y tamaño	Numero de capas de igual altura	Numero de golpes por capa
Cilindros: diámetro, mm	-	
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Vigas: ancho, mm		
150 a 200	2	Véase 10.3
>200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	Véase 10.3

Fuente: NTP 339.033

Se realizarán dos capas, para poder detallar el número de capas tendríamos que ubicarnos el artículo 10.3 y seguir las indicaciones.

Seleccionar la barra compactadora apropiada según 6.4 y la Tabla 1, o el vibrador según 6.5. Determinar el método de consolidación de la Tabla 2, a menos que se especifique otro método. Si el método de consolidación es por apisonado, determinar los requisitos para el moldeo de la Tabla 3. Si el método de consolidación es por vibración determinar los requisitos de moldeo de la Tabla 4. [...] (2009, p. 11).

Cada capa deber ser realizado conforme a lo que indican TABLA 1, 2, 3 y 4 DE LA NTP 339.033, el procedimiento se determinara por el tipo de asentamiento. En el artículo 6.4 se indica las dimensiones de la varilla compactadora, se omite el artículo 6.5 porque no se usará el vibrador, en la siguiente tabla (TABLA 1 de la NTP 339.033) se mostrará lo señalado.

Tabla N° 28. Dimensiones de la varilla según diámetro de muestra

Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Dimensiones de la varilla*	
	Diámetro, mm	Longitud de la varilla, mm
< 150	20	300
150	16	500
225	16	65
*Tolerancia en la longitud, +/- 100mm; Tolerancia del diámetro +/- 2mm.		

Fuente: NTP 339.033

En este caso se tiene una viga de 150 de ancho, por lo tanto, la varilla será de diámetro 16 mm y la longitud de la varilla de 500 mm.

Se seguirá con la TABLA 2 de la NTP 339.033, para determinar el método de consolidación, según el conteo de esta investigación seria la tabla 29.

Tabla N° 29. Dimensiones de la varilla según diámetro de muestra

Asentamiento, mm	Método de consolidación
≥ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Fuente: NTP 339.033

Al tener un slump mayor a 25 mm (2"), se puede usar tanto el apisonado o vibración como método de consolidación

En laboratorio se usó el método de apisonado, método en el cual se usa una varilla metálica, y con el cual se genera golpes en toda el área de los moldes rectangulares por cada capa que se realice, el número de capas y golpes estará determinado según lo que se indica en el artículo 10.3.

Determinar el número de golpe por capa, uno cada 14 cm² del área de la superficie superior de la viga. [...] Usando una pala o cuchara, colocar el concreto en el molde a la altura requerida en cada capa. Colocar el concreto de tal forma que se distribuya uniformemente en cada capa, con la mínima segregación. Cada capa se debe consolidar conforme se requiere. Al colocar la capa final, se debe adicionar una cantidad de concreto de manera que el molde quede sobrellenado, después de la consolidación. [...] (2009, p. 11).

Se realizarán dos capas y en cada capara 50 golpes con la varilla compactadora, en la siguiente imagen se muestra el proceso de compactación de la muestra.



Figura 44. Consolidación del concreto mediante el método de apisonado.

Fuente: Elaboración propia

Cantidad de muestras a ensayar y proceso de curado

Los agregados fueron de tamaño máximo 3/4" y tamaño máximo nominal de 1/2". En la siguiente tabla se muestra la cantidad de probetas que se realizaron según el día a ensayar y el tipo de mezcla.

Tabla N° 30. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la flexión

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Días	Tipo de mezcla	
	Sin fibras de acero	Con fibras de acero*
		2.00%
28	1	1

Fuente: Elaboración propia.

Nota: * Porcentaje respecto al volumen total del concreto.

Se procede a sumergir las probetas en un recipiente para el proceso de curado, ahí estarán hasta que se cumpla el día requeridos que es 28 días en la siguiente imagen se muestra la colocación de la muestra al cilindro curador.



Figura 45. Colocación de viga en el cilindro curador

Fuente: Elaboración propia.

Para este procedimiento se tuvo mucha cautela en cuanto al uso de herramientas ya que todo tenía que regirse de acuerdo a la NTP 339.078, NTP 339.079, y la norma española UNE EN 14651, En la siguiente imagen se muestra las muestras ensayadas.



Figura 46. Prueba de resistencia a la flexión muestra sin fibras de acero (izquierda) muestra con fibras de acero 2% de dosificación de respecto al volumen del concreto (derecho)

Fuente: Elaboración propia.

Luego de que transcurrieron los días y que las vigas llegaron a su periodo de curado se retiró los moldes del pozo curador y se llevó a ensayar a laboratorio.

Luego de que transcurrieron los días y cada viga llegó a su periodo de curado se retiró los moldes del pozo curador y se llevó a ensayar a laboratorio.

Se debe tener en claro que los siguientes resultados son la comparación entre un diseño de una mezcla patrón, mezcla sin fibras de acero, y una con 2% de dosificación de fibras de acero respecto al volumen del concreto, los resultados se logran ver en los siguientes cuadros.

3.4.1 Viga de concreto sin fibras de acero (Norma de referencia NTP 339.078:2017)

En la siguiente tabla se muestra los datos más importantes de la viga ensayada.

Tabla N°31. *Ensayo de resistencia a la flexión con cargas los tercios del tramo*

DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (MM)			UBICACIÓN DE LA FRACTURA	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm2)
	LARGO	ANCHO	ALTURA			
450	500	155	155	Tercio central	2640	32.00

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Resistencia} = \frac{pl}{bh^2} = \frac{(2640)(\text{Kg}) \cdot (450)(\text{mm})}{(155)(\text{mm}) \cdot ((155)(\text{mm}))^2} = 32.00 \text{ Kg/cm}^2 = 3.14 \text{ MPa}$$

Nota: MPa = kg/cm2 x 0.0980665

3.4.2 Viga de concreto con fibras de acero al 2% de dosificación según el volumen del concreto (Norma de referencia NTP 339.079:2017)

En la siguiente tabla se muestra los datos más importantes de la viga ensayada.

Tabla N°32. *Ensayo de resistencia a la flexión con carga central*

DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (MM)			CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXION (Kg/cm2)
	LARGO	ANCHO	ALTURA		
450	500	155	150	2280	44.13

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Resistencia} = \frac{3pl}{2bh^2} = \frac{3 \cdot (2280)(\text{Kg}) \cdot (450)(\text{mm})}{2 \cdot (155)(\text{mm}) \cdot ((150)(\text{mm}))^2} = 44.13 \text{ Kg/cm}^2 = 4.33 \text{ MPa}$$

Nota: MPa = kg/cm2 x 0.0980665

Con los valores obtenidos en los resultados, se realiza una tabla en la que se resume estos números para poder compararlo, analizarlo e interpretarlo, con ello poder determinar cómo influye la incorporación de fibras en la resistencia a la flexión.

Tabla N°33. Comparación de la resistencia a la flexión (Modulo de rotura) entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con dosificación de 2% de fibras de acero respecto al volumen del concreto

Tipo de concreto	Dosificación de fibras	Edad	Módulo de rotura (MPa)
Sin fibras de acero	-	28 días	3.14
Con fibras de acero	2.00%	28 días	4.33

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente imagen se puede interpretar de mejor manera la evolución de la resistencia a la flexión del concreto.

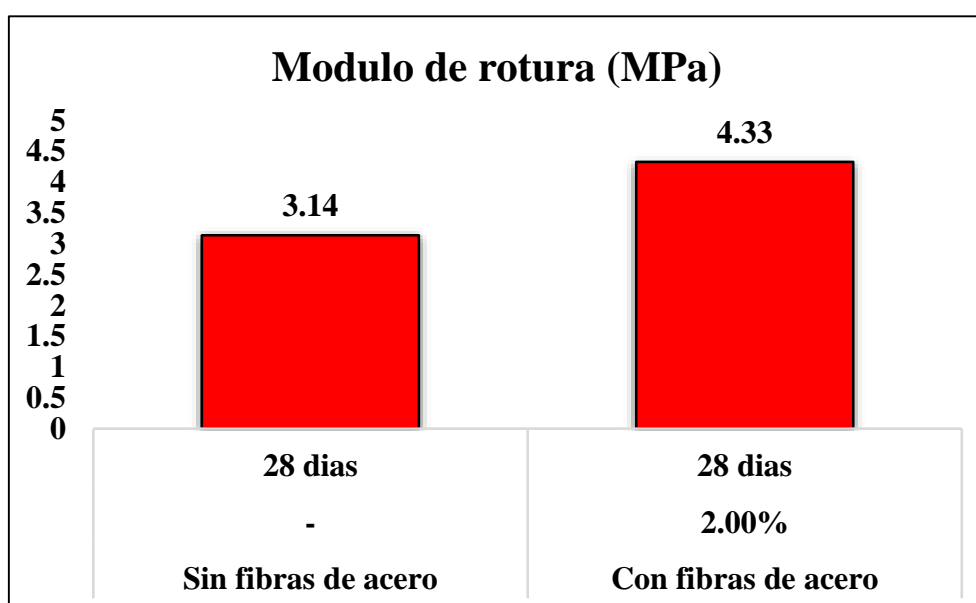


Figura 47. Evolución de la resistencia a la flexión (módulo de rotura) entre una mezcla de concreto sin fibras de acero y una con dosificación de 2% de fibras de acero respecto al volumen del concreto. Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Del grafico se obtiene que la resistencia a la flexión del concreto se ve incrementado en un 37.9 % con la incorporación de fibras de acero respecto a un concreto sin refuerzo, los valores que se obtienen del Módulo de rotura del concreto reforzado con fibras de acero, está dentro de los valores que demanda el Reglamento Nacional de edificaciones C.E. 010 “Pavimentos Urbanos”, el cual establece un Módulo de Rotura mínimo de 3,4 MPa.

3.5 Esfuerzo limite proporcional / Esfuerzo residual

En la siguiente tabla se muestra los datos más importantes de la viga ensayada.

Tabla N°34. Características de viga con fibras de acero ensayada y dimensiones del corte para cálculo de esfuerzo limite proporcional

DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES DEL CORTE (mm)	
ancho	altura	longitud		altura	ancho
155	150	500	450	25	3.6

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se muestra los datos más importantes referente al límite proporcional y esfuerzo residual de la viga ensayada.

Tabla N°35. Resultado de esfuerzo limite proporcional y esfuerzo residual

COMD (mm)	0.5	1.5	2.5	3.5	LOP
CARGA (KN)	16.5	13.88	10.42	8.88	16.53
RESISTENCIA (N/mm ²)	4.6	3.87	2.91	2.48	4.61

Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener presente que el LOP (Limite de proporcionalidad) ocurre cuando se tiene un COMD (Desplazamiento del borde de la fisura) es igual a 0.05, en la siguiente imagen se podrá analizar de mejor manera.

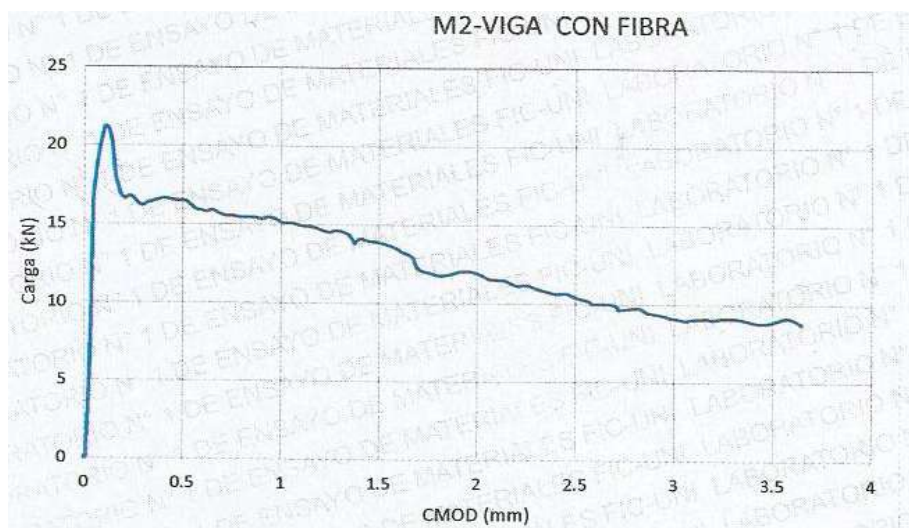


Figura 48. Diagrama de Carga expresada en Kn contra desplazamiento del borde de la fisura expresada en mm.

Fuente: Laboratorio de Ensayo de Materiales-UNI

Interpretación: Se pudo determinar que el Esfuerzo límite de proporcionalidad es de 16,53 Kn y la resistencia residual para esta carga es de 4,61 N/mm², como se puede apreciar en el gráfico, con la incorporación de fibras de acero, luego de producirse la falla, las fibras siguen trabajando evitando que colapse, de esta manera lo que debería ser una falla frágil se va convirtiendo en una dúctil, algo que es muy importante en caso de sismos.

Con los resultados mostrados anteriormente y siguiendo lo que se indica en la norma española EHE – 08, podremos determinar si estas fibras cumplen una función estructural.

Esta norma indica que **la resistencia característica inferior a tracción** $f_{ct,k}$ (correspondiente a 0.05), viene dada, en función de la resistencia media a tracción $f_{ct,m}$, por la fórmula:

$$f_{ct,k} = 0.7 * f_{ct,m}$$

La norma en el Artículo 31.3 del Anejo 14 de la norma EHE – 08 indica que

Del ensayo propuesto en UNE-EN 14651 se obtiene el diagrama carga-abertura de fisura del hormigón. A partir de los valores de carga correspondiente al límite de proporcionalidad (f_l) y a las aberturas de fisura 0,5 mm y 2,5 (F_1 y F_3 respectivamente), se obtiene el valor de resistencia a flexotracción ($f_{ct,fl}$) y los valores de resistencia residual a flexotracción correspondientes: f_{R1} y f_{R3} . (2011, p. 611).

Las fibras, según el Artículo 31.4 del Anejo 14 de la norma EHE - 08: “Pueden ser consideradas con función estructural si la resistencia característica residual a tracción por flexión $f_{R,1,k}$ no es inferior al 40% del límite de proporcionalidad y $f_{R,3,k}$ no es inferior al 20% del límite de proporcionalidad.” (2011, p. 612).

Para poder determinar la certeza de estas fibras se procede a realizar los cálculos y expresarlos en una tabla para su mejor análisis e interpretación.

Tabla N°36. Comprobación de fibras para determinar si cumple función estructural

Ensayo UNE EN 14561 bajo lo requerido por EHE-08							
Resistencia Residual media a flexotraccion - $f_{R,j,m}$ - (N/mm ²)		Resistencia Característica Residual a Flexotraccion - $f_{R,j,k} = 0.7 * f_{R,j,m}$ - (N/mm ²)		Requisito EHE-08 para que se cumpla la función estructural de las fibras según Anejo 14			
LOP _m	4,61	LOP _k	3,23	-			
$f_{R,1,m}$	4,60	$f_{R,1,k}$	3,22	40%LOP	1,29	$f_{R,1,m,k} > 40\%LOP$	Cumple
$f_{R,3,m}$	2,91	$f_{R,3,k}$	2,04	20%LOP	0,65	$f_{R,3,m,k} > 20\%LOP$	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Ya que se cumple con lo requerido por la norma española EHE-08, de la tabla anterior se puede determinar que las fibras de acero cumplen con una función estructural.

IV. DISCUSIÓN

H1: “La incorporación de fibras de acero, mejora las propiedades que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018”.

En la investigación de Sotil, et al. “Análisis comparativo del comportamiento 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” (2015). Los autores realizaron una dosificación de 20 a 25 Kg por metro cubico de concreto, a las cuales se le realizaron distintas pruebas como las de flexión, compresión y tracción, ellos llegaron a la conclusión que las fibras de acero son una alternativa de prevención para poder tratar las limitaciones del concreto, con una dosificación adecuada se mejora las propiedades mecánicas del concreto, evidenciando el comportamiento que tiene las fibras dentro del concreto. De igual manera, en la presente investigación se verificó la incorporación de fibras de acero en una dosificación del 2.00% respecto al volumen del concreto (48 kg por metro cubico) mejora las propiedades del concreto, tanto de resistencia a la compresión, como de flexión, otorgándole de esta manera mayor soporte frente a las cargas que actúan y con esto generando mayor tenacidad.

H2: “La incorporación de fibras de acero influye sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018”.

En la investigación de López. “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado” (2010). López realizo una dosificación de 60 Kg por metro cubico de concreto, a las cuales se le realizaron pruebas de resistencia a la compresión, él llega a la conclusión que no se presenta mejorías en cuanto a la resistencia a los 28 días. En la presente investigación se verificó que la resistencia a la compresión aumentó en función de las fibras de acero adicionadas (para todas las dosificaciones), sobretodo en la dosificación de 2.00% (48 Kg por metro cubico), en esta caso se tiene un resultado distinto al se obtuvo, quizás por el tipo de fibra o el tipo de agregado usado, se puede notar el contraste, ya que, en todas las dosificaciones y en todos los días ensayados de esta investigación, se pudo notar el incremento de la resistencia a la compresión del concreto.

H3: “La incorporación de fibras de acero influye en la resistencia a la flexión que posee concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018”.

Cando, “Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado” (2016). En dicha investigación Cando concluye que la incorporación de fibras de acero en una dosificación del 0.00%, 0.25%, 0.50%, 1.00%, 1.50% respecto al volumen del concreto, produce un incremento a la resistencia a la flexión en comparación a un concreto sin fibras de acero, esta resistencia se ve incrementada en un 25.40% (para 1.50%) , en la presente investigación se reafirma los resultados obtenidos, al probar que con una dosificación de 2.00% de acero, se logra incrementar la resistencia a un 37.90%, estando los resultados de Modulo de rotura dentro del Reglamento Nacional de edificaciones C.E. 010 “Pavimentos Urbanos”, el cual establece un Módulo de Rotura mínimo de 3,4 MPa.

H4: “Adicionar fibras de acero, influye en la resistencia residual que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018”.

Guzmán, “Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibras de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias” (2015). Indica que la incorporación de fibras de acero con una dosificación de 40 kg/m³, provoca que el concreto desarrolle un esfuerzo residual, haciendo con esto que tenga mayor capacidad de soporte de cargas, también menciona que una vez llegado a la falla, la fibra empieza a trabajar, haciendo que el concreto recupere parte de la deformación a la que se vio sometida, debido a ese fenómeno ese produce un cambio de falla frágil a dúctil dándole así mayor tenacidad al concreto. En la presente investigación se obtuvo, los mismos resultados, ya que, con una dosificación del 2.00% de fibras de acero respecto al volumen del concreto (48 kg/m³) el concreto desarrolla un residual que permite que el concreto siga resistiendo cargas luego de la aparición de la primera fisura, también cambia su tipo de falla de frágil a dúctil, y con esto se incrementa la tenacidad del concreto, además de lo ya mencionado y basándonos en la norma española EHE-08 se pudo concluir los requisitos establecidos en el Artículo 34 con el cual las fibras de acero cumplen funciones estructurales

V. CONCLUSIONES

Se llega a la conclusión que al incorporar fibras de acero al concreto, se incrementa la resistencia a la compresión, esto se va produciendo a escalas, a mayor dosificación de fibras de acero, mayor será la resistencia a la compresión, siendo la dosificación del 2.00% (48 kg por metro cubico) la óptima de entre todas, con esta dosificación se obtiene una resistencia a los 28 días de 439 Kg/cm² en comparación a los 396 kg/cm² de una sin fibras de acero, significando esto un incremento del 10.86% de la resistencia.

Se puede determinar que un concreto reforzado con fibras de acero a una dosificación de 2% respecto a su volumen, resiste más a los esfuerzos por flexión que uno sin fibras de acero, luego de la prueba a los 28 días en ambas muestras, se obtuvo que la resistencia incrementa de 3.14 MPa 4,33 MPa, aumentando en un 37,90%; cabe señalar los valores que se obtienen del Módulo de rotura del concreto con fibras de acero, está dentro de los valores que demanda el Reglamento Nacional de edificaciones C.E. 010 “Pavimentos Urbanos”, el cual estable un Módulo de Rotura mínimo de 3,4 MPa.

Luego de la prueba a la flexión bajo la norma UNE-EN 14651, se concluye que al incorporar una dosificación de 2% fibras de acero respecto al volumen del concreto, el concreto sigue resistiendo pese a la aparición de la falla, brindándole de esta manera una resistencia residual, además se logra evitar a fractura frágil, dándole ductilidad al concreto. De acuerdo a los resultados de la prueba a flexión bajo la norma UNE-EN 14651, se puede afirmar que una incorporación de 2% fibras de acero (48 Kg por metro cubico) al concreto, cumple con los requisitos indicados por la Norma española EHE-08 en el Anejo 14 – Artículo 31.4, para poder ser considerado como estructural.

Al tener una mayor resistencia a la compresión, flexión, capacidad de resistencia residual y aportar ductilidad al concreto, las fibras de acero mejoran las propiedades que tiene el concreto, permitiendo que el concreto siga resistiendo incluso luego de la aparición de la falla, de esta manera se tiene una mayor resistencia respecto a los eventos que dependen enteramente de la estructura del concreto, siendo más puntual, en su uso en pavimentos rígidos.

VI. RECOMENDACIÓN

Al momento que se realice el vaciado de probetas tener en consideración realizar un vaciado total de muestra según la dosificación y el día de curado, para poder realizar el ensayo en un solo día sin problemas con el límite de horas establecidos por la NTP 339.034, dado que, de cumplirse el día de curado y no tener disponibilidad para ensayar las muestras se tendría un problema de cálculo con los días de rotura (7, 14 y 28 días) o los días que fuesen según lo previsto

Cuando se realice el molde en donde ira la viga a ensayar, tener cautela con las dimensiones, ya que están normadas y deben respetarse para no tener alteraciones en los resultados, de igual manera proyectar el día de rotura y prevenir que se tenga disponibilidad en el laboratorio a ensayar, al momento de transportar las muestras a ensayar, tener cuidado con no dañarlas, ya que, en ocasiones se producen fallas en sus ensayos por no tener superficies lisas, esto alteraría los resultados.

Para hacer la prueba a la flexión según la norma española UNE EN 14651, tener en consideración los requisitos establecidos en la norma EHE 08, ya que, estas dos normas se complementan para poder dar resultados, sería a nuestras normas como la NTP 339.033 y la NTP 339.078, se necesita de ambas normas para poder hacer el ensayo a la flexión.

Es recomendable el uso de la norma ACI 211 para el diseño de mezclas, y hacer reajustes en la cantidad de agregado fino mediante el cálculo de volúmenes absolutos, al momento de realizar el diseño de mezcla, el empleo de agregados gruesos con un máximo de 1/2'' de tamaño nominal, ya que con este tipo de material se pudo obtener los resultados óptimos del concreto en estado endurecido, en caso se use una mezcladora de concreto, agregar las fibras de acero una vez se haya incorporado los demás materiales y mezclar durante 30 adicionales, el tiempo puede varias por unos segundos más, dependerá si ya se tiene la distribución homogénea y uniforme requerida., tener presente que las dimensiones de las fibras son variadas y que en existen restricciones en cuanto a estas medidas, se debe usar el tipo de fibra según el contexto demande.

VII. REFERENCIAS

ACI 211 - 1. (2002) Procedimiento para diseño de mezclas de concreto de peso normal. [en línea] [Fecha de consulta: 15 de septiembre del 2018]. Disponible en https://kashanu.ac.ir/Files/aci%20211_1_91.pdf

ASTM C33-03. Especificación estándar para agregados para concreto [en línea] [Fecha de consulta: 12 de octubre del 2018]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/363156459/ASTM-C33-03-Espanol>

ASTM C136-01. Método de ensayo normalizado para determinar el análisis granulométrico de los áridos finos y gruesos [en línea] [Fecha de consulta: 13 de octubre del 2018]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/328614344/ASTM-C-136-01-doc>

ASTM C1399. Método de prueba para obtener el esfuerzo residual promedio del concreto fibra-reforzada [en línea] [Fecha de consulta: 21 de octubre del 2018]. Disponible en <https://es.scribd.com/document/363210517/ASTM-C1399-Espanol>

BECERRA, Mario, Tópicos de pavimento

BETANCUR, Sonia. Operacionalización de Variables. Universidad de Caldas. [en línea] [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en http://fcaenlinea.unam.mx/anexos/1349/1349_u2_Act2.pdf

Bianchini Ingeniero. Fibras: refuerzo estructural del hormigón. [en línea] [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2018]. Disponible en https://www.abianchini.es/es/catalogos/item/download/46_79bf32dc8d9f243ac640b64f1354ed80

CANDO, Luis. Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Universidad central del Ecuador, 2016.

CARRILLO, Julián, APERADOR, William y GONZÁLES, Giovanni. Correlaciones entre las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de acero. Universidad Nacional Autónoma de México, 2013. [Fecha de consulta: 17 de octubre del 2018]. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/404/40428278013.pdf>

CAZAU, Pablo (2006). *Introducción a la investigación en ciencias sociales*. Disponible en <http://alcazaba.unex.es/asg/400758/MATERIALES/INTRODUCCI%C3%93N%20A%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20EN%20CC.SS.pdf>

CHÁVEZ, Dennis. Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación jurídico social. [en línea] [Fecha de consulta: 28 de mayo del 2018]. Disponible en https://www.unifr.ch/ddp1/derechopenal/articulos/a_20080521_56.pdf

DE LA CRUZ, Wilmer, QUISPE, 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. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Huancavelica: Universidad nacional de Huancavelica, 2014.

DUQUE, Carlos, TIBAQUIRÁ, Jaime. Estudio de la patología presente en el pavimento rígido del segmento de vía de la carrera 14 entre calles 15 y 20 en el municipio de granada departamento del meta. Tesis (Grado de Especialista en Ingeniería de Pavimentos). Bogotá: Universidad militar Nueva Granada, 2010.

FERNÁNDEZ, Manuel (1981). *Las resinas epoxi aplicadas a la construcción*. Madrid, España: Disponible en <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/viewFile/2079/2281>

GALLARDO, Yolanda MORENO, Adonay. (1987). *Aprender a investigar*. Santa Fe de Bogotá, D.C., Colombia: Arfo editores LTDA.

GARCIA, Juan. Elasticidad y resistencia de materiales, cuestiones y problemas. [en línea] [Fecha de consulta: 27 de octubre del 2018]. Disponible en <https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/2138.pdf>

Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Lima: MTC, 2008. 15pp.

GONZALES, Teresa, GARCIA, Irene, LOPEZ, Ángela. Alfabetización informacional. Curso de formación TFG. Universidad de Sevilla. [en línea] [Fecha de consulta: 18 de mayo del 2018]. Disponible en https://bib.us.es/educacion/sites/bib3.us.es.educacion/files/poat2016_2_3_2_objetivos_de_investigacion.pdf

GUZMÁN, José. Estudio técnico experimental de una placa de hormigón reforzada con fibras de acero apoyada en el suelo aplicado en obras portuarias. Trabajo de investigación. Valencia: Universitat politècnica de València, 2010.

HERNÁNDEZ, Roberto (2006). Metodología de la investigación. México: McGraw-Hill.

LÓPEZ, Jorge. Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macro fibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado. Tesis (grado de Maestro en Ingeniería). Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

LUDEWIG, Cristina. Universo y muestra. Colombia [en línea] [Fecha de consulta: 27 de mayo del 2018]. Disponible en <http://www.smo.edu.mx/colegiados/apoyos/muestreo.pdf>

MACCAFERRI América Latina. Fibras como elemento estructural para el Refuerzo del Hormigón. Manual técnico. [en línea] [Fecha de consulta: 17 de mayo del 2018]. Disponible en http://www.aprocons.org.py/doc/pavimento/manual_fibras.pdf

Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos-sección suelos y pavimentos (Perú). RD N° 05-2013-MTC 14. Sección suelos y pavimentos. Lima: MTC, 2013.

Manual de preparación, colocación y cuidados del concreto. Lima: Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción – SENCICO, 2014. 11pp.

MIRANDA, Ricardo. Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis (Grado de Ingeniero Constructor). Chile: Universidad Austral de Chile, 2010.

MONJE, Carlos. Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Universidad surcolombiana. Colombia [en línea] [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>

MONTALVO, Marco. PAVIMENTOS RIGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2015.

MONTOYA, Kevin. Comparación de resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, 2016.

MORALES, Pedro. Tipos de variables y sus implicaciones en el diseño de una investigación. Universidad Pontificia Comillas. Madrid. [en línea] [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en <https://metodologiaseminario.wikispaces.com/file/view/Variables.pdf>

NORMA EHE 08. (2011). Instrucción de hormigón estructural. Ministerio de Fomento. España.

Disponible en <http://www.ponderosa.es/docs/Norma-EHE-08.pdf>

NORMA UNE EN 14651. (2007). Método de ensayo para hormigón para hormigón con fibras metálicas. Determinación de la resistencia a tracción por flexión. (límite de proporcionalidad (LOP), resistencia residual). España.

Norma técnica peruana de concreto armado E 0.60. Reglamento nacional de edificaciones. Lima: Ministerio de vivienda construcción y saneamiento, 2009. 26pp.

NTP 339.033. (2009). HORMIGON (CONCRETO). Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes en campo. Lima, Perú: 3° Edición.

NTP 339.034. (2015). CONCRETO. Método de ensayo normalizada para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima, Perú: 4° Edición.

NTP 339.078. (2012). CONCRETO. Método de ensayo para determinar de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima, Perú: 3° Edición.

NTP 339.079. (2012). CONCRETO. Método de ensayo para determinar de la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas al centro del tramo. Lima, Perú: 3° Edición.

NUÑEZ, María. Las variables: estructura y función en la hipótesis. Revista Investigación Educativa vol. 11 N.º 20, 163- 179 julio-diciembre 2007.

ISSN: 17285852

RAMON, Gustavo. DISEÑOS EXPERIMENTALES APUNTES DE CLASE DEL CURSO SEMINARIO INVESTIGATIVO VI. [en línea] [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf

Reglamento nacional de edificaciones CE.010 “PAVIMENTOS URBANOS”. (2010). SENSICO. Lima, Perú

RIVERA, Gerardo. Resistencia del concreto [en línea]. Concreto simple. Capítulo 6: Resistencia del concreto [Fecha de consulta: 13 de mayo del 2018]. Disponible en <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~pinilla/Proyectos/2012-2/PE/05.pdf>

SCHMITT, R. Conferencia: Costo del ciclo de vida de los pavimentos de concreto. Colegio de Ingenieros del Perú. Capítulo de Ingeniería Civil. 04 de junio del 2018

SEGURA, Ángela. DISEÑOS CUASIEXPERIMENTALES. [en línea] [Fecha de consulta: 25 de junio del 2018]. Disponible en [file:///C:/Users/HP/Downloads/disenos_cuasiexperimentales%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HP/Downloads/disenos_cuasiexperimentales%20(1).pdf)

SOTIL, Alfredo, ZEGARRA, Jorge. Análisis comparativo del comportamiento 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. Tesis (Grado de Ingeniero Civil). Lima: Universidad peruana de ciencias aplicadas, 2015.

TAMAYO, Mario. (2003). *El proceso de investigación científica*. México: Limusa

URIBE, Marco. Curso regional de geotecnia y pavimentos- diseño de pavimentos rígidos. México- Santiago de Querétaro. 2016, 2010pp.

VARGAS, Zoila. La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. 2009. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica [en línea] [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/educacion/article/viewFile/538/589>

ANEXOS

ANEXO 01:
MATRIZ DE CONSISTENCIA

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

1.- Problema General	1.- Objetivo General	1.- Hipótesis General	Variables e indicadores		
¿Qué relación tiene la incorporación de fibras de acero en las propiedades del concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?	Evaluar la incidencia de la incorporación de fibras de acero en las propiedades que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.	La incorporación de fibras de acero, mejora las propiedades que posee el concreto diseñado para pavimentos rígido en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.	Variable 1 (independiente): Incorporación de fibras de acero		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos a usar
			Dosificación de fibras de acero	% de fibras de acero con respecto al volumen del concreto (0.5).	La prueba del dosaje porcentual de las fibras con respecto al volumen del concreto
				% de fibras de acero con respecto al volumen del concreto (1.0).	La prueba del dosaje porcentual de las fibras con respecto al volumen del concreto
% de fibras de acero con respecto al volumen del concreto (2.0).	La prueba del dosaje porcentual de las fibras con respecto al volumen del concreto				

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.

2.- Problemas Específicos	2.- Objetivos Específicos	2.- Hipótesis Específicos	Variables e indicadores		
¿Cuál es la influencia de la incorporación de fibras de acero sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?	Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.	La incorporación de fibras de acero influye sobre la resistencia a la compresión que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.	Variable 2 (dependiente): Concreto diseñado para pavimentos rígidos		
			Dimensiones	Indicadores	Instrumentos a usar
			Resistencia a la compresión del concreto.	Resistencia a la compresión a los 7 días	Ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días
				Resistencia a la compresión a los 14 días	Ensayo de resistencia a la compresión a los 14 días
Resistencia a la compresión a los 28 días	Ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días				
¿Cómo influye la incorporación de fibras de acero en la resistencia a la flexión que posee el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?	Evaluar la influencia de la incorporación de fibras de acero sobre la resistencia a la flexión del concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018	La incorporación de fibras de acero influye en la resistencia a la flexión que posee el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018	Resistencia a la flexión del concreto.	Módulo de rotura	Ensayo de resistencia a la flexión
			Resistencia residual del concreto	Esfuerzo residual	Ensayo de resistencia a la flexión
Esfuerzo limite proporcional	Ensayo de resistencia a la flexión				
¿Qué influencia tiene el adicionar fibras de acero, en la resistencia residual que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018?	Evaluar la influencia de la dosificación de fibras de acero en la resistencia residual que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.	Adicionar fibras de acero, influye en la resistencia residual que tiene el concreto diseñado para pavimentos rígidos en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018			

ANEXO 02:
BOLETAS DE PAGO



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA UNI
Oficina Central de Economía y Finanzas
UNIDAD DE TESORERÍA
DOMICILIO FISCAL:
Av. Túpac Amaru Nº 210 - Roma - Lima - Lima
TELF: 462-5072

R.U.C.: 20169004359

BOLETA DE VENTA
ELECTRÓNICA

N° B004 - 00073366

SEÑOR(S) :	EMANUEL OSWALDO FLORES UTO			FECHA EMISIÓN :	2018-10-11			
DN :	76087518			TIPO MONEDA :	SOLES			
PRE SUPUESTO :	BS. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES			MEDIO PAGO :	Efectivo			
DEPENDENCIA :	FIC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES							
ITEM	CANT.	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDA MEDIDA	PRECIO UNITARIO	VALOR UNITARIO	VALOR DE VENTA	
1	1.00	13282302	ANALISIS LABORATORIO - FACULTAD	LTA	30.00	30.00	35.40	
OP. GRAVADAS				OP. INAFECTAS	OP. EXONERADAS	ANTICIPOS	E.G.V. 18%	TOTAL A PAGAR
30.00				0.00	0.00	0.00	5.40	35.40

SON: TREINTA Y CINCO CON 40/100 SOLES

Incorporado al Régimen de Agentes de Retención de IGV (R.L.B. 131-2002) a partir del 01/11/2002

NOTA:



Representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica
Puede ser consultado en <http://www.ceaf.uni.edu.pe/webComprasBienes>
Autorizado mediante Resolución de Intendencia N° 0120050000850/SUNAT

INFORMACION ADICIONAL

ELABORADO POR: ifares



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA UNI
 Oficina Central de Economía y Finanzas
UNIDAD DE TESORERÍA
 DOMICILIO FISCAL:
 Av. Túpac Amaru N° 210 - Rimac - Lima - Lima
 TELF: 482-5072

R.U.C.: 20169004359

**BOLETA DE VENTA
ELECTRÓNICA**

N° B004 - 00075676

SEÑORES:		EMANUEL OSWALDO FLORES UTOS		FECHA EMISIÓN:		2018-11-07	
DNI:		70887518		MONEDA:		SOLES	
PRESUPUESTO:		SS. LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		MODO PAGO:		Efectivo	
DEPENDENCIA:		FIC LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES					
ITEM	CANT.	PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CORRE- MEDIO	PRECIO UNITARIO	VALOR UNITARIO	VALOR DE VENTA
1	1.00	13392302	ANALISIS LABORATORIO - FACULTAD	UNI	430.00	430.00	430.00
OP. GRAVADAS		OP. INAFECTAS	OP. EXONERADAS	ANTICIPOR	IG.V. 18%	TOTAL A PAGAR:	
450.00		0.00	0.00	0.00	81.00	531.00	

SON: CUARENTOS TRES Y UNO CON 00/100 SOLES
 Incorporado al Régimen de Agentes de Retención de IGV (R.S.135-2002) a partir del 01/11/2002

NOTA:



Representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica
 Podrá ser consultado en <http://www.ucef.uni.edu.pe/webComprobante>
 Autorizado mediante Resolución de Intendencia N° 63260518003652/SUNAT

INFORMACION ADICIONAL

ELABORADO POR: rchavez

ANEXO 03:
CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° 055-18 BAL

OTORGADO A : **Calydat**

CERTIFICA QUE : El instrumento de medición con el modelo y nro de serie indicados líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Servicio Nacional de Metrología del INDECOPI.

Instrumento de medición : Balanza Digital,
Capacidad : 30 kg,
Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
Nro de Serie : 8335440447
Fecha de Calibración : 08.04.2018
Próxima Calibración : 08.11.2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
[Firma]
ING. EULIS TABOADA PALACIOS
Jefe de Laboratorio
CIP 56551

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA SEGÚN NORMA METROLÓGICA NMP 003-1996 Y PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE BALANZAS DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMÁTICO PARA BALANZAS DE CLASE I Y CLASE II

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

$U = 1 \text{ gr.} + 0.00034$

PATRONES

01 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 1 kg, 01 Pesa 500 gr, 01 Jgo de Pesas de 2 mg a 200 gr, CERTIFICADOS LM 758-2012, LM 761-2012, LM 063-2012, LM 062-2012, LM 061-2012

TRAZABILIDAD

Las pesas tienen trazabilidad a los Patrones Nacionales del Servicio Nacional de Metrología del INDECOPI.

CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Temperatura Inicial 19,1°C Final 19,0°C
Humedad Relativa 90 %

RESULTADO DE LA MEDICIÓN

Los errores encontrados son menores a los errores máximos permitidos por la norma metrologica consultada.

OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado en la balanza una etiqueta con el nro del certificado.

Mz. E.LL. 15 As. Huertos de Huachipa- Lunigancho
Fijo 371-0531 371-0475 - Email: ventas@orionrcp.com
www.orionrcp.com



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 274 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Intervalo de Indicaciones	0 kN a 3 000 kN (*)
Resolución	0,1 kN
Marca	TONI TECHNIK
Modelo	2091
Número de Serie	061
Procedencia	ALEMANIA
Calse de Exactitud	NO INDICA
Fecha de Calibración	2018-06-28

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

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú, (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que ésta realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
	 ALDO QUIROGA ROJAS	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCÍA
2018-07-02	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Tel.: (01) 840-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/da/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	19,4°C	19,7°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63753 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-10

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 0 kN a 2 700 kN



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología
Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP - 274 - 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : **Compresión**

Indicador de Fuerza de la Muestra de Ziegler		Indicador en el Estándar de Fuerza patrón						Error
(%)	(N)	1º Serie Desarrollo	2º Serie Reajuste	3º Serie Reajuste	4º Serie Desarrollo	5º Serie Desarrollo Reajuste	Finalidad	
15	300.0	297.1	297.5	295.3	---	---	297.8	3.0
25	600.0	597.8	595.0	597.8	---	---	595.8	3.2
27	800.0	798.2	798.7	795.1	---	---	798.3	1.7
33	1 000.0	998.5	998.5	998.8	---	---	999.0	1.4
40	1 200.0	1 199.5	1 200.1	1 200.5	---	---	1 200.1	-0.1
47	1 400.0	1 401.3	1 402.2	1 400.9	---	---	1 401.4	-1.4
53	1 600.0	1 603.1	1 603.2	1 602.5	---	---	1 602.8	-2.9
60	1 800.0	1 804.5	1 805.2	1 803.7	---	---	1 804.5	-4.3
67	2 000.0	2 005.0	2 007.1	2 005.3	---	---	2 006.1	-6.3
90	2 700.0	2 716.9	2 716.1	2 703.8	---	---	2 715.2	-15.2

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal		Errores Relativos encontrados en %					Interferencia de error de resolución (\pm 0.01 N)
(%)	(N)	Resolución a	Repetibilidad b	Reproducibilidad c	Linealidad d	Error con Ajustamiento e	
15	300.0	1.01	0.34	---	0.03	---	0.39
25	600.0	0.54	0.47	---	0.02	---	0.30
27	800.0	0.21	0.08	---	0.01	---	0.07
33	1 000.0	0.14	0.08	---	0.01	---	0.07
40	1 200.0	-0.81	0.07	---	0.01	---	0.07
47	1 400.0	-0.10	0.11	---	0.04	---	0.08
53	1 600.0	-0.59	0.04	---	0.01	---	0.07
60	1 800.0	-0.20	0.03	---	0.01	---	0.07
67	2 000.0	-0.31	0.09	---	0.01	---	0.07
90	2 700.0	-0.06	0.07	---	0.00	---	0.17
Error relativo de cero f_g		-0.04					

Clase de la muestra de B 7902.018	Valores máximos permitidos de acuerdo a la Norma EN 10004-1				
	Resolución a	Repetibilidad b	Reproducibilidad c	Linealidad d	Cero f_g
0.2	+0.8	0.5	+0.75	0.25	+0.05
1	+1.0	1.0	+1.1	0.5	+0.1
2	+1.2	1.5	+1.5	1.0	+0.2
3	+1.5	2.0	+2.0	1.5	+0.3

EN = kilogramos

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Los Corrales N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf: (01) 640-8000 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 274 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM 100:2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 5 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPI mediante Decreto Supremo DS-024-03 (TINCI).

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y es responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 9001 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil, entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciada por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Condes N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf. (01) 840-8020 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
 Instituto Nacional
 de Calidad
 Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración

LFP - 399 - 2018

Página 1 de 4

Expediente	99772	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA	
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac	
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL	
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 101 972 kgf (0 kN a 1 000 kN) (*)	
Resolución	1 kgf	
Marca	ZWICK ROELL	
Modelo	SP 1000	
Número de Serie	57940	
Procedencia	ALEMANIA	
Clase de Exactitud	NO INDICA	
Fecha de Calibración	2018-09-14	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Área de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
 2018-09-19	 ALDO QUIROGA ROJAS Dirección de Metrología	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
 Dirección de Metrología
 Calle Las Condes N° 617, San Isidro, Lima - Perú
 Tel.: (01) 640-8820 Anexo 1303
 Email: metrologia@inacal.gob.pe
 Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/06/verificar/>



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5°C	22,0°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-09	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63657 / D-K-12029-01-09 DE : 2017-06-07

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva de color verde INACAL-DM. Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf.



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología
Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP - 399 - 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga			Tracción			Indicaciones al transductor de fuerza por						Error
Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Indicaciones al transductor de fuerza por						Error			
(%)	(kgf)	(N)	1º Serie Analógico	2º Serie Analógico	3º Serie Analógico	4º Serie Analógico	5º Serie Analógico	6º Serie Analógico		7º Serie Analógico	8º Serie Analógico	(kgf)
15	15 000	147 100	14 991	14 997	14 990	---	---	---	---	---	14 979	421
20	20 000	196 133	19 998	19 993	19 996	---	---	---	---	---	19 998	442
25	25 000	245 166	24 991	24 994	24 991	---	---	---	---	---	24 945	455
30	30 000	294 200	29 992	29 996	29 998	---	---	---	---	---	29 998	502
35	35 000	343 233	34 991	34 993	34 997	---	---	---	---	---	34 994	506
38	37 993	367 749	36 988	37 002	36 991	---	---	---	---	---	36 997	505
40	40 000	392 266	39 995	39 993	39 993	---	---	---	---	---	39 994	496
45	45 000	441 299	44 999	44 970	44 941	---	---	---	---	---	44 910	590
50	50 000	490 333	49 995	49 963	49 938	---	---	---	---	---	49 990	568

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal			Errores Relativos encontrados en %					Factor de corrección del error de medición (1/10) 100
(%)	(kgf)	(N)	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Errores Aleatorios	
			α	β	γ	δ	ϵ	
15	15 000	147 100	2,89	0,23	---	0,01	---	0,16
20	20 000	196 133	2,28	0,07	---	0,01	---	0,07
25	25 000	245 166	1,85	0,07	---	0,00	---	0,07
30	30 000	294 200	1,70	0,33	---	0,00	---	0,18
35	35 000	343 233	1,48	0,09	---	0,00	---	0,07
38	37 993	367 749	1,36	0,03	---	0,00	---	0,07
40	40 000	392 266	1,36	0,08	---	0,00	---	0,07
45	45 000	441 299	1,33	0,38	---	0,00	---	0,23
50	50 000	490 333	1,31	0,14	---	0,00	---	0,09
Error relativo de cero f_0			0,00					

Clase de la escala de la medición	Valor máximo permitido % Según Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud α	Repetibilidad β	Reversibilidad γ	Resolución Relativa δ	Clase f_0
0.5	±0.5	0.5	±0.25	0.25	±0.05
1	±1.0	1.0	±0.13	0.05	±0.1
2	±2.0	2.0	±0.10	0.05	±0.2
3	±3.0	3.0	±0.08	0.05	±0.3

kgf = kilogramo fuerza

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 017, San Isidro, Lima - Perú
Tel: (01) 440-8620 Anexo 7501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor correcciones "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

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

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las intercomparaciones realizadas por el SIM.

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Carreteras N° 817, San Andrés, Lima - Perú
Telf: (01) 640-9620 Anexo 1301
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

3"BS8F623422

ISSUE DATE: 3/25/2013

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADAMSON MANUFACTURING



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

- ASTM – American Society for Testing and Materials
- ANSI – American National Standards Institute
- ISO – International Standards Organization

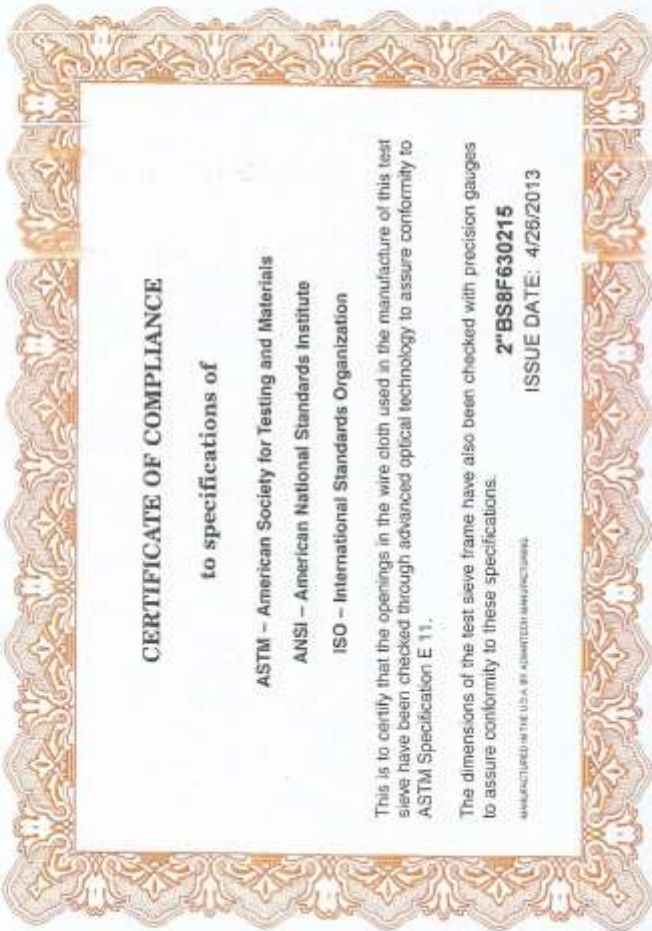
This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

2.5"BS9F652594

ISSUE DATE: 11/8/2013

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ABERDEEN MANUFACTURING



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

- ASTM – American Society for Testing and Materials
- ANSI – American National Standards Institute
- ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11.

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

2"BS8F630215
ISSUE DATE: 4/26/2013

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADMETECH INDUSTRIES



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

- ASTM** – American Society for Testing and Materials
- ANSI** – American National Standards Institute
- ISO** – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 1,3

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications. 1.5"BS8F722184

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTECH-MANUFACTURING

ISSUE DATE: 4/14/2015



CERTIFICATE OF COMPLIANCE
to specifications of

- ASTM – American Society for Testing and Materials**
- ANSI – American National Standards Institute**
- ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11 . 13

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

1"BS8F685017

ISSUE DATE: 11/13/2014

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADVANTAGE MANUFACTURING



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

- ASTM – American Society for Testing and Materials**
- ANSI – American National Standards Institute**
- ISO – International Standards Organization**

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 15

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

3/4"BS8F721359

ISSUE DATE: 5/14/2015

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY ADWATECH MANUFACTURING



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 13

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

1/2" BS8F716059

ISSUE DATE: 4/10/2015

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY JAWBROCK MANUFACTURING



CERTIFICATE OF COMPLIANCE

to specifications of

ASTM – American Society for Testing and Materials

ANSI – American National Standards Institute

ISO – International Standards Organization

This is to certify that the openings in the wire cloth used in the manufacture of this test sieve have been checked through advanced optical technology to assure conformity to ASTM Specification E 11. 13

The dimensions of the test sieve frame have also been checked with precision gauges to assure conformity to these specifications.

3/8"BS8F691949

ISSUE DATE: 11/13/2014

MANUFACTURED IN THE U.S.A. BY JENITECH INDUSTRIES, INC.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO 4,74 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 4,87 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 1,45 mm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 4
MESH No.

SERIE No. 47553
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2015 / 05 / 11
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-1-01 Rev 4

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO 2375,67 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2377,96 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 941,75 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 8
MESH No.

SERIE No. 44877
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 19,55 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2014 - 11 - 29
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957

Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-E-01 Rev4



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NÖRM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO 1199,86 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 1199,59 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 609,96 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 16
MESH No.

SERIE No. 46398
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 12,09 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2015-03-17
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-F-81 Rev4



TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED



Manufactured by **PINZUAR** LTDA

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO
AVERAGE APERTURE 592,76 μm

ABERTURA MÁXIMA
MAXIMUM APERTURE 594,69 μm

DIÁMETRO PROMEDIO
AVERAGE DIAMETER 377,56 μm

MALLA No.
MESH No. 30

SERIE No.
SERIAL No. 47598

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT $\pm 5,66 \mu\text{m}$

FECHA
DATE 2015 - 05 - 11

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

AC-P-11-P-81 Rev4



TEST SIEVE CERTIFICATED
TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

IN ACCORDANCE WITH NORM
CONFORME CON LA NORMA
ASTM E-11-2009

AVERAGE APERTURE X: ~~301,50~~ μm ; 297,61 μm
ABERTURA PROMEDIO
DIÁMETRO PROMEDIO 203,01 μm
AVERAGE DIAMETER
MESH No. / MALLA No. 50
SERIAL No. / SERIE No. 31947
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN 4,74 μm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

DATE / FECHA 2012-10-22 SING / FIRMA

Técnico: Carlos Moreno



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 Número: 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-02

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIENVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2013

ABERTURA PROMEDIO
AVERAGE APERTURE 148,73 μm

ABERTURA MAXIMA
MAXIMUM APERTURE 153,47 μm

DIAMETRO PROMEDIO
AVERAGE DIAMETER 90,63 μm

MALLA No.
MESH No. 100

SERIE No.
SERIAL No. 47981

INCERTIDUMBRE DE MEDICION
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT $\pm 2,53 \mu\text{m}$

FECHA
DATE 2015-05-26

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO
PINZUAR LTDA TELS: (571) 415 7020 / 545 4957
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ACQ-11-13-13 Rev4




ANEXO 04:
FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS



FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO	Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.		
AUTOR	FLORES UTOS, Emanuel Oswaldo		
INFORMACION GENERAL			
UBICACIÓN	DISTRITO		INDEPENDENCIA
	PROVINCIA		LIMA
	DEPARTAMENTO		LIMA
	DOSIFICACION DE FIBRAS DE ACERO		
I	0.5% de fibras respecto al volumen total del concreto	1.0% de fibras respecto al volumen total del concreto	2.0% de fibras respecto al volumen total del concreto
	RESISTENCIA A LA COMPRESION		
II	Resistencia a los 7 días	Resistencia a los 14 días	Resistencia a los 28 días
	RESISTENCIA A LA FLEXION		
III	Resistencia de la viga a los 28 días	Esfuerzo residual	Esfuerzo limite proporcional
IV	GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES Huso granulometrico		
APELLIDOS Y NOMBRES		LEVANO CHARALLA, Luis Ruben	
DNI		43170938	
TELEFONO		957602834	
REGISTRO CIP No		212118	


 LUIS RUBEN
 LEVANO CHARALLA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 212118

 FICHA DE RECOLECCION DE DATOS			
PROYECTO	Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima – 2018.		
AUTOR	FLORES UTOS, Emanuel Oswaldo		
INFORMACION GENERAL			
UBICACIÓN	DISTRITO	INDEPENDENCIA	EXPERTO
	PROVINCIA	LIMA	
	DEPARTAMENTO	LIMA	
DOSIFICACION DE FIBRAS DE ACERO			
I	0.5% de fibras respecto al volumen total del concreto	1.0% de fibras respecto al volumen total del concreto	2.0% de fibras respecto al volumen total del concreto
RESISTENCIA A LA COMPRESION			
II	Resistencia a los 7 días	Resistencia a los 14 días	Resistencia a los 28 días
RESISTENCIA A LA FLEXION			
III	Resistencia de la viga a los 28 días	Esfuerzo residual	Esfuerzo limite proporcional
GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES			
IV	Huso granulométrico		
APELLIDOS Y NOMBRES	PINTO BARRANTES, Raul Antonio		
DNI	07732471		
REGISTRO CIP No	51304		


RAUL ANTONIO PINTO BARRANTES
INGENIERO CIVIL
Nº 51304



FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

PROYECTO	Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018.		
AUTOR	FLORES UOTOS, Emanuel Oswaldo		
INFORMACION GENERAL			
UBICACIÓN	DISTRITO		INDEPENDENCIA
	PROVINCIA		LIMA
	DEPARTAMENTO		LIMA
DOSIFICACIÓN DE FIBRAS DE ACERO			
I	0.5% de fibras respecto al volumen total del concreto	1.0% de fibras respecto al volumen total del concreto	2.0% de fibras respecto al volumen total del concreto
RESISTENCIA A LA COMPRESION			
II	Resistencia a los 7 días	Resistencia a los 14 días	Resistencia a los 28 días
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN			
III	Resistencia de la viga a los 28 días	Esfuerzo residual	Esfuerzo límite proporcional
GRANULOMETRIA DE LOS MATERIALES Muso granulométrico			
APELLIDOS Y NOMBRES		PADILLA PICHEN, Santos Ricardo	
DNI		18845637	
TELEFONO		941724761	
REGISTRO CIP No		51830	


SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51830

ANEXO 05:
CERTIFICADOS DE ENSAYOS
GRANULOMÉTRICOS

REPORTE DE GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

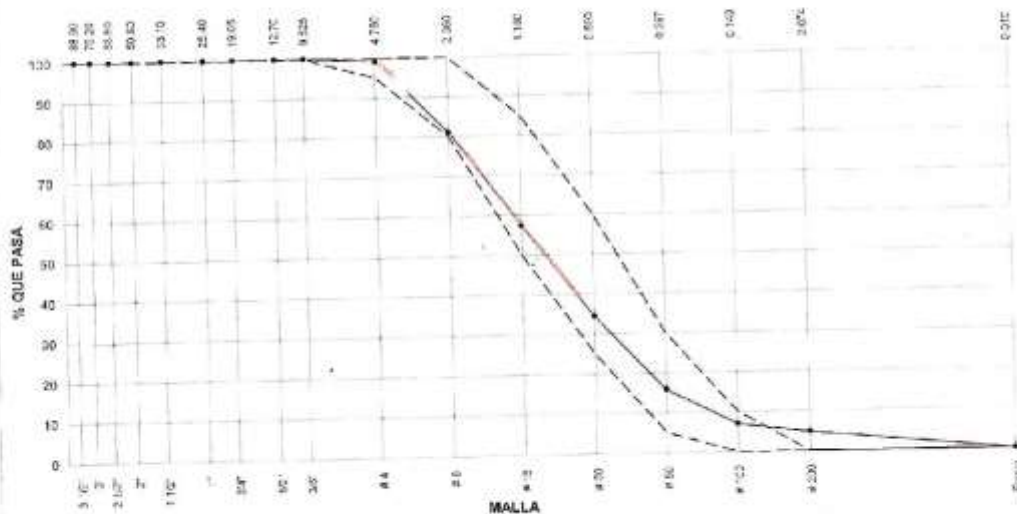
Nombre del Cliente: EMANUEL FLORES UTOS. CÓDIGO: 6700287512
 Ubicación de la Muestra: CANTFRA TRAFICHO
 Identificación de la Muestra: AF-201-280918

Fecha: 01 de octubre del 2018

AGREGADO FINO - ARENA GRUESA						
Malla	Tamaño (mm)	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP" / ASTM "LIM INF"
4"	101,60 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
3 1/2"	88,90 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
3"	76,20 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
2 1/2"	63,50 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
2"	50,80 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
1 1/2"	38,10 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
1"	25,40 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
3/4"	19,05 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
1/2"	12,70 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
3/8"	9,53 mm	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00 / 100,00
# 4	4,75 mm	15,20	0,95	19,02	80,98	80,00 / 100,00
# 8	2,36 mm	293,80	18,07	19,02	80,98	80,00 / 100,00
# 15	1,18 mm	376,10	23,05	42,07	57,93	50,00 / 65,00
# 30	0,60 mm	367,50	22,80	64,87	35,13	25,00 / 40,00
# 50	0,30 mm	296,20	18,33	83,20	16,80	5,00 / 10,00
# 100	0,15 mm	141,30	8,64	91,84	8,16	0,00 / 0,00
# 200	0,075 mm	34,50	2,16	94,00	4,00	0,00 / 0,00
Fondo	0,075 mm	76,72	4,80	100,00	0,00	0,00 / 0,00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seca (gr/cm ³)	2,67
P. Especif. de Masa SSE (gr/cm ³)	2,69
P. Especif. de Masa Absornte (gr/cm ³)	2,71
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1759
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1695
Humedad de absorción (%)	0,81
Módulo de Finos	3,06
% < Malla N° 200 (0,075 mm)	4,80

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Emitido por:

Tec. Cesar Dices

Cesar Dices
 Técnico

Revisado por:

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

JESUS SANCA
 SUPERVISOR DE CALIDAD



REPORTE DE GRANULOMETRÍA Y CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGREGADO
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD DE PLANTA

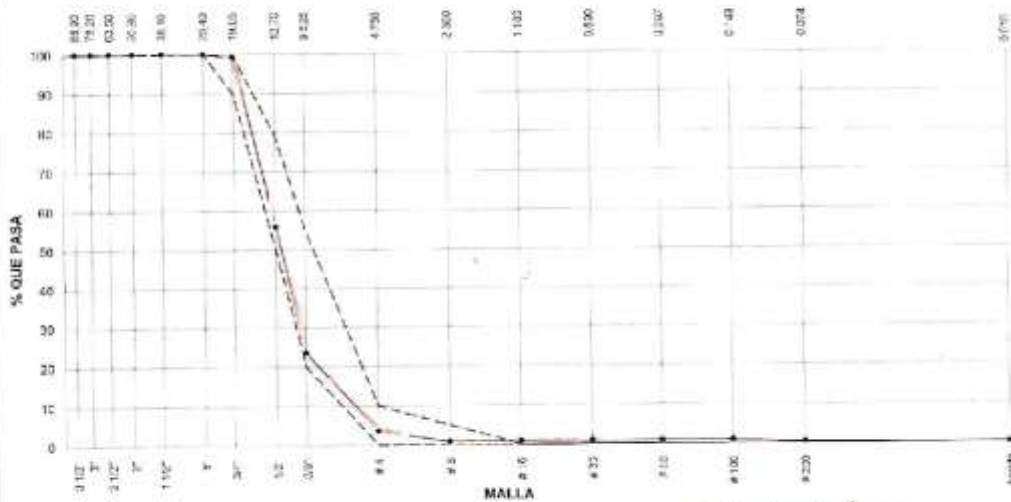
Nombre del Cliente: EMANUEL FLORES UTOS CÓDIGO: 6700267512
 Ubicación de la Muestra: CANTERA TRAPICHE
 Identificación de la Muestra: AG-011018

Fecha: 01 de octubre del 2018

AGREGADO GRUESO HUSO # 67						
Malla	Tamaño (mm)	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM TUM SUP
4"	101.60 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	23.00	0.05	0.05	99.95	99.95
1/2"	12.70 mm	1396.00	43.25	44.35	55.65	55.65
3/8"	9.53 mm	1070.00	32.53	76.53	23.42	23.42
# 4	4.75 mm	625.00	19.53	96.51	3.49	3.49
# 5	2.35 mm	88.00	2.71	99.22	0.78	0.78
# 10	1.18 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.78
# 20	0.85 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.78
# 30	0.60 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.78
# 40	0.425 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.78
# 60	0.25 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.78
# 100	0.15 mm	0.00	0.00	99.22	0.78	0.78
# 200	0.075 mm	19.50	0.61	99.83	0.17	0.17
Fondo	0.01 mm	5.40	0.17	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (g/cm ³)	2.710
P. Especif. de Masa Húmedo (g/cm ³)	2.73
P. Especif. de Masa Aparente (g/cm ³)	2.70
P. Unitario Compactado (kg/m ³)	1794
P. Unitario Suelto (kg/m ³)	1630
Humedad de absorción (%)	0.56
Tamaño Máximo	3/4"
Tamaño Máximo Nominal	1/2"
Módulo de Finosa	6.70
% < Malla Nº 200 (0.75 µm)	0.67

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



Emitido por:

[Signature]
 Técnico
[Signature]
 EMANUEL FLORES UTOS

Revisado por:

[Signature]
 Calydat

LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD
JESÚS SANCA
 SUPERVISOR DE CALIDAD

ANEXO 06:
CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A
LA COMPRESIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Centro de Ingeniería Civil Asociado por



Accreditation Board for Engineering and Technology



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
 A : EMANUEL OSWALDO FLORES UTOS
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión
 Expediente N° : 18-3620
 Recibo N° : 62533
 Fecha de emisión : 17/10/2018

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 probetas cilíndricas de concreto.

2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial TONI/TECHNIK.
 Certificado de Calibración LFP-274-2018

3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 338.034:2015.
 Procedimiento interno AT-PR-12.

4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	AREA (cm ²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	TIPO DE FRACTURA
1	FIC 280 04527	04/10/2018	17/10/2018	79.1	28,852	365	Tipo 3
2	FIC 280 04527	04/10/2018	17/10/2018	79.3	33,444	422	Tipo 5
3	FIC 280 04527	04/10/2018	17/10/2018	79.1	29,382	371	Tipo 3

5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.G

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM
 La Calidad es nuestro compromiso
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú



(511) 381-3343



(511) 481-1070 Anexo: 4050 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo
 de Materiales - UNI

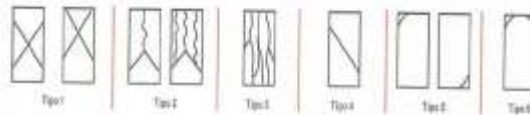




UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: "Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"		
Muestra: Probetas de concreto	DATOS DE LABORATORIO	
	Solicitante: Flores Utos Emanuel Oswaldo	CICLO
	Nombre: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - EAP Ing. Civil	X
Tipo de mezcla: Sin fibras de acero	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	Nº DE FICHA
	Método: N.T.P 339.034:2015	1



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO								
DESCRIPCIÓN	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
EFU-14-01	14 DIAS	10.02	20.03	78.85	TIPO 5	31856	404	392
EFU-14-02		10.01	20.00	78.69	TIPO 3	30297	385	
EFU-14-03		10.00	20.01	78.54	TIPO 5	30237	385	
EFU-28-01	28 DIAS	10.00	20.00	78.54	TIPO 1	31729	404	396
EFU-28-02		10.03	20.02	79.01	TIPO 5	30972	392	
EFU-28-03		10.02	20.00	78.85	TIPO 5	30910	392	

Lima, 21 de noviembre del 2018

Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP. 80500



ING. MARGARITA BOZA OLAECHEA

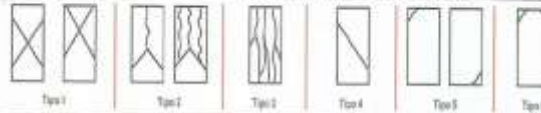
10491716
TEC. JULIO ERNESTO DIAZ GUTIERRES

"Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO			
FICHA TÉCNICA DE RECOLECIÓN DE DATOS			
TÍTULO: "Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"			
Muestra: Probetas de concreto	DATOS DE LABORATORIO		CICLO
	Solicitante: Flores Utos Emanuel Oswaldo		
		Nombre: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - EAP Ing. Civil	
Tipo de mezcla: Con fibras de acero (0.50%)	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte		N° DE FICHA
	Método: N.T.P 339.034:2015		2



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
EFU-7-01	7 DIAS	10.02	20.03	78.85	TIPO 4	30910	392	393
EFU-7-02		10.01	20.01	78.69	TIPO 5	30848	392	
EFU-7-03		10.00	20.00	78.54	TIPO 1	30944	394	
EFU-14-01	14 DIAS	10.02	20.03	78.85	TIPO 2	31856	404	401
EFU-14-02		10.01	20.02	78.69	TIPO 2	31793	404	
EFU-14-03		10.03	20.00	79.01	TIPO 5	31130	394	
EFU-28-01	28 DIAS	10.00	20.01	78.54	TIPO 4	31729	404	408
EFU-28-02		10.03	20.02	79.01	TIPO 1	31367	397	
EFU-28-03		10.02	20.00	78.85	TIPO 2	33354	423	

Lima, 21 de noviembre del 2018

Margarita Boza Olaechea
 MARGARITA BOZA OLAECHEA
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80500



Julio Ernesto Díaz Gutiérrez 1049 1716

ING. MARGARITA BOZA OLAECHEA

TEC. JULIO ERNESTO DÍAZ GUTIÉRRES

"Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO			
FICHA TÉCNICA DE RECOLECIÓN DE DATOS			
TÍTULO: "Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"			
Muestra: Probetas de concreto	DATOS DE LABORATORIO		CICLO
	Solicitante: Flores Utos Emanuel Oswaldo		
		Nombre: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - EAP Ing. Civil	X
Tipo de mezcla: Con fibras de acero (1.00%)	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte		N° DE FICHA
	Método: N.T.P 339.034:2015		3



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO								
DESCRIPCIÓN	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
EFU-7-01	7 DIAS	10.01	20.03	78.69	TIPO 5	31793	404	401
EFU-7-02		10.03	20.01	79.01	TIPO 2	31920	404	
EFU-7-03		10.00	20.00	78.54	TIPO 3	30944	394	
EFU-14-01	14 DIAS	10.03	20.01	79.01	TIPO 2	32473	411	412
EFU-14-02		10.00	20.00	78.54	TIPO 2	31729	404	
EFU-14-03		10.00	20.03	78.54	TIPO 3	33064	421	
EFU-28-01	28 DIAS	10.03	20.00	79.01	TIPO 2	33263	421	421
EFU-28-02		10.02	20.01	78.85	TIPO 2	34458	437	
EFU-28-03		10.02	20.00	78.85	TIPO 2	31856	404	

Lima, 21 de noviembre del 2018

Margarita Boza Olaechea
 MARGARITA BOZA OLAECHEA
 INGENIERA CIVIL
 CIP. 80590

ING. MARGARITA BOZA OLAECHEA



Julio Ernesto Diaz Gutierrez 10491716

TEC. JULIO ERNESTO DIAZ GUTIERRES

"Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"



FICHA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
FICHA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
TÍTULO: "Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"		
Muestra: Probetas de concreto	DATOS DE LABORATORIO	
	Solicitante: Flores Utos Emanuel Oswaldo	CICLO
	Nombre: Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales - EAP Ing. Civil	X
Tipo de mezcla: Con fibras de acero (2.00%)	Ubicación: Universidad Cesar Vallejo - Lima Norte	
	Método: N.T.P 339.034:2015	N° DE FICHA 4



ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETO								
DESCRIPCION	EDAD DE ENSAYO	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	AREA (cm ²)	TIPO DE FRACTURA	CARGA MAX. (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm ²)	RESISTENCIA PROMEDIO (Kg/cm ²)
EFU-7-01	7 DIAS	10.00	20.00	78.54	TIPO 5	32279	411	412
EFU-7-02		10.03	20.01	79.01	TIPO 6	33263	421	
EFU-7-03		10.00	20.00	78.54	TIPO 3	31729	404	
EFU-14-01	14 DIAS	10.00	20.03	78.54	TIPO 6	34085	434	421
EFU-14-02		10.03	20.01	79.01	TIPO 5	33974	430	
EFU-14-03		10.00	20.01	78.54	TIPO 3	31179	397	
EFU-28-01	28 DIAS	10.03	20.00	79.01	TIPO 5	35949	455	439
EFU-28-02		10.02	20.01	78.85	TIPO 5	34458	437	
EFU-28-03		10.02	20.00	78.85	TIPO 5	33354	423	

Lima, 21 de noviembre del 2018

Margarita Boza Olaechea
INGENIERA CIVIL
CIP 49500

ING. MARGARITA BOZA OLAECHEA



10491716
TEC. JULIO ERNESTO DIAZ GUTIERRES

"Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"

ANEXO 07:
CERTIFICADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A
LA FLEXIÓN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



INFORME

Del : Laboratorio N°1: Ensayo de Materiales
 A : ENMANUEL OSWALDO FLORES UTO
 Obra : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO EN LA AV. TUPAC AMARU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA-2018
 Asunto : Ensayo de Flexión en Viga de Concreto
 Expediente N° : 18-3991-1
 Recibo N° : 62930
 Fecha de emisión : 15/11/2018

1.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ZWICK/ROELL
 Certificado de calibración: LFP-399-2018
 2.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia UNE EN 14651:2007
 3.0. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA : Viga de concreto reforzada con FIBRA de ACERO, con fecha de fabricación el 13/10/2018
 4.0. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 15/11/2018

IDENTIFICACIÓN	DIMENSIONES (mm)			DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES DEL CORTE (mm)	
	ancho	altura	Longitud		altura	ancho
M1-VIGA CON FIBRA	150	150	500	450	25.0	3.6

CMOD (mm)	0.5	1.5	2.5	3.6	LOP
CARGA (kN)	16.50	13.89	10.42	8.88	16.53
RESISTENCIA (N/mm ²)	4.60	3.97	2.97	2.48	4.81



5.0. OBSERVACIONES : 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. A.A.



Ing. Ana Torre Camilo
 Jefe (a) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

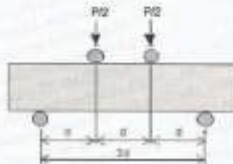


INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales
A : ENMANUEL OSWALDO FLORES UTOS
Obra : MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ADICIONANDO FIBRAS DE ACERO EN LA AV. TUPAC AMARU, DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA-2018
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión con cargas a los tercios del tramo
Expediente N° : 18-3991
Recibo N° : 62930
Fecha de emisión : 15/11/2018

- 1. DE LA MUESTRA** : Viga de concreto con fecha de obtención del 14/10/2018.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL
 Certificado de Calibración LFP-399-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.078:2017.
4. RESULTADOS :

MUESTRAS	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (mm)			Ubicación de la fractura	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
M1-SIN FIBRA	15/11/2018	450	500	155	155	Tercio central	2540	32



5. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.
 Técnico : Sr. G. P. L.



Ms. Ing. Ana Torre Carrillo
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe
 lem@uni.edu.pe
 Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI



ANEXO 08:
SOLICITUD DE ROTURA DE PROBETAS

SOLICITO: LABORATORIO DE CONCRETO
PARA ROTURA DE PROBETA

A: **LIC. LILA TAPIA NUÑEZ**
JEFATURA DE LABORATORIO DE APOYO ACADEMICO
UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO – SEDE LIMA NORTE

Yo, Emanuel Oswaldo Flores Utos, identificado con DNI N° 76087518 y Código de Alumno N° 6700267512, me encuentro cursando el "Ciclo X" de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, ante usted me presento y expongo:

Que de acuerdo a la malla curricular de la Universidad, en el décimo ciclo debo desarrollar mi proyecto de investigación: *"Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima - 2018"* y tomando en consideración que mi tema a desarrollar es experimental necesitando ser probado en Laboratorios de Concreto, pido a usted se me autorice el uso de la prensa de 100 TN a su vez también solicito el apoyo técnico de un personal para que me pueda indicar y supervisar el uso del laboratorio.

Por lo expuesto, pido a usted acceda a mi petición por ser de justicia.

Agradeciéndole de antemano aprovecho la oportunidad para reiterarle mi consideración y estima personal.

Lima, 05 de noviembre de 2018

Atentamente:



EMANUEL OSWALDO FLORES UTOS
DNI N° 76087518
COD. ALUMNO: 6700267512

Correos:
emanuel.utos@gmail.com
Cel: 925717095



ANEXO 09:
CARTA DE PATROCINIO DE LABORATORIO
CALYDAT

CARTA DE PATROCINIO

El laboratorio CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L. - CALYDAT con RUC 20600479521, ubicado en Jr. 23 de Diciembre N° 102 Villa el Carmen - Independencia, extiende la presente Carta de Patrocinio al estudiante Universitario Emanuel Oswaldo Flores Utos CODIGO: 6700267512 que viene cursando el décimo ciclo de la carrera profesional de Ingeniería Civil en la Universidad Cesar Vallejo.

El laboratorio como parte de su política busca incentivar la investigación científica para contribuir con el desarrollo de la ingeniería, es por ello que se evaluó el pedido del estudiante, analizando su tema de investigación y objetivos del mismo, otorgándole así el apoyo con el uso de instalaciones y equipos para que realice los ensayos correspondientes para poder desarrollar su proyecto de investigación; todo ello de forma gratuita con un convenio de por medio, el cual se basa en usar los resultados científicos como antecedentes para investigaciones futuras de parte del laboratorio y mención del Laboratorio en la tesis.

A través de lo expresado, se otorga el Patrocinio al solicitante para contribuir con el desarrollo de su investigación.

Atentamente.


Jorge Bernardino Calderón Llanos
GERENTE GENERAL


EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 16864

CARTA DE PATROCINIO DOC-LAB-008-OCT-2018
CALYDAT - CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L.
Jr. 23 de Diciembre N°102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU

ANEXO 10:
INFORME DE ENSAYOS REALIZADOS EN
LABORATORIO CALYDAT

LISTADO DE ENSAYOS REALIZADOS EN CALYDAT

El laboratorio CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE ACTIVIDADES TECNICAS S.R.L. - CALYDAT con RUC 20600479521, ubicado en Jr. 23 de diciembre N° 102 Villa el Carmen - Independencia.

Mediante la carta de Patrocinio DOC-LAB-008-OCT-2018 permite el uso de las instalaciones y equipos al estudiante universitario Emanuel Oswaldo Flores Utos CODIGO: 6700267512 tema de TESIS: Mejoramiento de la resistencia del concreto adicionando fibras de acero en la Av. Túpac Amaru, distrito de Independencia, Lima.

Para el desarrollo de los ensayos de ensayos físicos materiales suministrados por terceros y conformación de ensayos frescos de concreto, necesarios para su tesis:

Arena gruesa de Cantera Trapiche,
Muestreo y ensayo de acuerdo a NTP 400.010

Piedra Chancada proveniente de UNICON-Trapiche,
Muestreo y ensayo de acuerdo a NTP 400.010

- **Ensayos físicos de agregados grueso**

- ❖ Granulometría (NTP 400.012)
- ❖ Peso Unitario (NTP 400.017)
- ❖ Peso Específico y % absorción (NTP 400.022)
- ❖ Malla # 200 (NTP 400.018)
- ❖ Contenido de humedad (NTP 339.185)

- **Ensayos físicos de agregados fino**

- ❖ Granulometría (NTP 400.012)
- ❖ Peso Unitario (NTP 400.017)
- ❖ Peso Específico y % absorción (NTP 400.021)
- ❖ Malla # 200 (NTP 400.018)
- ❖ Contenido de humedad (NTP 339.185)

- **Preparación de diseños de mezclas**

- ❖ Ensayo de asentamiento - Slump (NTP 339.035)


EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 18664

- ❖ Temperatura (NTP 339.184)
- ❖ Peso Unitario del concreto (NTP 339.046)
- ❖ Exudación del concreto (NTP 339.077)
- ❖ Moldeo de probetas cilíndricas de Ø4"x8" (NTP 339.033)
- ❖ Curado de probetas (NTP 339.033)
- ❖ Moldeo de viga rectangular de 150 mm x 150 mm x 500 mm (NTP 339.033)

Atentamente.



Jorge Bernardino Calderón Llanos
GERENTE GENERAL


EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 168054

ENSAYOS REALIZADOS EN CALYDAT

1 Ensayo para determinar la granulometría del agregado.

Se realizó siguiendo lo indicado por la norma ASTM C136 (Método de Ensayo Normalizado para determinar el Análisis Granulométrico de los Áridos Finos y Gruesos), tanto en los aparatos usados, los alcances, y el procedimiento a seguir.

Este método se usa para agrupar según el tamaño de las partículas los agregados finos y grueso, mediante el uso de tamices; esto consta en hacer pasar una muestra seca (agregados) a través de una serie de tamices ordenadas por aberturas de mayor a menor.

- Equipos y herramientas a usar

- Tamices de 8" de diámetro, con un bastidor resistente para evitar la pérdida del material en el tamizado, las aberturas de los tamices usados fueron las siguientes: 4", 3 1/2", 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100, N°200, con fondo y tapa.




EDUARDO ADOLFO BALMO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 188054

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD

JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

Figura 1. Tamices. Fuente: Elaboración propia

- Balanza: Se usó una balanza con una lectura y precisión de 0,1% de la masa de ensayo.



Figura 2. Balanza. Fuente: Elaboración propia

- Horno con temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($230 \pm 9^{\circ}\text{F}$).



Figura 3. Horno. Fuente: Elaboración propia


EDUARDO ADOLFO BRAVO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CPM 16604

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESÚS BANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

- **Procedimiento**

Siguiendo por lo indicado en la norma ASTM C136, se lavó y seco la muestra, para luego ser llevado al horno por 24 horas a una temperatura de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$




Figura 4. Proceso de secado en horno del material. Fuente: Elaboración propia

Luego del proceso de secado se debe colocar el juego de tamices ordenados en forma decreciente de las aberturas, colocar la muestra en el tamiz superior, aplicando ligeros golpes y agitando los tamices de derecha a izquierda, hasta poder obtener la retención de la muestra en cada tamiz.



Figura 5. Proceso de tamizado del material. Fuente: Elaboración propia


EDUARDO ADOLF O BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
REG. CP N° 16804

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD

JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

Se pesará el material retenido en cada tamiz, la masa del total del material luego del proceso de tamizado, se debe comparar con la masa original que se tenía antes del proceso, las cantidades no deben diferenciarse del más del 0.3%.



Figura 6. Pesado del material retenido en cada tamiz. Fuente: Elaboración propia.


EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 168064

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

2. Elaboración de probetas para en ensayo de resistencia a la compresión.

- **Elaboración de probetas**

Para poder elaborar las probetas en cuando a moldes y herramientas, se realizó siguiendo las indicaciones de la ASTM C 31/C 31M, NTP 339.033, y tal como la norma cita. Para ensayos de aceptación para la resistencia especificada a la compresión, los cilindros deben ser de 150 mm x 300 mm o 100 mm x 200 mm, en este caso se usará la segunda opción.

Se procedió a pesar los materiales según el diseño de mezcla establecido, para ello se hizo uso de una balanza y un recipiente.



Figura 7. Balanza electrónico y tara. Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se pesó y separo los materiales, se procedió a realizar la mezcla, este proceso se realizó para cada tipo de mezcla, se debe tener en consideración que se tuvo cuatro diseños, en los cuales uno era sin fibras de acero y otras tres con fibras de acero pero con diferentes dosificaciones.



Figura 8. Trompo y materiales usados. Fuente: Elaboración propia

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESUS BANC,
SUPERVISOR DE CALIDAD

Luego de haber realizado la mezcla se procede a realizar el vaciado a los moldes cilíndricos de 100 mm de diámetro (4") por 200 mm (8") de altura, la cantidad de moldes fueron de tres por cada día de ensayo y dentro de cada día, tres por cada tipo de diseño, se toman tres especímenes, dado que, así lo determina la NORMA E060 CONCRETO ARMADO: "[...] Para cada relación agua-material cementante o contenido de material cementante deben confeccionarse y curarse al menos tres probetas cilíndricas para cada edad de ensayo [...]. Las probetas deben ensayarse a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para determinar $f'c$ ". (2009, p. 42)."



Figura 9. Moldes plásticos utilizados y probetas de concreto compactado. Fuente: Elaboración propia.

Se debe mover la cuchara alrededor del perímetro de molde para asegurarnos de una distribución adecuada del concreto, una en la que se obtenga una mínima segregación. Cada capa debe ser realizada conforme a lo que indican las tablas 1 y 1 (TABLA 2 Y 3 DE LA NTP 339.033), el procedimiento se determinará por el tipo de asentamiento.

Tabla 1: Métodos de consolidación. Requisitos de aplicación

Asentamiento, mm	Método de consolidación
≥ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Fuente: NTP 339.033


 EDUARDO DOLFO BRUNO CASTILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. n.º 15304

Al tener un slump mayor a 25 mm (2"), se puede usar tanto el apisonado como vibración como método de consolidación.


 LABORATORIO
 CONTROL DE CALIDAD
 JESÚS SANCA
 SUPERVISOR DE CALIDAD

En laboratorio se usó el método de apisonado, método en el cual se usa una varilla metálica, y con el cual se genera golpes en toda el área de los moldes cilíndricos por cada capa que se realice, el número de capas y golpes estará determinado por el tipo y tamaño de espécimen, en la siguiente tabla se observa a detalle los números.

Tabla 2: Moldeo de especímenes por apisonado. Requisitos

Tipo de espécimen y tamaño	Numero de capas de igual altura	Numero de golpes por capa
Cilindros: diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Vigas: ancho, mm		
150 a 200	2	Véase 10.3
>200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	Véase 10.3

Fuente: NTP 339.033

Ya que se realizará moldes cilíndricos con diámetro de 100 mm, entonces se realizarán 2 capas con 25 golpes en cada una.



Figura 10. Consolidación del concreto mediante el método de apisonado. Fuente: Elaboración propia.

EDUARDO ACOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CP N° 168094

Al colocar la capa final, se debe adicionar una cantidad de concreto de manera de enrasar a tope con el borde superior del molde después de la consolidación.

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

DOC-AUX-002-NOV-2018
CALYDAT - CALIDAD Y ASURAMIENTO DE ACTIVIDADES TÉCNICAS S.R.L.
Jr. 23 de Diciembre Nº102- Villa el Carmen - Independencia - LIMA PERU



Figura 11. Envasado del concreto. Fuente: Elaboración propia.

- **Cantidad de muestras a ensayar y proceso de curado**

Los agregados fueron de tamaño máximo 3/4" y tamaño máximo nominal de 1/2". En la siguiente tabla se muestra la cantidad de probetas que se realizaron según el día a ensayar y el tipo de mezcla

Tabla N°3. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la compresión.

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN				
Días	Tipo de mezcla			
	Sin fibras de acero	Con fibras de acero*		
		0,50%	1,00%	2,00%
7	3	3	3	3
14	3	3	3	3
28	3	3	3	3

Fuente: Elaboración propia. Nota: * Porcentaje respecto al volumen total del concreto.

Se procede a sumergir las probetas en un recipiente para el proceso de curado, ahí estarán hasta que se cumpla los días requeridos que son 7, 14 y 28 días,



Figura 12. Proceso de curado de probetas. Fuente: Elaboración propia.

EABC
 EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTELLO
 INGENIERO CIVIL
 Res. CP N° 168064

LABORATORIO
 CONTROL DE CALIDAD
 JESÚS SANCA
 SUPERVISOR DE CALIDAD

3 Elaboración de vigas para realizar el ensayo a la resistencia a la flexión

- **Elaboración de moldes**

Para poder elaborar las probetas en cuanto a moldes y herramientas, se realizó siguiendo las indicaciones de la ASTM C 31/C 31M, NTP 339.033, y tal como la norma cita, para ensayos de aceptación para la resistencia especificada a la flexión. Los especímenes para determinar la resistencia a la flexión deben ser vigas de concreto vaciadas y fraguadas en posición horizontal. La viga normal debe ser de 150 mm por 150 mm de sección transversal. A menos que las especificaciones del proyecto lo requieran, los especímenes vigas elaborados en campo no deben tener un ancho o altura menor de 150 mm.

Se procedió a pesar los materiales según el diseño de mezcla establecido, para ello se hizo uso de una balanza y un recipiente.



Figura 13. Balanza electrónica y tara. Fuente: Elaboración propia

Cuando ya se pesó y separó los materiales, se procedió a realizar la mezcla, este proceso se realizó para cada tipo de mezcla, se debe tener en consideración que se tuvo dos diseños, en los cuales uno era sin fibras de acero y otra con fibras de acero, con una dosificación del 2% respecto a su volumen.


EDUARDO ADOLF O BRIMO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. N° 66854

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD



Figura 14. Trompo y materiales usados. Fuente: Elaboración propia

Luego de haber realizado la mezcla se procede a realizar el vaciado a los moldes rectangulares de 150 mm de ancho, por 150 mm de altura y una longitud de 500mm, la cantidad de moldes fueron de uno a los 28 días y, uno por cada tipo de diseño, en este caso se tiene una mezcla sin fibras de acero y otra con 2% de dosificación de fibras de acero respecto al volumen del concreto.



Figura 15. Encofrado de madera utilizados. Fuente: Elaboración propia.

Se debe usar una pala y cucharón de largo suficiente, de tal manera que la cantidad de concreto recogida del recipiente de muestreo sea representativa y lo suficientemente pequeña para que el concreto no se derrame durante la colocación en el molde.

EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. C.P.M. 168054

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

Tabla 4: Moldeo de especímenes por apisonado, Requisitos

Tipo de espécimen y tamaño	Numero de capas de igual altura	Numero de golpes por capa
Cilindros: diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Vigas: ancho, mm		
150 a 200	2	Véase 10.3
>200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	Véase 10.3

Fuente: NTP 339.033

Se realizarán dos capas, para poder detallar el número de capas tendríamos que ubicarnos el artículo 10.3 y seguir las indicaciones.

Seleccionar la barra compactadora apropiada según 6.4 y la Tabla 1, o el vibrador según 6.5. Determinar el método de consolidación de la Tabla 2, o menos que se especifique otro método. Si el método de consolidación es por apisonado, determinar los requisitos para el moldeo de la Tabla 3. Si el método de consolidación es por vibración determinar los requisitos de moldeo de la Tabla 4. [...] (2009, p. 11)

Cada capa deber ser realizado conforme a lo que indican TABLA 1, 2, 3 y 4 DE LA NTP 339.033, el procedimiento se determinara por el tipo de asentamiento. En el artículo 6.4 se indica las dimensiones de la varilla compactadora, se omite el artículo 6.5 porque no se usará el vibrador, en la siguiente tabla (TABLA 1 de la NTP 339.033) se mostrará lo señalado.

Tabla 5: Dimensiones de la varilla según diámetro de muestra

Diámetro del cilindro o ancho de la viga, mm	Dimensiones de la varilla*	
	Diámetro, mm	Longitud de la varilla, mm
< 150	20	300
150	16	500
225	16	65

*Tolerancia en la longitud, +/- 100mm; Tolerancia del diámetro +/- 2mm.

Fuente: NTP 339.033


EDUARDO ADOLFO BRIANO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. N° 19854

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD

JESÚS BANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

En este caso se tiene una viga de 150 de ancho, por lo tanto, la varilla será de diámetro 16 mm y la longitud de la varilla de 500 mm.

Se seguirá con la TABLA 2 de la NTP 339.033, para determinar el método de consolidación.

Tabla 6: Métodos de consolidación. Requisitos de aplicación

Asentamiento, mm	Método de consolidación
≥ 25	Apisonado o vibración
< 25	Vibración

Fuente: NTP 339.033

Al tener un slump mayor a 25 mm (2"), se puede usar tanto el apisonado o vibración como método de consolidación.

En laboratorio se usó el método de apisonado, método en el cual se usa una varilla metálica, y con el cual se genera golpes en toda el área de los moldes rectangulares por cada capa que se realice, el número de capas y golpes estará determinado según lo que se indica en el artículo 10.3.

Determinar el número de golpe por capa, uno cada 14 cm² del área de la superficie superior de la viga. [...] Usando una pala o cuchara, colocar el concreto en el molde a la altura requerida en cada capa. Colocar el concreto de tal forma que se distribuya uniformemente en cada capa, con la mínima segregación. Cada capa se debe consolidar conforme se requiere. Al colocar la capa final, se debe adicionar una cantidad de concreto de manera que el molde quede sobrellenado, después de la consolidación. [...] (2009, p. 11).

Se realizarán dos capas y en cada capara 50 golpes con la varilla compactadora.


EDUARDO ADOLF O BALINO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 158054

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD

JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD



Figura 16. Consolidación del concreto mediante el método de zaponado. Fuente: Elaboración propia.

- **Cantidad de muestras a ensayar y proceso de curado**

Los agregados fueron de tamaño máximo 3/4" y tamaño máximo nominal de 1/2". En la siguiente tabla se muestra la cantidad de probetas que se realizaron según el día a ensayar y el tipo de mezcla.

Tabla N°7. Número de muestras para el ensayo de resistencia a la flexión

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		
Días	Tipo de mezcla	
	Sin fibras de acero	Con fibras de acero*
28	1	1

Fuente: Elaboración propia

Nota: * Porcentaje respecto al volumen total del concreto.


 EDUARDO ADOLFO BRUNO CASTILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CP N° 158264

LABORATORIO
 CONTROL DE CALIDAD
 JESÚS SANCA
 SUPERVISOR DE CALIDAD

Se procede a sumergir las probetas en un recipiente para el proceso de curado, ahí estarán hasta que se cumpla el día requeridos que es 28 días.




EDUARDO ADOLFO BRUMO CASTILLO
INGENIERO CIVIL
Reg. OP N° 163254

Figura 12. Colocación de viga en el cilindro curador. Fuente: Elaboración propia.

LABORATORIO
CONTROL DE CALIDAD
JESÚS SANCA
SUPERVISOR DE CALIDAD

ANEXO 11:
AUTORIZACION DE LA VERSION FINAL DEL
TRABAJO DE INVESTIGACION



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
La Escuela de Ingeniería Civil

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

FLORES HTOS, EMANUEL OSWALDO

INFORME TITULADO:

*MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ADICIONANDO
FIBRAS DE POLVO EN LA MUJERCA AMARILLO, DISTRITO DE
INDEPENDENCIA, LIMA - 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Ingeniero Civil

SUSTENTADO EN FECHA:

07/12/2018

NOTA O MENCIÓN :

16 (Diez y seis)

Firma del Coordinador de Investigación de
Ingeniería Civil

ANEXO 12:
ACTA DE APROBACION DE ORIGINALIDAD DE
TESIS

	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : T06-F-014-02/02
		Versión : 01
		Fecha : 30-05-2018
		Página : de 1

Yo, BEAUTES ZUJIGA, JOSE LUIS

Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, sede Lima Norte), revisor(a) de la tesis titulada:

" MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ADICIONADO FIBRAS DE ACERO EN LA AUTOPAC AMARU DISTRITO DE INDEPENDENCIA, LIMA, 2018

del (de la) estudiante FLORES UTO S EMANUEL OSWALDO

constato que la investigación tiene un índice de similitud de 23 % 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.


Lugar y fecha 07 diciembre 2018, Lima



Firma
 Nombres y apellidos del (de la) docente:
BEAUTES ZUJIGA, JOSE LUIS
 DNI: 42114842

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Aprobación de GOC	Aprobó	Verificación de la investigación
---------	----------------------------	--------	-------------------	--------	----------------------------------

ANEXO 13:
AUTORIZACION DE PUBLICACION DE TESIS EN
REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : FV0-00470-0210
		Versión : 01
		Fecha : 21-11-2018
		Página : de 1

Yo FLORES VIDS EMANUEL OSWALDO....., identificado
con DNI N° 76087518.....,

Egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallojo, autorizo (X), No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

" MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO AUTOCOMPAÑADO
FIBRAS DE ACEPO EN LA AV. TAPAC ABTAQU, DISTRITO DE
LA DEPENDENCIA, LIMA - 2018
.....";

en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derechos de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA
DNI: 76087518.....

FECHA: 07 de NOVIEMBRE... del 2018..

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Revisado por RIGC	Aprobó	Superintendente de Investigación
---------	----------------------------	--------	-------------------	--------	----------------------------------

ANEXO 14:
RESULTADOS DE PORCENTAJE DE TURNITIN

