



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima – 2018”**

**TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Solís Huamán Elizabeth Esthefanía  
Zapata Briones Jordan

**ASESORA:**

Dra. María Ysabel García Álvarez

**LINEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2018



**ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS**

Código : F07-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 104 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **SOLIS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA**

Cuyo título es: **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LIMA - 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **17 (número) DIECISIETE (letras).**

Lima, San Juan de Lurigancho, 13 de Diciembre de 2018

  
-----  
Dra. Ing. GARCÍA ALVAREZ MARÍA ISABEL  
PRESIDENTE

  
-----  
Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME NEMAN  
SECRETARIO

  
-----  
Mgtr. Ing. MAGUINA SALAZAR WALTHER  
TEOFILO  
VOCAL

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

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 119 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **ZAPATA BRIONES, JORDAN**

- Cuyo título es: **"EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RÍGIDO EN LIMA – 2018"**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **17 (número) DIECISIETE** (letras).

Lima, San Juan de Lurigancho, 13 de Diciembre de 2018

  
 -----  
 Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL  
 PRESIDENTE

  
 -----  
 Mgtr. Ing. ESPINOZA SANCHEZ JAIME HERMAN  
 SECRETARIO

  
 -----  
 Mgtr. Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER  
 TEOFILO  
 VOCAL

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

### **Dedicatoria**

Dedicado a mi querida familia que son motor y motivo en mi vida.

Elizabeth Esthefanía Solís Huamán

Dedicado a mi familia por el apoyo de todos los días.

Jordan Zapata Briones



### **Agradecimientos**

Agradecemos a Dios porque contamos con la oportunidad de terminar una meta y agradecemos a todas las personas que nos brindaron apoyo para el desarrollo del proyecto: En especial a la Dra. María Ysabel García Álvarez por su dedicación y paciencia como asesora y al personal del laboratorio UNFV, personal de la cantera YERBABUENA, a nuestras familias y entre otros.

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Elizabeth Esthefania Solís Huamán con DNI 46533056, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejos, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumimos 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, 13 de diciembre de 2018



---

Elizabeth Esthefania Solís Huamán

DNI: 46533056

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Jordan Zapata Briones con DNI 73659095, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejos, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumimos 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, 13 de diciembre de 2018



---

Jordan Zapata Briones

DNI: 73659095

## Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presentamos ante ustedes la tesis titulada “Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima - 2018”, cuyo objetivo fue calcular la influencia de la adición de limalla de acero al concreto (en distintos porcentajes) en la resistencia mecánica para losa de pavimento rígido en Lima y que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para que obtengamos el título profesional de Ingeniero Civil.

Nuestro estudio consta de 8 capítulos. En el primer capítulo se explica la realidad problemática donde damos a conocer el motivo que nos llevó a desarrollar esta investigación, los trabajos previos nacionales como internacionales, sustento teórico de las variables y dimensiones (en el marco teórico) generando así la justificación del estudio y la formulación del problema, hipótesis y objetivos. En el segundo capítulo abarcamos la metodología de investigación y determinamos el tipo, diseño, nivel de investigación, población del estudio, muestra, muestreo, técnicas e instrumentos de investigación; en el tercer capítulo presentamos los resultados obtenidos de los ensayos en el laboratorio; en el cuarto capítulo la discusión de la investigación, en el quinto capítulo se detalla las conclusiones en base a los resultados, seguidamente en el sexto capítulo recomendamos en referente al desarrollo del presente trabajo, en el séptimo mostramos las fuentes de investigación y en el octavo capítulo añadimos los anexos.



---

Elizabeth Esthefania Solis Huaman



---

Jordan Zapata Briones

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO.....	ii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	vi
PRESENTACIÓN.....	viii
INDICE.....	ix
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Realidad problemática.....	19
1.2 Trabajos previos:.....	21
1.2.1 Nacionales.....	21
1.2.2 Internacionales.....	23
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	26
1.3.1 V1. Limalla de acero.....	26
1.3.2 V2. Resistencia mecánica del concreto.....	29
1.4 Formulación del problema.....	61
1.4.1 Problema general.....	61
1.4.2 Problemas específicos.....	61
1.5 Justificación del estudio.....	61
1.5.1 Justificación metodológica:.....	61
1.5.2 Justificación tecnológica.....	62
1.5.3 Justificación económica.....	62
1.6 Hipótesis.....	63
1.6.1 Hipótesis general.....	63
1.6.2 Hipótesis específicas.....	63
1.7 Objetivos.....	63

1.7.1	Objetivo general .....	63
1.7.2	Objetivos específicos .....	63
II.	METODOLOGÍA.....	64
2.1	Diseño de investigación .....	66
2.2	Tipo de investigación.....	66
2.3	Nivel de investigación.....	67
2.4	Variables, Operacionalización.....	67
2.4.1	Identificación de variables .....	67
2.4.2	Operacionalización de las variables.....	67
2.5	Población y muestra.....	70
2.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad. ....	71
2.7	Método de análisis de datos.....	72
2.8	Aspectos éticos .....	73
III.	RESULTADOS .....	74
3.1	Análisis descriptivo.....	75
3.2	Contrastación de hipótesis.....	85
IV.	DISCUSIÓN.....	93
V.	CONCLUSIONES .....	96
VI.	RECOMENDACIONES .....	98
VII.	REFERENCIAS .....	100
VIII.	ANEXOS.....	105

## Índice de tablas

Tabla 1: Gradación del agregado fino.....	30
Tabla 2: Límites para sustancias deletéreas en el agregado fino.....	31
Tabla 3: Requerimientos del agregado grueso. ....	33
Tabla 4: Límites para sustancias deletéreas en el agregado grueso.....	34
Tabla 5: Cementos Peruanos. ....	35
Tabla 6: Valores de parámetros permitidos para el agua. ....	36
Tabla 7: Medidas máximas nominales del agregado. ....	37
Tabla 8: Tamices Normalizados. ....	38
Tabla 9: Clasificación de los agregados por su densidad.....	39
Tabla 10: Clasificación, descripción y ejemplos por la forma del agregado. ....	41
Tabla 11: Clasificación de la textura superficial de las partículas de los agregados. ....	41
Tabla 12: Peso mínimo de la muestra de ensayo. ....	43
Tabla 13: Método de consolidación según asentamiento.....	49
Tabla 14: Moldeo de especímenes por apisonado. ....	50
Tabla 15: Moldeo de especímenes por vibrado. ....	50
Tabla 16: Tiempo permisible para realizar el ensayo a compresión.....	53
Tabla 17: Fórmulas para el cálculo de la resistencia promedio.....	56
Tabla 18: Asentamiento del concreto según su consistencia. ....	56
Tabla 19: Asentamiento según el tipo de obra. ....	57
Tabla 20: Volumen unitario del agua según su asentamiento. ....	57
Tabla 21: Volumen del agua sin aire incorporado.....	58
Tabla 22: Porcentaje de aire atrapado con relación al tamaño del agregado grueso. ....	58
Tabla 23: Relación agua/cemento de diseño por resistencia.....	59
Tabla 24: Volumen de agregado grueso por m <sup>3</sup> de concreto.....	60
Tabla 25: Parámetros para el diseño de mezcla.....	65
Tabla 26: Operacionalización de la variable independiente.....	68
Tabla 27: Operacionalización de la variable dependiente.....	68
Tabla 28: Matriz de operacionalización de las variables. ....	69
Tabla 29: Resultado del ensayo granulométrico del agregado grueso.....	76
Tabla 30: Límites de gradación del agregado grueso de Huso 67.....	76
Tabla 31: Resultado del ensayo granulométrico del agregado fino.....	77
Tabla 32: Límites de gradación del agregado fino. ....	78

Tabla 33: Resultado del contenido de humedad y contenido de finos del agregado grueso. .....	79
Tabla 34: Resultado del contenido de humedad y contenido de finos del agregado fino. .....	80
Tabla 35: Resultado de peso unitario suelto del agregado grueso.....	81
Tabla 36: Resultado del peso unitario compactado del agregado grueso. ....	81
Tabla 37: Resultado del peso unitario suelto del agregado fino.....	82
Tabla 38: Resultado del peso unitario compactado del agregado fino. ....	82
Tabla 39: Peso específico y absorción del agregado grueso. ....	82
Tabla 40: Peso específico y absorción del agregado fino. ....	83
Tabla 41: Características físicas del agregado grueso. ....	83
Tabla 42: Características físicas del agregado fino. ....	84
Tabla 43: Resumen de proporción en peso del diseño de mezcla. ....	85
Tabla 44: Resumen de proporción en volumen del diseño de mezcla. ....	85
Tabla 45: Resumen de resistencia a compresión al tiempo de los 7 días de edad. ....	86
Tabla 46: Resumen de la resistencia a compresión al tiempo de los 14 días de edad. ...	87
Tabla 47: Resumen de resistencia a compresión al tiempo a los 28 días.....	89
Tabla 48: Resumen de resistencia a flexión al tiempo de los 28 días de edad.....	90
Tabla 49: resumen de resistencia a tracción al tiempo de 28 días. ....	91
Tabla 50 Resumen del Diseño de Mezcla Patrón .....	127
Tabla 51: Resumen del diseño de mezcla con adición al 5% de limalla de acero - pasante malla N°4.....	128
Tabla 52: Resumen del diseño del concreto a 7 % de limalla de acero - Pasante malla N°4 .....	129
Tabla 53: Resumen del diseño del concreto a 12 % de limalla de acero - Pasante malla N°4 .....	130
Tabla 54: Resumen del diseño del concreto a 19 % de limalla de acero - Pasante malla N°4 .....	131
Tabla 55: Resumen del diseño del concreto a 7 % de limalla de acero - malla N°4 al N° 16 .....	132
Tabla 56: Resumen del diseño del concreto a 12 % de limalla de acero - malla N°4 al N° 16 .....	133



## Índice de figuras

Figura 1: Producción de limalla metálica mediante el proceso del mecanizado de piezas metálicas.....	20
Figura 2: Proceso para la determinación del asentamiento de la mezcla del hormigón. .	48
Figura 3: Curva granulométrica del agregado grueso.....	77
Figura 4: Curva granulométrica del agregado fino..	78
Figura 5: Variación de resultados de la resistencia a compresión del concreto con adición y sin adición de limalla de acero a los 7 días. ....	87
Figura 6: Variación de resultados de la resistencia a compresión a los 14 días. ....	88
Figura 7: Variación de resultados de la resistencia a compresión a los 28 días de curado. ....	89
Figura 8: Variación de resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado..	90
Figura 9: Variación de resultados de la resistencia a la tracción a los 28 días de curado..	92
Figura 10: Cuadro de comparación con proyectos similares – resistencia a la flexión. .	95
Figura 11: Recojo del agregado grueso de la cantera YERBABUENA-UNICON.....	108
Figura 12: Recojo del agregado fino de la cantera YERBABUENA-UNICON.....	108
Figura 13: Secado del agregado fino. ....	108
Figura 14: Materiales en el laboratorio de la UNFV..	108
Figura 15: Insertando muestra del agregado en los tamices.....	109
Figura 16: Tamizado del agregado grueso. ....	109
Figura 17: Peso del agregado grueso..	110
Figura 18: Lavado del agregado..	110
Figura 19: Saturación de la muestra en un recipiente por 24 horas.....	111
Figura 20: Secado de la muestra saturada con una franela.....	111
Figura 21: Pesado de la muestra secada superficialmente con una franela.....	111
Figura 22: Calibración de la balanza con las canastillas metálicas. ....	111
Figura 23: Pesado de la muestra dentro de la canastilla sumergida.....	111
Figura 24: Colocación de la muestra del agregado grueso en el horno para su secado.	112
Figura 25: Cuarteo del agregado grueso. ....	113
Figura 26: Colocación de la muestra en el recipiente con un cucharón a una altura de 2".	113
Figura 27: Emparejar el contenido del recipiente con una regla metálica. ....	113

Figura 28: Pesado del contenido del recipiente metálico.....	113
Figura 29: Apisonado de la muestra con 25 golpes uniformemente con una varilla de acero.....	114
Figura 30: Ensayo para determinar el peso específico de la limalla de acero con el picnómetro.....	114
Figura 31: Ensayo para determinar el peso unitario de la limalla de acero. ....	115
Figura 32: Tamizado de la limalla de acero. ....	115
Figura 33: Probetas cilíndricas y prismáticas en proceso de curado.. ....	115
Figura 34: Medición de las probetas cilíndricas. ....	116
Figura 35: Ensayo de compresión, flexión y tracción indirecta.. ....	116

## Índice de anexos

Anexo 1 Matriz de consistencia .....	105
Anexo 2 Panel fotográfico .....	107
Anexo 3 Ficha técnica .....	117
Anexo 4 Ficha de validación .....	119
Anexo 5 Diseño de Mezcla según Método ACI.....	126
Anexo 6 Resultados de los ensayos a los agregados obtenidos por laboratorio.....	134
Anexo 7 Resultados de laboratorio del diseño de mezcla.....	142
Anexo 8 Resultado de laboratorio de los ensayos al concreto.....	157
Anexo 9 Certificado de calibración de equipos de laboratorio.....	173

## RESUMEN

El objetivo de nuestra investigación fue calcular la influencia de la adición de limalla de acero del concreto para losa de pavimento rígido de tránsito pesado en la resistencia mecánica mediante ensayos en el laboratorio comparándola con un concreto patrón, para ello la adición de lima de acero consistió en 5%, 7%, 12% y del 19% para la pasante por el tamiz N°4 – N°200 y para la pasante por el tamiz N°4 hasta el N°16 la adición fue del 7% y del 12%, asimismo aportamos en la atenuación de la contaminación ambiental proponiendo el uso de un material poco reciclable por poseer pequeñas dimensiones, por tal motivo el trabajo de investigación es de enfoque cuantitativo con diseño de investigación: cuasi experimental y de tipo de investigación básica, para el diseño de mezcla nos guiamos del método ACI, la muestra de estudio constituyó de 70 probetas las cuales 56 fueron cilíndricas y 14 prismáticas. Los resultados de los ensayos del concreto con adición de limalla de acero del 5% y 7% pasante por el tamiz N° 4 mostrando excelentes resultados en comparación con el concreto patrón y también porque están dentro del rango de resistencia para un pavimento rígido de tránsito pesado, siendo 330 kg/cm<sup>2</sup> y 293 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente en resistencia a la compresión, 50.78 kg/cm<sup>2</sup> y 43.7 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente en resistencia a la flexión y en el caso de la resistencia de la tracción dieron como resultado 51.16 kg/cm<sup>2</sup> y 44.4 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

Palabras claves: limalla de acero, diseño de mezcla, concreto patrón, concreto con adición de limalla, resistencia mecánica.

## Abstract

The objective of our investigation was to calculate the influence of the addition of steel filings to concrete for rigid pavement slabs of heavy traffic in the mechanical resistance by means of laboratory tests comparing it with a concrete pattern, for this the addition of Steel filings consisted of 5%, 7%, 12% and 19% of everything that passes through the sieve N° 4 until N° 200 and for the sieve N° 4 until N° 16 the addition was 7% and 12% likewise, we contribute to the mitigation of environmental pollution by proposing the use of a material that is not recyclable due to the small dimensions, it possesses for this reason the research work is of the quantitative approach with a research design: quasi-experimental and of a research type: basic, for the design of mixture we were guided by the ACI method, the study sample consisted of 70 test, of which 56 were cylindrical and 14 were prismatic. The results of the tests of the concrete with the addition of 5% Steel filing and 7% through the sieve N° 4 showed better results compared to the concrete pattern and also because they are within the resistance range for a heavy traffic pavement, being 330 kg/cm<sup>2</sup> and 293 kg/cm<sup>2</sup> respectively in resistance to compression, 50.78 kg/cm<sup>2</sup> and 43.7 kg/cm<sup>2</sup> respectively in resistance to vending and in the case of tensile strength gave as results 51.16 kg/cm<sup>2</sup> and 44.4 kg/cm<sup>2</sup> respectively.

Keywords: Steel filing, mix design, concrete pattern, concrete with addition of filing mechanical resistance.

## **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad problemática**

Actualmente la implementación de nuevos materiales como adiciones para la elaboración del concreto ha ido evolucionando considerablemente, siendo estas de diferentes materiales con distintas características, todo esto con la finalidad de obtener mejoras en los elementos que se vayan a construir en él.

Lo que se busca conseguir con estos materiales es mejorar la reacción del concreto ante los diferentes factores que podrían afectar en su tiempo de vida, para ello algunos le agregan materiales resistentes como la fibra de acero; este material ha demostrado brindar mayor resistencia al concreto sometido a flexión, tracción y compresión.

El concreto es un compuesto utilizado para la elaboración del pavimento rígido, se menciona esto porque es el principal componente del pavimento y en este se presentan las fallas, las cuales son generadas por diferentes factores propios y externos que lo amenaza como la retracción y el tráfico.

Los pavimentos rígidos actualmente se siguen construyendo con el concreto convencional, sin adicionales que mejoren su resistencia, y esto con el tiempo puede generar que el pavimento presente fallas como fisuras, escalonamientos o deterioro prematuro del concreto, esto debido a la falta de resistencia al impacto, fatiga y ductilidad que tiene el concreto convencional.

Para mejorar el desempeño de estos pavimentos rígidos se deben adicionar materiales que complementen las características necesarias para mitigar las posibles fallas que presenten y para que así también aumenten su periodo de vida.

La aplicación de la limalla de acero podría ser una buena opción para aumentar la resistencia del concreto para losa de un pavimento rígido de tránsito pesado o medio, y así también reciclar este tipo de material; pero para poder afirmar esto se deben realizar estudios para evaluar la resistencia mecánica que obtiene el concreto al ser mezclado con este material metálico no convencional.

La aplicación de limalla de acero como componente para el concreto usado en la losa del pavimento rígido no solamente permitirá aumentar el periodo de vida, sino también a reducir los costos en la aplicación en obra, en mantenimiento y el curado, este último debido a la retracción; también beneficiaría en la resistencia obtenida así un concreto más dúctil capaz de soportar diferentes cargas generadas por el pase de vehículos.

(Puig, 2011) La aplicación de este concreto no se restringe solamente a las aplicaciones estructurales, sino también para mejorar la resistencia de ella y controlar las fisuras. En si para obtener una estructura que dure su vida útil va a depender de la resistencia de la misma.

Utilizando como fundamento lo mencionado, en este trabajo pretendemos hacer un análisis de las características mecánicas del concreto con adición de residuos metálicos triturados llamado también limalla de acero para losa de pavimento rígido de tránsito medio/pesado, y así también realizar una comparación con un concreto patrón; con esto se podrá determinar los beneficios que traería la aplicación de este tipo de concreto en Lima donde abundan congestión vehicular de transporte liviano y pesado.



*Figura 1:* Producción de limalla metálica mediante el proceso del mecanizado de piezas metálicas. Recuperado en la página Web de AMERICAN DIESEL MOTORS S.R.L.



## 1.2 Trabajos previos:

En la búsqueda de dar con información de aportes experimentales para nuestro desarrollo de proyecto tomamos como base de referencia, investigaciones teóricas como experimentales: concretos con adición de limalla, virutas metálicas y fibras de acero para nuestra variable “limalla de acero”, así mismo también para nuestra otra variable “resistencia mecánica del concreto”, lo que se consideró como antecedentes nacionales e internacionales fueron las siguientes:

### 1.2.1 Nacionales

(Pacheco, 2016) En su tesis de pregrado con el título de “*Resistencia a compresión axial del concreto  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  incorporando diferentes porcentajes de virutas de acero ensayadas a diferentes edades*” realizado en Cajamarca – Perú, indico como **objetivo** diagnosticar cómo influye en la resistencia a compresión axial del hormigón al añadir 2%, 4% y 6% de virutas de acero en diferentes edades; su **metodología** consistió en la realización del diseño de mezcla usando el método del American Concrete Institute para un concreto convencional de  $F'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  y para concretos con incorporación de virutas de acero en tres distintos porcentajes, reemplazando agregado fino por dichas virutas así mismo ensayadas a los 7, 14 y 28 días, obtuvo como **resultados** que el hormigón con adición del 2% de virutas de acero dio un  $F'c = 190.79 \text{ Kg/cm}^2$  a los 28 días de curado, es decir que dio un incremento de la resistencia a compresión en un 9%, para el caso de 4% de viruta de acero en el concreto dio un incremento a compresión del 12.47% y al 6% en un 15.58%, como **conclusión** según los resultados indican que el concreto con incorporación de virutas de acero presentan más resistencia a compresión axial en comparación al concreto sin adición y ensayadas en las mismas edades del 7, 14 y 28 días.

(Vera, E. E; 2015) en la tesis de pregrado titulado “*Resistencia a compresión axial del concreto  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con la adición de diferentes porcentajes de virutas metálicas*” se determinó como **objetivo** hallar la influencia del concreto con adición de virutas metálicas en la resistencia a compresión axial, aplicó como **metodología** la preparación de mezcla del concreto a un  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con virutas metálicas al 5%, 10% y 15% en edades de 7,14 y 28 días usando agregados de la cantera Rio Chonta, obtuvo como **resultado** que el concreto con 5% de virutas metálicas al tiempo de 28 días

presentó una resistencia de 270.74 Kg/cm<sup>2</sup>, esto correspondió a un aumento de resistencia a compresión axial del 28.92%, por otro lado en el caso de la adición de virutas metálicas en un 10% manifestó una resistencia de  $F'c=260.03$  Kg/cm a los 28 días dando un incremento del 23.82% y en el caso de la adición de un 15% de virutas metálicas dio un incremento del 20.79% a los 28 días, en **conclusión** los resultados nos muestra que el concreto con virutas metálicas presentó un incremento en la resistencia a la compresión axial en comparación al concreto usual.

(Chávez, J. E; 2014) en su tesis que lleva por título **“Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido”** indico como **objetivo** la determinación de la resistencia a la compresión del concreto con limadura de hierro fundido en 4%, 6% y 8% en las edades de 7, 14 y 28 días, dándole así uso a la limadura de hierro como agregado no convencional en el concreto; su **metodología** consistió en realizar un diseño de concreto para un  $F'c= 210$  Kg/cm<sup>2</sup>, diseñando 18 probetas con adición de limadura y 18 sin adición de limadura de hierro para luego ensayarlas a compresión, indicó que obtuvo como **resultado** que las probetas con adición al 4% de limadura de hierro incrementó su resistencia a la compresión en un 57% dando un  $F'c=331.69$  Kg/cm<sup>2</sup> respecto a la resistencia de diseño y en los otros casos la resistencia disminuyo, como **conclusión** dio que la adición de limadura de hierro fundido en pocas proporciones incrementó la resistencia a la compresión.

(Venegas, J. A. y Farfán, M; 2016) en su tesis de pregrado titulado **“Análisis de la influencia de la limalla de acero en la resistencia a la compresión y flexión del concreto con porcentajes de 5%, 7%, 9% y 11% respecto al agregado fino de la mezcla utilizando aditivos súper plastificante”** indicaron como **objetivo** analizar los resultados de la resistencia a la compresión y flexión del concreto tradicional y del concreto con limalla de acero al 5%, 7%, 9% y 11% en remplazo del agregado fino, su **metodología** consistió en el diseño de mezcla del concreto con limalla de acero y sin limalla de acero a una  $F'c= 210$  Kg/cm<sup>2</sup> realizando así testigos circulares y prismáticos a las edades de 7 y 28 días de curado, así mismo presentó como **resultado** que el concreto con limalla de acero al 9% con respecto al agregado fino incrementó su resistencia a la compresión y flexión a diferencia de las otras cantidades de adición de limalla de acero.

(Cusquisiván, M. E. y Sáenz, J. P; 2016) en su tesis de pregrado titulado **“Comparación de la resistencia a la flexión que alcanza el concreto reforzado con fibras de acero con respecto al concreto tradicional para pavimento rígido, 2016”** fijaron como **objetivo** determinar la comparación de la resistencia a flexión para el concreto de  $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  y de  $F'c= 280 \text{ Kg/cm}^2$  con adición de fibras de acero en diferentes porciones y sin adición de fibras; como **metodología** para el concreto fibro-reforzado a 0.80%, 1% y 1.2% y un concreto patrón, realizaron vigas de  $0.15*0.15*0.53$  m ensayados en 14 y 28 días de curado para un  $F'c=210\text{Kg/cm}^2$  y un  $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$ , de igual manera se realizaron también ensayos en estado fresco, como **resultado** obtuvieron que el concreto de  $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  con adición del 0.80%, su resistencia a flexión aumento en un 8.03% con respecto al concreto sin adición, por otro lado al añadir el 1.0% de fibras de acero su resistencia a flexión incremento en un 14.03% y en el caso de la adición de 1.2% su resistencia aumento en un 8.35%, para el  $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$  con adición del 0.80%, la resistencia a flexión incremento en 7.82% con respecto al concreto sin adición, para la adición de fibra de acero en 1.0% la resistencia a flexión reduce un 14.09% y para 1.2% la resistencia también reduce en 9.4%, en **conclusión** para un  $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$  el aumento de resistencia a flexión es dado para la adición del 1.0% de fibras de acero y para el concreto con  $F'c=280 \text{ Kg/cm}^2$  su aumento de resistencia es para un 0.80% de adición de fibras.

### 1.2.2 Internacionales

(Reyes, J. B. y Rodríguez , Y. A., 2014) en su tesis de pregrado titulado con **“Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla”** fijaron como **objetivo** determinar el porcentaje adecuado de limalla para una producción de mezcla de concreto optimo donde se incremente la resistencia a la compresión respecto al concreto convencional bajo condiciones de factibilidad económica, técnicas y seguridad, como **metodología** indicaron que se realizaron la preparación de 285 testigos de concreto con adición de limalla fina a 3%, 4% y 5% y sin adición a una resistencia de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  se ensayó a tiempos de 7, 14 y 28 días a resistencia de compresión bajo normas colombianas como **resultados** se dio que el mejor de los casos fue el aumento de 48.7% de resistencia, con adición de limalla del 5% a la edad de 28 días respecto al concreto convencional este diseño proporcionó un valor de  $F'c = 304.7 \text{ Kg/cm}^2$  , en el caso del concreto con adición de 4% de limalla dio un incremento del 37.41% de resistencia a la compresión a

comparación del concreto convencional, **concluyeron** que la adición de limalla metálica en el concreto genera un beneficio, debido a que incrementa su resistencia a la compresión.

(Tejada, A. J. y Valencia, P. A; 2017) en su tesis de pregrados con el título de **“Diseño de mezcla de concreto hidráulico con residuos industriales (limalla) como aditivo para aligerar el peso de elementos estructurales y mejorar su resistencia a la compresión”** fijaron como **objetivo** determinar la resistencia a compresión según el porcentaje de limalla de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% a los 14 y 28 días y compararlas con un concreto patrón, su **metodología** consistió en la realización de 10 ensayos utilizando limalla metálica en relación al volumen de mezcla de 5%, 10%, 15%, 20% y 25% con una resistencia de 3000 PSI, como **resultados** obtuvieron que la mayor resistencia a compresión alcanzada es 18.46 Mpa dada de la mezcla del concreto con adición del 25% de limalla a la edad de 28 días a comparación de las otras mezclas con adiciones del 5%, 10%, 15% y 20% por otro lado se presentaron reducciones en su peso aunque esta reducciones no tenían ninguna relación con la cantidades de limalla en la mezcla, **concluyeron** que el uso de limalla en la mezcla del concreto permite obtener una mezcla homogénea, así también que la resistencia de la limalla es directamente proporcional al reemplazo del agregado grueso.

(Flores, A. M; 2017) en su trabajo experimental de pregrado titulado **“Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de acero”** indicó como **objetivo** diseñar un concreto con adición de limalla, viruta y fibras de acero a 5%, 10%, 15% y 20% con una resistencia a de diseño de  $F'c=240 \text{ Kg/cm}^2$  y el acero con esfuerzo de fluencia de  $F_y= 4200 \text{ Kg/cm}^2$ , en su **metodología** fijo la realización de vigas de hormigón con adición de limalla, viruta y fibras de acero de distintos porcentajes para luego ensayarlas a flexión a edades de 14 y 28 días, como **resultado** el porcentaje óptimo de limalla de acero para una deformación mínima fue del 15% para los 14 días, en el caso de las virutas de acero en el concreto a los 28 días el porcentaje optimo fue el 10% para la mejora de la deformación donde se obtuvo 1,397 mm a comparación con el resto donde la deformación fue mayor; en **conclusión** la sustitución parcial del cemento con el 15% de virutas de acero fue considerada ideal para la resistencia a flexión.

(Angarita, P. A. y Rincón, H. J., 2017) en su tesis de pregrado titulada **“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionado con virutas de acero en porcentajes de 10% y 12% respecto al agregado fino de la mezcla”** fijaron como **objetivo** evaluar las propiedades físicas del agregado y diseñar mezcla de concreto con 10% y 12% de viruta de acero como reemplazo parcial del agregado fino para después llevarlas a ensayos mecánicos la **metodología** que emplearon fue la realización de probetas cilíndricas para ensayos a compresión en las edades de 7, 14 y 28 días a una resistencia de  $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ , para el caso de hallar la resistencia a flexión lo elaboraron en base a la resistencia a la compresión por medio de una fórmula, como **resultado**, la resistencia a la compresión dio 15.35 Mpa, 16.7 Mpa y 9.16 Mpa para la muestra patrón, adición del 10% y del 12% respectivamente, en la resistencia a la flexión dio 3.14 Mpa, 3.18 Mpa y 3.02 Mpa y para el módulo de elasticidad dio 22277.34 Mpa, 23717.23 Mpa y 10033.33 Mpa igualmente para la muestra patrón, adición de 10% y del 12% respectivamente a la edad de 28 días de curado en **conclusión** el concreto con adición de 12% de viruta evidencia disminución en la resistencias mecánicas del concreto a comparación del testigo patrón.

(Cando, L. F; 2016) en su tesis de pregrado titulado **“Análisis de las propiedades físicas y mecánicas del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado”** fijo como **objetivo** analizar los efectos de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con adición de fibras comerciales y fibras recicladas respecto al concreto convencional alcanzando una resistencia de  $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$  como **metodología** planteo la realización de ensayos físicos y mecánicos a muestras de concreto fresco (consistencia, homogeneidad y trabajabilidad) y concreto endurecido (realizando ensayos de compresión, tracción indirecta, ensayo a flexión y módulo de elasticidad) como **resultado** fijo que la resistencia a la compresión simple para el hormigón con fibras comerciales resulta  $F'c = 270.40 \text{ Kg/cm}^2$  en los 28 días de curado, para el caso del hormigón con fibras recicladas resulta una resistencia a  $F'c = 347.93 \text{ Kg/cm}^2$  y para el hormigón convencional resulta un  $F'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ , en el caso de la resistencia a la tracción indirecta a los 28 días resulta un  $27.90 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $40.47 \text{ Kg/cm}^2$  y un  $45.80 \text{ Kg/cm}^2$  para el concreto sin fibra, con fibras comerciales y fibras recicladas respectivamente, para la resistencia a la flexión en el tiempo de 28 días resulta  $36.66 \text{ Kg/cm}^2$ ,  $51.86 \text{ Kg/cm}^2$  y  $48.97 \text{ Kg/cm}^2$  para el concreto sin fibra, con fibra comercial y fibra reciclada respectivamente, en **conclusión** indico que las fibras recicladas alcanzan mayores resistencias a compresión

dando un incremento de 22.28% con respecto al concreto con fibras comerciales y 30.70% respecto al concreto convencional así mismo para el ensayo a tracción el hormigón con fibras recicladas alcanzó un aumento de 11.64% respecto al hormigón con fibras comerciales y en el caso de la resistencia a la flexión el hormigón con fibras comerciales resultó con mayor resistencia respecto a los otros.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 V1. Limalla de acero**

Para conocer que son limallas de acero primero partimos por conocer el acero, de donde se obtiene la limalla.

(Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017) nos indicaron que el acero es una mezcla (aleación) de hierro, carbono (con cantidad de 0.03% y 1.075%) y posiblemente otros metales en pequeñas cantidades como níquel, manganeso, cromo, vanadio entre otros; el acero es más duro, dúctil, maleable, elástico y tenaz que el hierro pues ningún material logra aun igualarlo cuando se refiere a resistencia al impacto o la fatiga. (p. 17)

(Parra, K. M. y Bautista, M. A; 2010) Definieron a la limalla como un material de residuo de escombros del metal, que generalmente es reciclado por la preocupación del impacto ambiental negativo que causa, este material reciclable se obtiene a través de máquinas (fresadoras, tornos mecánicos, limadura entre otros) producto de un procedimiento metalúrgico de mecanizado por arranque, lo cual consiste en dar el acabado de una pieza de metal. (p.14)

La limalla de acero es un material considerado como un subproducto del proceso de mecanizado de piezas por arranque, en este caso procedente de la fabricación, acabado y comercialización de piezas de metal de la empresa AMERICAN DIESEL MOTORS S.R.L.

##### **1.3.1.1 Características y propiedades físicas**

(Reyes, J. B. y Rodríguez, Y. A., 2014) Al describir las características físicas de la limalla de acero nos indican que es un desecho sólido que se obtiene de procesos industriales con el empleo de metales, su tamaño se encuentra distribuido entre la pasante del tamiz N° 4 (4.76 mm) hasta el último tamiz N° 200 (0.075 mm). (p. 41)

(Delgado, F., 2017) Indicó que las características de las limallas metálicas guardan similitud con las fibras de acero, quiere decir que tienden a ser comparadas por la forma, tamaño, textura y rigidez; en el caso de identificar sus propiedades físicas se considera que estas parten del tipo de metal como maquinaria en la que fue procesado y reflejado en su estructura.

(Revista ARQHYS, 2017) Fijo como características positivas del acero la alta resistencia mecánica (resistencia a la tracción y compresión), elasticidad, ductilidad y trabajabilidad; entre sus características negativas esta la oxidación (puede producir corrosión) y el de ser transmisor de calor y electricidad ya que se debilita a altas temperaturas, para estas desventajas se les puede manejar dependiendo el uso de los materiales y el mantenimiento.

Como la limalla de acero son residuos sólidos proveniente de industrias de metal-mecánica y sus dimensiones se encuentra distribuido entre el tamiz N°4 (4.76 mm) y N° 200 (0.075 mm); con este dato decidimos realizar el diseño de mezcla con adiciones de estos residuos en remplazo del agregado fino (en diversos porcentajes), pero clasificadas en dos: una donde tomamos toda la limalla de acero (limalla de acero pasante por el tamiz N° 4 – N° 200) y la otra tomamos limalla de acero de partículas menos finas quiere decir limalla de acero pasante por el tamiz N° 4 – N°16.

### **1.3.1.2 Beneficio de la adición de limalla metálica en el concreto para losa de pavimento rígido.**

Al no contar con una amplia información de las ventajas de la limalla metálica en el concreto para losa de pavimento rígido porque se ha realizado pocas investigaciones experimentales enfocadas a ese tema, tomamos como base de referencia las ventajas que presentan: fibras de acero, viruta metálica entre otros materiales semejantes que sí cuenta con un amplio material de información.

Según (Sarta, H. N. y Silva, J.L., 2017) Indicaron que las fibras fueron y son usadas principalmente en pavimentos y losas cuyas ventajas son: puede reemplazar el uso de mallas electrosoldadas como refuerzo, bajo costo del transporte de las fibras a obra,

ahorro de tiempo ya que la instalación es más sencilla, evita falla frágil por cortante, así mismo se genera un comportamiento más dúctil en la losa del pavimento rígido. (p. 21)

(Cárdenas, 2015) Afirmó que añadir fibras de acero al concreto en un porcentaje, se logra mejorar su desempeño mecánico y capacidad portante, también afirmo que la rápida aplicación de las fibras a la mezcla y de prescindir de mallas o varillas como refuerzo en algunos casos, se ha hecho considerar como un refuerzo de alta calidad y económico; Cárdenas enlistó los aportes de las fibras de acero al concreto de la siguiente manera:

- Las fibras de acero dan la acción de zurcir las fisuras del concreto, proporcionando así un control de las fisuras mayores y así también brindar un comportamiento dúctil al concreto endurecido.
- Las fibras de acero mejoran las resistencias (flexión, tracción y corte) en el concreto, generando así un aumento a la capacidad portante.
- Las fibras de acero logran altas resiliencia por ende logran absorber la energía de impacto y resistir a las fuerzas que las provocan.
- Las fibras de acero convierten al concreto fibro-reforzado en un material con igual rendimiento en todas las direcciones.
- Las fibras de acero distribuidas uniformemente en toda la estructura, son excelentes para soportar cargas sin punto definido de aplicación.
- Estudios recientes indican que las fibras de acero junto con un reforzado tradicional son increíbles en el comportamiento bajo cargas sísmicas.

La limalla de acero por sus dimensiones es más fácil al incorporarlo en la mezcla del concreto ya que no genera vacíos, ni bolas de erizos como en el caso de las fibras de acero, se distribuye mejor en la mezcla, no tiene costo ya que es un material reciclable, fácil aplicación en obra y en las pocas tesis referenciales internacionales se ha comprobado que mejora la resistencia mecánica del concreto.

### **1.3.1.3 Impacto ambiental de la limalla de acero**

Como sabemos la obtención de la limalla de acero es por medio de fábricas de metal-mecánica por proceso del mecanizado, estos residuos (limallas) no se le tiene mucho interés de reciclar ya que por ser de pequeñas dimensiones suelen mezclarse con



otros residuos pequeños por ello son en algunos casos desechados en los botaderos, pudiendo así estar en riesgo a que llegue al río más cercano y contaminarla con metales pesados y peligrosos, provocando un impacto ambiental negativo.

Nuestro interés es aprovechar de las propiedades del acero en limalla, ya que por sus dimensiones se dispersa mejor en toda la mezcla del concreto, y a la vez damos un aporte por medio del reciclaje a proteger y conservar el medio ambiente.

Por otro lado según (Reyes, J. B. y Rodríguez , Y. A., 2014) indicaron que ante el desarrollo positivo de la industria de la construcción en el mundo, aumenta la demanda de agregados pétreos lo cual hace parte esencial del concreto, sin embargo la explotación de los agregados incrementa la erosión del suelo contribuyendo al calentamiento global, como alternativa de solución fijaron la implementación de materiales reciclados, producto de procesos industriales (limalla metálicas) que sustituyan parcialmente a los agregados pétreos extraídos de canteras.

### **1.3.2 V2. Resistencia mecánica del concreto.**

#### **1.3.2.1 Concreto**

Según (NTP 339.047, 2006) el concreto “Es la mezcla de agregado grueso, fino y materiales aglomerantes. Normalmente se utiliza el cemento Portland y agua como aglomerante, pero también se le pueden añadir adiciones y/o aditivos” (p.6)

(Rivva, E., 2018) Nos indica que las características del concreto son según a la cual está destinado, es decir que la finalidad de seleccionar las proporciones del concreto es obtener una buena resistencia, densidad, durabilidad, consistencia, entre otras y considerar que el concreto no debe ser costoso y estar libre de sustancias dañinas. (p. 37)

Se dice que el concreto es el segundo producto más utilizado después del agua y más comunes en la construcción, un buen concreto es aquel que cumple con la resistencia para lo cual fue diseñado; el concreto con adición de fibras es poco utilizado en Lima, pero los pocos que hay, han demostrado mejoras en su desempeño mecánico y capacidad portante.

### 1.3.2.1.1 Componentes del concreto

#### AGREGADO FINO

Según (NTP 339.047, 2006) nos especifica que “Es un material que se forma de las rocas, se obtiene de la desagregación artificial o natural; está normalizado que debe pasar por el tamiz 3/8 pulgadas y que tiene las características que se menciona en la NTP 400.037” (p.3)

Según (NTP 400.037, 2014) debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- GRADACIÓN

Para análisis granulométrico deberá tener la gradación especificada en lo siguiente.

**Tabla 1.**

*Gradación del agregado fino.*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

*Nota:* Es la distribución de los tamaños de las partículas del agregado fino según normativa. *Fuente:* NTP 400.037.

- Al elaborar el concreto con agregado fino que tiene deficiencia en los tamices N° 50 y N° 100 puede que presente problemas en la trabajabilidad, bombeo o presentar demasiada exudación. Esto se puede subsanar adicionando cemento, minerales o aditivos.
- La utilización de los agregados que no cumplan los requerimientos especificados podría ser utilizados siempre y cuando haya estudios afirmen que la resistencia final del concreto será la requerida.
- El módulo de fineza de una cantera no debe variar en más de 0.20 (valor típico de las canteras). La aprobación de un cambio deberá ser satisfactorio para las partes.

- SUSTANCIAS DELETÉREAS (venenosas)

La cantidad de sustancias deletéreas “venenosas” no deberá exceder los límites que indican la Tabla N°2.

- IMPUREZAS ORGANICAS

- El agregado debe estar autónomo de impurezas orgánicas que en cierta proporción pueda ser perjudicable. Los que produzcan un color más oscuro según la prueba de impurezas deben ser desechados.
- El agregado que no cumpla con esta prueba será permitido siempre que se compruebe que la coloración es por la presencia de pequeñas cantidades de carbón, lignito o partículas semejantes.

**Tabla 2.**

*Límites para sustancias deletéreas en el agregado fino.*

Ensayo	Porcentaje del total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	3.0
Material más fino que la malla normalizada 75 µm (N° 200):	
concreto sujeto a abrasión.	3.0*
Otros concretos	5.0*
Carbón y lignito:	
Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante.	0.5
Otro concretos	1.0
Impurezas orgánicas	El agregado fino que no demuestre presencia nociva de materia orgánica, cuando se determine conforme NTP 400.013, se deberá considerar satisfactorio. El agregado fino que no cumple con el ensayo anterior, podrá ser utilizado si al determinarse el efecto de las impurezas orgánicas sobre la resistencia de morteros (NTP 400.024) la resistencia relativa a los 7 días no es menor del 95%
En el caso de arena manufacturada los porcentajes de material más fino que la malla normalizada 75 µm (N° 200) pueden aumentarse a 5.0% y 7% respectivamente, siempre que estén libres de arcillas o limos. Para la caracterización de esos finos, existen diversos métodos disponibles, dentro de ellos el que equivale de arena de la norma ASTM D2419.	

*Nota:* Se observa el % máximo de cantidad de sustancias venenosas que presentaría el agregado fino, según normativa.

- La utilización del agregado fino que no cumpla con la prueba colorimétrica podría utilizarse siempre y cuando se compruebe que las impurezas orgánicas no disminuyan la resistencia relativa del concreto de 95% a menos, esto según la NTP 400.024.
- El agregado fino que se utilizó en el concreto que vaya a estar en contacto con humedad o suelos húmedos no debe ser reactivo “sílice amorfa”, ya que esto podría producir expansiones excesivas del concreto.

### **AGREGADO GRUESO**

Según (NTP 339.047, 2006) el agregado grueso “Es un compuesto que proviene de la desagregación artificial o natural de las rocas; está retenido en el tamiz normalizado 4.75 mm (N° 4) y debe tener las características que se especifican en la NTP 400.037 o en la norma ASTM C33” (p.3).

Según (Rivva, E., 2018) expresa que para los agregados grueso se recomienda considerar que su granulometría permita obtener una correcta trabajabilidad, densidad y consistencia del concreto en condiciones de uso, algo importante es que la granulometría no deberá obtener más del 5% de la muestra retenida en el tamiz 1 ½” y tampoco más del 6% de la muestra que pasa el tamiz de ¼”, por otro lado se tiene que considerar que el tamaño limite no tendrá que ser mayor de un tercio del peralte de una losa (p.27).

Según (NTP 400.037, 2014) debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- **GRADACIÓN**

En el análisis granulométrico del agregado grueso se debe cumplir las características que se muestra en la tabla N°3, para que se obtenga la resistencia trazada como objetivo.

**Tabla 3.**

Requerimientos del agregado grueso.

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje quepasapor los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2 pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2 pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	5,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	---	25 a 60	---	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---	---
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	---	---	---	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	---	0 a 5	---	---	---	---	---
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---	---
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 1/2 pulg a 3/4 pulg)	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	---	---	---	---	---	---
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 1/2 pulg a No. 4)	---	---	---	---	100	95 a 100	---	35 a 70	---	10 a 30	0 a 5	---	---	---
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	---	---	---	---	---
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 5	---	---	---
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	---	---	---	---	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	---	---	---	---	---	---	---	---	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	---
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0 a 5
9A	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0 a 5

*Nota:* Son requerimientos establecidos por porcentajes de agregado retenido en peso en los tamices normalizados según el huso granulométrico del agregado grueso. *Fuente:* NTP 400.037.

- Solo se consentirá el uso de los agregados gruesos que no cumplan las gradaciones requeridas en la tabla anterior siempre que se garantice que se obtendrá la resistencia esperada.

- **SUSTANCIAS DELETÉREAS**

El agregado grueso debe cumplir las especificaciones de la siguiente tabla:

**Tabla 4.**

Límites para sustancias deletéreas en el agregado grueso.

Ensayo	Porcentaje Total de la muestra (máx.)
Terrones de arcilla y partículas friables	5,0
Material más fino que la malla normalizada 75 $\mu\text{m}$ (No. 200)	1,0 <sup>A</sup>
Horsteno ( menos de 2,40 de densidad)	5,0 <sup>B</sup>
Carbón y lignito:	
Cuando la apariencia de la superficie del concreto es importante	0,5
Otros concretos	1,0
<sup>A</sup> Este porcentaje podrá ser aumentado a 1,5 % si el material está esencialmente libre de limos y arcillas.	
<sup>B</sup> Solo en casos de intemperización moderada (concreto en servicio a la intemperie continuamente expuesto a congelación y deshielo en presencia de humedad)	

*Nota:* La tabla muestra el porcentaje máximo de cantidad de sustancias venenosas que puede presentar el agregado grueso. *Fuente:* NTP 400.037.

- El agregado grueso que se vaya a utilizar en el concreto que tiene contacto con la humedad o suelos húmedos no debe ser reactivo “Sílice Amorfa”, debido a que podría producir una expansión excesiva del concreto.

- El uso del agregado grueso que no cumpla con los requisitos de la tabla en el concreto se permitirá siempre y cuando se demuestre que no afectará de forma negativa a la resistencia requerida a satisfacción de las partes.

## CEMENTO

Según (NTP 339.047, 2006) nos indica que el cemento “Es un material obtenido de la trituración del Clinker, este está mezclado principalmente por silicatos de calcio y algunas cantidades de formas de (CaSO<sub>4</sub>) como material de añadidura en la trituradora” (p.5)

(Rivva, E., 2018) Nos indica que el cemento Portland de tipo I, II o V debe cumplir con los requisitos de las Normas NTP 334.009 o ASTM C 150, que no se debería aceptar en obra bolsas de cemento evidentemente afectado por la higrometría o muestren disminución de cantidad, también que la bolsa de cemento debe conservar un peso de 42.5 kilogramos.

En la siguiente tabla se dará a conocer los valores definidos en el Laboratorio de la UNI, estos valores pueden ser utilizados en caso no se conozca la información del peso específico y superficie específica del cemento según marca y tipo.

**Tabla 5:**

*Cementos Peruanos.*

Marca	Tipo	Peso específico	Superficie específica (cm <sup>2</sup> /gr)
<b>Sol</b>	I	3.11	3500
<b>Atlas</b>	IP	2.97	5000
<b>Andino</b>	I	3.12	3300
<b>Andino</b>	II	3.17	3300
<b>Andino</b>	V	3.15	3300
<b>Pacasmayo</b>	I	3.11	3100
<b>Yura</b>	IP	3.06	3600
<b>Yura</b>	IPM	3.09	3500

*Nota:* La tabla muestra valores del peso y superficie específica de las marcas de cemento en Perú. *Fuente:* Ing. Rivva, 2018.

## AGUA

Según (Rivva, E; 2018) el agua no tiene que ser ácida, ni que contenga residuos minerales o industriales, azúcares, ni que tampoco contenga sulfatos mayores 1%; el agua debe acatar con la norma NTP 339.088 que de conveniencia debe ser agua potable en el caso de no ser así y proviene de agua natural esta debería tener previa autorización de la inspección y verificar que estén limpias, libres de sustancias dañinas para el concreto o acero.

**Tabla 6.**

Valores de parámetros permitidos para el agua.

<b>Descripción</b>	<b>Máximos</b>
<b>Sulfatos</b>	300 ppm (parte por millón)
<b>Cloruros</b>	300 ppm (parte por millón)
<b>Sales de magnesio</b>	150 ppm (parte por millón)
<b>Sales de solubles totales</b>	1500 ppm (parte por millón)
<b>pH</b>	Mayores de 7 (alcalinos)
<b>Sólidos en suspensión</b>	1500 ppm (parte por millón)
<b>Materia orgánica</b>	10 ppm (parte por millón)

*Nota:* La tabla muestra los valores permitidos para la utilización del agua en el concreto. *Fuente:* Ing. Enrique Riva López.

Está prohibido el agua proveniente del mar en caso de:

- Hormigones cuyas resistencias sea mayor de  $F'c = 175 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días.
- Hormigones pre-forzados.
- Concretos vaciados cuando el clima es cálido.
- Concretos con elementos de fierro galvanizado.

### 1.3.2.1.2 Ensayos para los agregados

- **Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.010, 400.011, 400.012, 400.037).**

La (NTP 400.010, 2008) nos explica el procedimiento de extracción de las muestras ya sea de depósitos, fajas transportadoras, unidades de transporte y de carreteras (bases y



sub-bases). También se determina el número de muestra que se debe tener para que los resultados de los ensayos obtengan la confianza deseada a continuación, mostramos la tabla de la medida de las muestras:

**Tabla 7.**

Medidas máximas nominales del agregado.

Tamaño máximo nominal del agregado <sup>A</sup>	Masa mínima aproximada para la muestra de campo kg <sup>B</sup>
Agregado fino	
2,36 mm	10
4,76 mm	10
Agregado grueso	
9,5 mm	10
12,5 mm	15
19,0 mm	25
25,0 mm	50
37,5 mm	75
50,00 mm	100
63,00 mm	125
75,00 mm	150
90,00 mm	175

*Nota:* La tabla indica la masa mínima requerida de los agregados para los ensayos *Fuente:* NTP 400.010.

<sup>A</sup> : Para el agregado procesado, el tamaño máximo es la de menor malla donde se genera el primer retenido.

<sup>B</sup> : Para agregado global como la base y sub-base la masa mínima que se a requerirse va a ser la mínima del agregado grueso + 10 kilogramos.

Estas muestras son tentativas, esto debido a que la cantidad se debe considerar para el tipo y la cantidad de ensayos. En esta norma también se indica que el medio de transporte de los materiales debe liberarlos de una posible contaminación.

La (NTP 400.010, 2008) clasifica los agregados de acuerdo a sus características:

- Por su Granulometría

Se determinará la granulometría haciendo uso de los tamices específicos de la siguiente tabla:

**Tabla 8:**

*Tamices Normalizados.*

<b>Agregado</b>	<b>Tamices normalizados</b>
<b>FINO</b>	150 µm (N° 100)
	300 µm (N° 50)
	600 µm (N° 30)
	1,18 mm (N° 16)
	2,36 mm (N° 8)
	4,75 mm (N° 4)
	9,50 mm (3/8)
	12,5 mm (1/2)
	19,0 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
<b>GRUESO</b>	37,5 mm (1 1/2)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 1/2)
	75,0 mm (3)
	90,0 mm (3 1/2)
	100 mm (4)

*Nota:* La tabla muestra los tamices Normalizados, diferenciando que tamices retiene el agregado fino y el agregado grueso. *Fuente:* NTP 400.011.

- Por su Densidad

La clasificación del agregado como liviano o pesado va a depender del cumplimiento que tenga de la siguiente tabla:

**Tabla 9.**

*Clasificación de los agregados por su densidad.*

<b>Agregados</b>	<b>Clasificación</b>
	Uso en hormigón (concreto) aislante térmico. <ul style="list-style-type: none"><li>• Grupo I: Agregados resultantes de productos expandidos, tales como perlitas o vermiculitas.</li><li>• Grupo II: Agregados resultantes de productos expandidos, calcinados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas, diatomitas, esquistos o pizarras y agregados preparados del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos.</li></ul>
<b>AGREGADO LIVIANO</b>	Uso en hormigón (concreto) estructural <ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo I: Agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras.</li><li>• Tipo II: Agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos</li></ul>
	Uso en unidades de albañilería <ul style="list-style-type: none"><li>• Tipo I: Agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras.</li><li>• Tipo II: Agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos</li><li>• Tipo III: Agregados resultantes de la combustión final de productos de carbón o coque</li></ul>
<b>AGREGADO PESADO (hormigones para protección radiactiva)</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Agregados minerales naturales de alta densidad o alto contenido de agua: Barita, magnetita, hematina, ilamita y serpentina.</li><li>2. Agregados sintéticos: acero, hierro, ferro fosforosos, fritas de boro y otros compuestos de boros.</li><li>3. Agregados finos consistentes de arena natural o manufacturada incluyendo minerales de alta densidad. El agregado grueso puede consistir de mineral triturado: piedra chancada, productos sintéticos y combinaciones o mezclas de estos.</li></ol>

*Nota:* la Tabla nos muestra la clasificación de los agregados livianos y pesados por su densidad según la NTP 400.011.

- Por su constitución mineralógica:

<b>Minerales de sílice:</b>	- Cuarzo - Opalo - Calcedonia - Cristobalita
<b>Feldespatos:</b>	- Ferro magnesianos - Micasios - Arcillosos - Zeolitas
<b>Carbonatos:</b>	- Calcita - Dolomita
<b>Sulfatos:</b>	- Yeso - Yeso y anhidrita
<b>Minerales de Sulfuro de hierro:</b>	- Pirita - Marcasita - Pirrotita
<b>Oxido de fierro:</b>	- Magnetita - Hematita
<b>Rocas ígneas:</b>	- Rocas plutónicas - Granito; sienita, diorita; gravo y pidotitas - Rocas volcánicas
<b>Rocas sedimentarias</b>	
<b>Rocas metamórficas</b>	

- Por su Forma

Clasificación de la forma de las partículas de los agregados con ejemplos:

**Tabla 10:***Clasificación, descripción y ejemplos por la forma del agregado.*

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Completamente desgastada por agua o fricción	Grava de río o playa; arena del desierto, de la playa o del viento
Irregular	Naturalmente irregular, o parcialmente moldeado por fricción y con bordes pulidos	Otras gravas, pedernal de tierra o excavado
Laminar	Material cuyo espesor es pequeño en relación con las otras dos dimensiones	Roca laminada
Angular	Posee bordes bien definidos formados en la intersección de caras planas	Rocas trituradas de todos tipos, escoria triturado
Alargada	Material angular en el que la longitud es considerablemente mayor que las otras dos dimensiones	-----

*Nota:* En la tabla se observa la descripción de los agregados, clasificados según su forma geométrica.  
*Fuente:* NTP 400.011.

- Por la Textura

Clasificación de la textura superficial de las partículas de los agregados con ejemplos:

**Tabla 11:***Clasificación de la textura superficial de las partículas de los agregados.*

Grupo	Textura de la superficie	Características	Ejemplos
1	Vidrioso	Fractura concooidal	Pedernal negro, escoria vítrea
2	Lisa	Desgastado por agua, o debido a fractura delaminada o roca de grano fino	Gravas, esquisto, pizarra, mármol, algunas riolitas
3	Granulosa	Fracturas que muestran granos uniformes mas o menos pulidas	Arenisca, oolita
4	Rugosa	Fractura rugosa de roca granular fina -a media- que tiene constituyentes cristalinos que no se pueden ver facilmente	Basalto, felsita, pórfido, caliza
5	Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos facilmente visibles	Granito, gabro, gneis
6	Panal de abeja	Con cavidades y poros visibles	Ladrillo, pómez, escoria espumosa, vítreo, barro expandido

*Nota:* La tabla nos muestra las características de los agregados según su textura. *Fuente:* NTP 400.011.

La (NTP 400.012, 2001) se determina el análisis granulométrico para agregados finos, gruesos y globales, para poder elaborarlo se deben realizar los siguientes procedimientos:

- ✓ Se debe realizar el muestreo según las especificaciones de la NTP 400.010.
- ✓ Se pone la muestra en un horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , esta parte se puede obviar debido a que el porcentaje de humedad afecta ligeramente a los resultados, pero en caso que el agregado tenga un tamaño máximo nominal menor de  $\frac{1}{2}$  pulg y/o contenido considerable de finos si debe poner al horno.
- ✓ Se coloca la muestra en los tamices adecuados para ser agitado manual o mecánicamente, estos tamices deben estar ordenados en forma decreciente.
- ✓ Se debe prevenir la sobrecarga de material sobre los tamices.
- ✓ Se debe verificar que el peso de la muestra al final no varíe en 0.1%, en caso que esté difiere en 3% al material seco de la muestra, este resultado no se puede utilizar como propósitos de aceptación.

- **Peso específico y absorción para agregado grueso y agregado fino (NTP 400.021, NTP 400.022 – ASTM C-128)**

La (NTP 400.021, 2013) nos indica que se debe sumergir la muestra por 24 horas para llenar los poros, luego de esto se debe secar la superficie y se pesa la muestra, para después ponerla al horno y volver a pesarlo con la muestra seca.

Los pesos para la muestra son los siguientes:

**Tabla 12.**

*Peso mínimo de la muestra de ensayo.*

Tamaño máximo nominal mm (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo Kg (lb)
4.75 (0.187) (N°4)	0.5
9.5 (3/8)	1.5
12.5 (1/2)	2 (4.4)
19.0 (3/4)	3 (6.6)
25.0 (1)	4 (8.8)
37.5 (1 1/2)	6 (13)
50 (2)	8 (18)
63 (2 1/2)	10 (22)
75 (3)	13 (29)
90 (3 1/2)	16 (35)
100 (4)	25 (55)
150 (6)	50 (110)

*Nota:* la tabla muestra el peso mínimo de la muestra según tamaño del agregado para el ensayo granulométrico. *Fuente:* NTP 400.021.

Estos datos que se obtengan se utilizarán para realizar los siguientes cálculos:

Peso específico de la muestra del agregado grueso, representada en la NTP 400.021 es la siguiente:

$$P_{em} = \frac{A}{(B - C)} * 100$$

Peso específico de la masa saturada con superficie seca del agregado grueso según NTP 400.021:

$$P_{eSSS} = \frac{B}{B - C} * 100$$

Peso específico aparente del agregado grueso según NTP 400.021:

$$P_{ea} = \frac{A}{A - C} * 100$$

Absorción de la muestra, según NTP 400.021:

$$\text{Ab. (\%)} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra secada (gr)

B= Peso de la muestra saturada superficialmente secada (gr)

C= Peso en el agua de la muestra saturada.

La (NTP 400.22, 2013) nos dice que se coloca aproximadamente 1000g del agregado fino al horno a una temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , luego se coloca en agua durante 24 horas, después se coloca en una superficie plana y se pone a secar de forma uniforme moviéndola hasta que el material se adhiera marcadamente entre sí. Después se pone la muestra en un recipiente con forma cónica, se apalea la superficie 25 veces con una varilla de metal y se levanta el cono de forma vertical. Si hay presencia de humedad el cono mantendrá su forma, si este es el resultado se debe continuar con el secado, así hasta que el cono esté levantado por completo y la muestra se esparza por sí solo.

Estos datos que se obtengan durante el procedimiento se utilizarán para realizar los siguientes cálculos:

Peso específico de masa del agregado fino:

$$P_{em} = \frac{W_o}{V - V_a} * 100$$

Peso específico de la masa saturada con superficies seca del agregado fino:

$$P_{eSSS} = \frac{500}{V - V_a} * 100$$

Peso específico aparente del agregado fino:

$$P_{ea} = \frac{(W_o)}{(V - V_a) - (500 - W_o)} * 100$$

Absorción de la muestra del agregado fino:



$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} * 100$$

Donde:

Pem: Peso específico de la masa.

Wo: Peso del agregado secado en el horno (gr)

V: Volumen del recipiente (m3)

Va: Peso en gr. o Volumen en cm3 de agua añadida en el frasco.

(ASTM C-128, 2003) Indicaron los equipos y materiales con características específicas para hallar el peso específico y la absorción del agregado fino, como:

- La balanza tiene que tener una lectura de 0.1g o menos y una precisión de 0.1% de la muestra de ensayo en cualquier punto dentro del rango de uso para este método de ensayo.
- El uso del Picnómetro u otro recipiente donde se pueda introducir el agregado fino y en el que el volumen pueda ser medido con precisión de 0.1 cm3.
- Un frasco en el que será usado para el procedimiento volumétrico.
- Un Molde donde tiene que ser metálico con forma de un cono truncado con diámetro interno del borde superior de  $40 \pm 3$ mm,  $90 \pm 3$ mm de diámetro en la base y  $75 \pm 3$ mm de altura.
- Un pisón metálico con masa de  $340 \pm 15$  g.
- Malla N4, cucharón, bandeja metálica y horno de convección.

En el presente trabajo de investigación se hizo uso del ASTM C-128 para obtener la gravedad específica de la limalla de acero dado a sus dimensiones similares a la de un agregado fino.

- **Peso unitario suelto y varillado (NTP 400.017)**

La (NTP 400.017, 2011) nos indica que se utiliza para definir la relación de la masa sobre el volumen, lo cual es la densidad, esto se utiliza para seleccionar las proporciones para las mezclas de concreto.

Los procedimientos para realizar el ensayo de Peso unitario varillado son los siguientes:

- Se coge una porción como muestra en una cantidad de 125% a 200% de la capacidad del recipiente, esta muestra debe estar seca, de preferencia en una estufa a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Llenar la muestra en el recipiente en lapsos de tercios con un apisonado de 25 golpes con una varilla, el golpe debe ser en forma de espiral. Después de esto nivelar la superficie con una regla y pesar.

Los procedimientos para elaborar el ensayo de Peso Unitario suelto son los siguientes:

- Colocamos la muestra en el recipiente con un cucharón a un nivel de 5 cm de la parte superior de él, luego se nivela y se pesa.
- Pesar el recipiente con contenido y vacío, se debe registrar con una exactitud de 0.050 kilogramos.

- **Determinación de la humedad natural (NTP 339.185)**

La (NTP 339.185, 2013) nos indica que este ensayo determina el porcentaje del contenido de humedad que se puede evaporar de la muestra ya sea agregado fino o grueso, mediante la colocación de la muestra poniéndose a secar en el horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por el tiempo de 24 horas para luego ser pesado después que se enfrié a temperatura ambiente, el resultado incluye tanto la humedad superficial como la contenida en los poros de la muestra, pero no incluye el agua que se combina químicamente con los minerales, ni el agua que no es susceptible a evaporar.

El contenido es la diferencia de peso antes de ingresar la muestra al horno menos la muestra después de retirar del horno.

El colocar la muestra en el horno a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  no siempre será confiable, debido a que puede variar en muestras que contengan yeso o material orgánico. En este caso se pueden obtener valores confiables al ponerla al horno a una temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  o en un secador a temperatura ambiente.

- Cálculos

Una vez que tengamos los datos de la muestra húmeda y seca se calcula el contenido de humedad de la siguiente manera:

$$W\% = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco}} * 100 = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

W%: Contenido de humedad del suelo

Wh: Peso de la muestra húmeda

Ws: Peso de la muestra seca

### 1.3.2.2 Propiedades del concreto

#### CONCRETO FRESCO

Se le llama así al estado en el que el concreto tiene los materiales recién mezclados y colocados en la posición en la cual permanecerán.

(Carrillo, J. R. y Rojas, J. F., 2017) Mencionaron que el concreto fresco tiene como propiedades la trabajabilidad, cohesividad, segregación, consistencia y exudación. También mencionaron que la consistencia del concreto determina la humedad y que mientras más húmeda la mezcla será más fácil su colocación.

- **Trabajabilidad:** Determina la facilidad con la que el concreto puede ser manejado, compactado y recibir un buen acabado. Esta propiedad se puede ver afectado por la granulometría de los agregados, la proporción de los materiales e incluso por la consistencia que tenga.
- **Consistencia:** Es la capacidad con la que el concreto puede fluir, esto es importante porque con ella se puede determinar la facilidad con la que el concreto puede compactarse. Puede ser medida por una prueba de revenimiento (Cono de Abrams) del concreto en su estado fresco.
- **Sangrado:** Es la migración de los agregados a la parte inferior del concreto fresco, generando así que el agua también migre, pero a la parte superior, este efecto puede ser causado por la gravedad y/o por el vibrado de la compactación.
- **Cohesión:** Es la propiedad de facilidad o dificultad de la mezcla de los materiales para atraerse y mantenerse de forma uniforme, evitando así la disgregación de ellos.
- **Segregación:** Es el efecto de la falta de cohesión entre los materiales utilizados en el concreto.

(Pacheco, 2016) Mencionó que el concreto fresco debe estar bajo ciertas especificaciones técnicas para obtener una trabajabilidad adecuada. Para esto nombró los ensayos que se le debe aplicar al concreto fresco según ASTM y NTP.

Para poder determinar que las condiciones iniciales del concreto y el efecto que pueda presentar según los materiales que se usaron para su elaboración se realiza una serie de ensayos, los cuales son:

- Ensayo de consistencia – Slump (NTP 339.035)

Se introduce la mezcla en un molde cónico trunco y se compacta varillando 25 veces a cada 1/3 de altura del cono, luego retiramos el cono de forma vertical permitiendo que el concreto asiente sin ningún factor que ayude a esto, la diferencia entre la altura del cono y la cima de la mezcla desplazada nos indica el asentamiento.

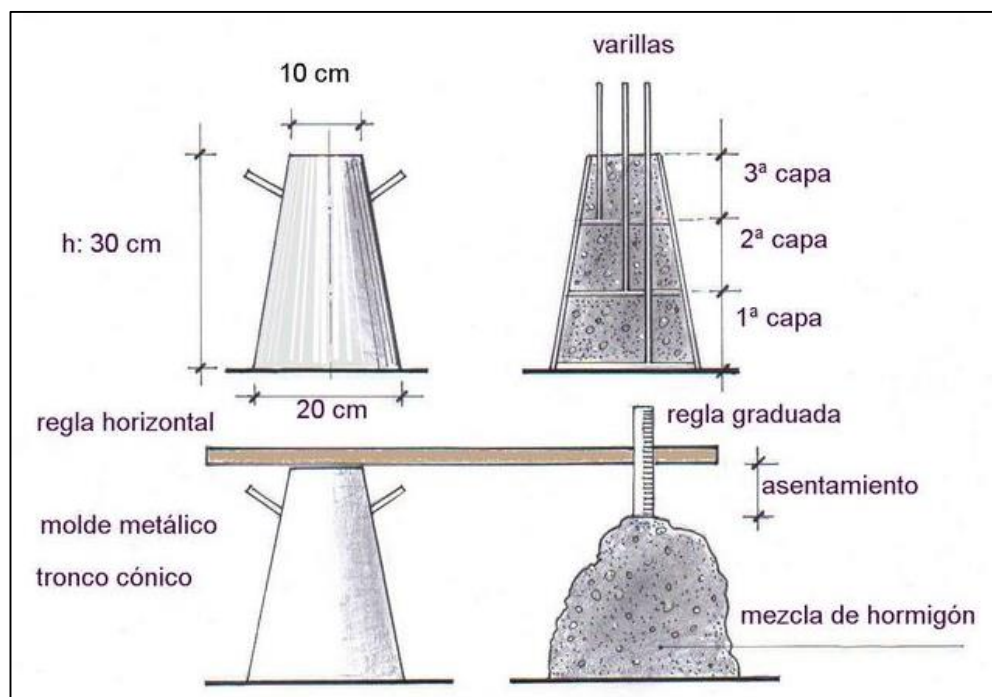


Figura 2: Proceso para la determinación del asentamiento de la mezcla del hormigón. Recuperado de Cano (2016)

- Peso unitario (NTP 339.046)

Se vierte una porción del concreto fresco en un recipiente de medición del cual previamente se debe tener como dato su peso y su volumen; el proceso es colocar la mezcla en lapsos de 1/3 del recipiente y compactar cada capa con una varilla a 25 golpes, al colocar cada capa también se debe realizar un vibrado con un mazo

de goma de 10 a 15 veces, esto con la finalidad de eliminar el aire de la mezcla; se enraza la mezcla con una plancha y se pesa la muestra en el recipiente.

Una vez que tengamos como dato el peso de la mezcla en el recipiente se realizará una operación para obtener el peso unitario real de la mezcla:

$$P. U. Real = \frac{(\text{Peso de mezcla y del recipiente} - \text{Peso del recipiente})}{\text{Volumen del recipiente}}$$

- Elaboración y curado de probetas cilíndricas (NTP 339.033)

La (NTP 339.033, 2015) nos indican los requisitos normalizados para la preparación, curado, protección y transporte de las probetas para la realización de ensayos respectivos y necesarios bajo las condiciones de la obra, ya sea este para el control de calidad, su resistencia, verificar proporciones de la mezcla, determinar el tiempo para poner la estructura en uso o retirar los encofrados y puntales, etc.

#### ELABORACIÓN DE PROBETAS

Para el vaciado de concreto en Probetas Cilíndricas se debe seguir las siguientes especificaciones:

- Se debe verificar el asentamiento del concreto fresco, esto nos ayudará a determinar el método de consolidación como se observa en la siguiente tabla:

**Tabla 13.**

*Método de consolidación según asentamiento.*

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

*Nota.:* Para la elaboración de la probeta se considera el método de consolidación según asentamiento.

*Fuente:* NTP 339.033.

En caso resulte salir de tipo apisonado porque el asentamiento es mayor o igual a 25 mm, se deben cumplir los siguientes requisitos, especificado en la siguiente tabla:

**Tabla 14.***Moldeo de especímenes por apisonado.*

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

*Nota:* Requisitos de los especímenes por apisonado. *Fuente:* NTP 339.033.

En caso resulte salir en usar el vibrado se deben cumplir los siguientes requisitos:

**Tabla 15.***Moldeo de especímenes por vibrado.*

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas	Número de inserciones de vibrado por capa	Altura aproximada de capa, mm
<b>Cilindros:</b>			
diámetro, mm			
100	2	1	mitad altura de espécimen
150	2	2	mitad altura de espécimen
225	2	4	mitad altura de espécimen
<b>Vigas: ancho, mm</b>			
150 a 200	1	Véase 10.4.2	altura de espécimen
>200	2 o más	Véase 10.4.2	200 lo más próximo

*Nota:* Requisitos de los especímenes por vibrado. *Fuente:* NTP 339.033.

Para el vaciado de concreto de vigas se debe seguir las siguientes especificaciones:

- Al igual que la probeta en cilindro se debe determinar el uso de barra compactadora apropiado y determinar el tipo de consolidación. La colocación de debe hacer utilizando una pala o cuchara.

La consolidación se realiza de 2 formas apisonado y vibración:

- Apisonado: Se coloca el concreto en el molde en capas de igual volumen, en la primera capa de apisona de tal forma que no se dañe la base del molde, en las siguientes capas se suele penetrar la capa anterior en 25 mm y en cada colocación se golpea el molde en 10 a 15 golpes para eliminar los vacíos y el aire en el concreto, para finalizar se debe remover el concreto excedente.
- Vibrado en Cilindros: En la primera capa se debe penetrar con el vibrador sin que toque la base, para las siguientes se debe penetrar 25 mm la capa anterior, al terminar el vibrado por capas se debe realizar golpes con un martillo goma por 10 veces el molde, para así evitar la presencia de vacíos y poros de aire.
- Vibrado en Vigas: Se debe introducir el vibrador en intervalos que no excedan 150 mm al largo del eje central de la dimensión mayor, en caso de tener una dimensión mayor a 150 mm se debe realizar el vibrado en 2 líneas. Al igual que en el molde de cilindro se debe penetrar la capa subsiguiente en 25 mm y se debe golpear 10 veces después de vibrar cada capa con un martillo de material de goma.

Para finalizar la elaboración de probetas seguiremos con el acabado tanto para molde cilíndrico y de viga:

- Acabado en molde cilíndrico: Se enrasa el molde empleando una paleta o badilejo.
- Acabado en molde tipo viga: Se da uso de una paleta de mano para enrasar la parte superior y dejar una capa fina y lisa.

## CURADO

Curado inicial: Una vez terminado el proceso de acabado se debe almacenar las probetas en un ambiente en temperaturas de un rango de 16°C a 27 °C por un periodo de 48 horas y en un área donde se ayude a prevenir que se pierda la humedad. Para las mezclas a partir de 40 Mpa de especificación se de conservar una temperatura entre 20°C y 26°C.

Curado Final de Cilindros: Al terminar con el curado inicial y a 30 minutos de haber sido removido los moldes, las probetas se deben colocar en agua libre de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , utilizando agua de los tanques de almacenamiento o áreas húmedas.

Curado Final de Viga: Se curan del mismo modo que el concreto en la estructura. Después de  $48 \pm 4$  horas de ser moldeados se le debe quitar el molde al espécimen y ser almacenado con arena a los lados que ayuden a mantener su humedad, dejando libre la parte superior para el tratamiento de curado especificado. Su almacenamiento debe ser con agua saturada de hidróxido de Calcio a  $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , durante  $24 \pm 4$  horas de inmediato antes de la hora que se va a realizar el ensayo, y así se pueda asegurar que la humedad en el espécimen sea uniforme.

## **CONCRETO ENDURECIDO**

(Carrillo, J. R. y Rojas, J. F; 2017) Mencionaron que el concreto endurecido tiene como propiedades la extensibilidad, elasticidad y la resistencia; resaltando también que la resistencia la propiedad de resistir cargas y esfuerzos generados por las propiedades de adherencia de la pasta de cemento expresada en la relación de agua/cemento en peso.

(Cachay, 2014) Indicó que entre los ensayos al concreto endurecido destacan aquellos que se utilizan para determinar la resistencia mecánica, destacando entre ellas el ensayo para la resistencia en muestras cilíndricas.

Ensayos realizados en laboratorio:

- Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034)

Según (NTP 339.034, 2008) el ensayo tiene como objetivo la evolución de la uniformidad y resistencia del concreto, por esta razón es que se debe tener cuidado en la interpretación de las determinaciones de resistencia a la compresión, también se debe considerar la forma y el tamaño de testigo, el proceso de mezclado, el método de muestreo, moldeo, temperatura, edad y las condiciones de humedad durante su curado.

Procedimientos:

- El ensayo a compresión de probetas del curado húmedo debe ser realizada tan pronto el testigo haya sido retirado del curado, se debe proteger el testigo de la pérdida de humedad durante su retiro del almacenaje y la realización del ensayo, los testigos deben estar en condiciones húmedas durante el ensayo.



- Los testigos para realizar los diferentes ensayos deben estar dentro de un periodo con las tolerancias permisibles según el siguiente cuadro:

**Tabla 16.**

*Tiempo permisible para realizar el ensayo a compresión.*

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

*Nota:* Para la realización del ensayo a compresión se debe considerar una tolerancia permisible en relación al tiempo de ensayo. *Fuente:* NTP 339.034.

- Limpiar las cara superior e inferior del bloque y colocarlo en la maquina de ensayo de forma alineada.
- Se debe comprobar que el indicador de carga esté en cero antes que se vaya a realizar el ensayo.
- Se debe aplicar la carga a  $0.25 \pm 0.05$  Mpa/s de forma ininterrumpida y sin paralización.
- Cuando la probeta tenga un patrón de fractura bien definido y la carga haya caído a un valor menor al 95% está prohibido el cierre automático de la máquina, sino se debe parar cuando el cilindro haya fallado, se debe tomar la carga máxima para realizar los cálculos.

Calculos:

- Para calcular la resistencia a la compresión se debe dividir la carga máxima obtenida entre el área promedio de la sección transversal y expresar el resultado con aproximación a 0.1 Mpa.

$$\text{Resistencia a compresión} = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Área promedio de la selección}}$$

- Prueba de resistencia a flexión (NTP 339.078)

Según la norma el método de ensayo consiste en la realización de una viga y aplicar una carga en los tercios de la luz hasta que se dé una falla, las vigas para el ensayo serán preparadas conforme a la NTP 339.044 y NTP 339.045, estas vigas tienen que poseer una luz entre los apoyos equivalentes a 3 veces su altura, sus áreas deben ser lisas y libres de cangrejas.

Esta resistencia se expresa como el módulo de rotura de una probeta con dimensiones de 15cm \* 15 cm \* 50 cm.

Procedimiento:

- Después de la realización de la viga y curarla inmediatamente pasa por la prueba de flexión.
- Aplicar una carga de 3% y 6% de la carga de rotura estimada.
- Se aplica la carga a 15 cm de cada extremo considerando que sea continua sin ser impactos a una velocidad constante.

Cálculos:

- En caso la falla ocurra dentro del tercio medio de la luz, el cálculo del módulo de rotura será según la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{P * L}{b * h^2}$$

- Si se diera el caso que la falla fuese fuera del tercio medio, el cálculo sería según la siguiente fórmula:

$$M_r = \frac{3 * Pa}{b * h^2}$$

Donde:

Mr = Módulo de rotura (Mpa)

P= Carga límite indicada por la maquina (N)

L= Luz libre entre apoyos (mm)

b = Ancho promedio de la viga (mm)

h = Altura promedio de la viga.

- Ensayo de resistencia a tracción (NTP 339.084)

Según (Reyes, J.B. y Rodríguez, Y. A; 2014) indicaron que “esta propiedad tiene que ver con el agrietamiento a causa de la contracción inducida por el fraguado o por cambios de temperatura que generan esfuerzos internos de tracción”.

Esta resistencia de tracción es medible por ensayos indirectos más no directos por la complejidad de montar muestras y dudas sobre esfuerzos secundarios, para la realización de los ensayos nos guiamos de la norma NTP 339.084 su objetivo es la determinación indirecta del esfuerzo en tracción del concreto mediante compresión diametral con probetas normalizadas, su elaboración será conforme con la NTP 339.033, sus medidas y condiciones de humedad serán según NTP 339.059.

Procedimiento:

- Marcado: marcarlo con trazos diametrales los extremos de la probeta.
- Mediciones.
- Colocar los listones de apoyo.

### **1.3.2.3 Diseño del concreto**

METODO DEL ACI (COMITÉ 211).

Según (Rivva, E; 2018) “el comité 211 del ACI posee un procedimiento de mezcla simple el cual basándose en tablas permite tener valores de distintos materiales que tiene el concreto, en unidad cubica” (p.86)

Secuencia de diseño:

#### ***1°: Determinar resistencia promedio ( $f'_{cr}$ )***

El diseño de mezcla del concreto debe realizarse a una  $f'_{cr}$  (resistencia promedio), donde su valor es más alto a comparación de la resistencia dada por el ingeniero proyectista.

La selección se da a partir de la resistencia especificada o en otro caso se da de la desviación estándar; para nuestro trabajo de investigación haremos uso de la resistencia en compresión especificada, ya que no se cuenta aún con un registro que posibilite el cálculo de desviación estándar.

**Tabla 17.***Fórmulas para hallar la resistencia promedio.*

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$f'c + 70$
210 hasta 350	$f'c + 84$
Encima de 350	$f'c + 98$

*Nota.* Para el diseño de mezcla es necesario calcular la resistencia promedio y empieza a partir de la resistencia especificada. *Fuente:* Ing. Enrique Rivva López.

**2°: Elección del asentamiento**

Para esta selección se tiene que tomar en consideración la consistencia requerida del concreto, las cuales se clasifican en: Mezclas secas, plásticas y fluidas, los valores menores de asentamiento corresponde a la mezcla seca y los mayores a la consistencia más fluida.

**Tabla 18.***Asentamiento del concreto según su consistencia.*

<b>Consistencia</b>	<b>Asentamiento</b>
Seca	0'' (0mm) a 2'' (50mm)
Plástica	3'' (75mm) a 4'' (100mm)
Fluida	5'' (125mm) a mayores

*Nota:* El asentamiento del concreto fresco puede darse según tres tipos de consistencia. *Fuente:* Ing. Enrique Rivva López.

Para determinar el asentamiento se hace uso del ensayo del cono de Abrams la cual proporciona una mejor idea de las características de la mezcla, para dicho ensayo se debe efectuar las recomendaciones de la NTP 339.035 o ASTM C143.

En caso las especificaciones de obra no indica el asentamiento se dará uso de la tabla del comité 211 del ACI para un valor más conveniente según tipo de construcción.

**Tabla 19.***Asentamiento según el tipo de obra.*

Tipo de construcción	Asentamiento	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación armados	3"	1"
Cimentaciones simples, cajones y subestructuras de muros	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas de edificios	4"	1"
Losas y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"

*Nota:* El asentamiento puede determinarse según el tipo de construcción a realizarse. *Fuente:* Ing. Enrique Rivva López.

### **3°: Elección del volumen unitario del agua según el asentamiento.**

En el cuadro nos especifica la cantidad de agua que se debe unir a la mezcla por unidad cubica del concreto; para esta selección se debe considerar el asentamiento que se desea y el tamaño máximo del agregado grueso.

**Tabla 20***Volumen unitario del agua según su asentamiento.*

Asentamiento	Agua, en l/m <sup>3</sup> , para el tamaño máx. nominales de agregado grueso y consistencia indicada							
	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	202	190	176	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	---

*Nota:* En el cuadro se observa la cantidad de agua a incorporarse a la mezcla según el asentamiento. *Fuente:* Ing. Enrique Rivva López.

#### 4°: Volumen del agua, sin aire incorporado.

**Tabla 21.**

*Volumen del agua sin aire incorporado.*

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado en lt/m <sup>3</sup> , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeada	Agregado Angular	Agregado Redondeada	Agregado Angular	Agregado Redondeada	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

*Nota:* Se halla el volumen de agua sin adición de aire en relación del asentamiento y tamaño del agregado grueso. *Fuente:* Ing. Enrique Rivva López.

#### 5°: Determinación del aire atrapado según el agregado

(Rivva, E; 2018) nos indica que el aire atrapado son resultados propios de la mezcla puesta en obra, conocida también como aire natural, caracterizada por su diámetro de casi 1mm y su perfil irregular, el aire atrapado depende de los materiales, tamaño de los agregados y las condiciones de operación.

La NTP 400.037 o ASTM C33 nos proporciona una tabla donde se aprecia los porcentajes aproximados de aire atrapado para distintos tamaños de agregados gruesos en mezcla sin aire incorporado.

**Tabla 22:**

*Porcentaje de aire atrapado con relación al tamaño del agregado grueso.*

Tamaño Máximo nominal	Aire Atrapado
3/8"	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1"	1.5%
1 1/2"	1.0%
2"	0.5%
3"	0.3%
6"	0.2%

*Nota:* Determinación del % de aire atrapado con relación al agregado grueso. Fuente: Ing. Rivva, 2018

### **6°: Determinación de la relación Agua/Cemento por resistencia**

(Rivva, E., 2018) Afirma que la relación Agua/cemento es un valor referente a la cantidad de agua que se incorpora en la mezcla cuando el agregado no toma ni aporta agua, para el caso de la relación de agua/cemento por resistencia se establece su relación mediante ensayos de laboratorio.

**Tabla 23.**

Agua/cemento de diseño por resistencia.

f'cr (28 días)	Estimación de la relación agua-cemento en peso para agregado grueso del tamaño máximo nominal indicado.		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0.87	0.85	0.8
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

*Nota:* Apreciación de la relación de a/c según la resistencia a los 28 días. *Fuente:* Ing. Enrique Rivva López.

### **7°: Factor cemento.**

Este factor se halla dividiendo el volumen unitario de agua entre la relación agua/cemento.

$$C = \frac{\text{Volumen unitario del agua}}{\text{Relación } a/c}$$

### **8°: Volumen de agregados grueso por metro cubico de hormigón.**

**Tabla 24.**

*Volumen de agregado grueso por m<sup>3</sup> de concreto.*

TMN de la Grava	Volumen de Grava seca y compactada por unidad de volumen de hormigón para diferentes módulos de finura de la arena			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72

Fuente: Ing. Enrique Rivva López.

**9°: Sumatoria de volúmenes absolutos (cemento, agua de diseño, aire y agregado grueso)**

Para este cálculo se debe tener los resultados del peso de los componentes que conforma el concreto (cemento, agua y agregado grueso, así también el volumen del aire) luego se procede al cálculo de los volúmenes absolutos.

**10°: Volumen absoluto de agregado fino.**

Para dar con el valor del volumen del agregado fino se calculará con la diferencia entre 1 y la sumatoria de volúmenes absolutos multiplicado con el peso específico de la masa.

**11°: Resultado de valores de diseño de los componentes del concreto (cemento, agua, aire y agregados)**

**12°: Corrección por contenido de humedad del agregado.**

Estas correcciones se realizan en función de las condiciones de humedad de los agregados.

**13°: Pesos de los agregados ya corregidos**



## **14°: Proporciones.**

### **1.4 Formulación del problema**

Sobre la base de nuestra realidad problemática expuesta se planteó lo siguiente:

#### **1.4.1 Problema general**

¿Cuál es la influencia de la adición de limalla de acero en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?

#### **1.4.2 Problemas específicos**

- ¿Cuánto incide la adición de limalla de acero en la resistencia a la compresión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?
- ¿Cómo atribuye la adición de limalla de acero en la resistencia a la flexión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?
- ¿En cuánto incrementa la adición de limalla de acero en la resistencia a la tracción del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?

### **1.5 Justificación del estudio**

El presente trabajo experimental tiene como propósito evaluar la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero por medio de ensayos realizado en laboratorio, para así dar uso a dicho material poco convencional en losa de pavimento rígido de tránsito pesado o medio en Lima con materiales locales, consideramos también que para nuestro país sea un tema importante el uso alternativo de residuos de dimensiones pequeñas metálicas en el concreto y aportar con este trabajo la información para mitigar botaderos de chatarras metálicas que pueden llegar a zonas vulnerables a la contaminación (río, aire, suelo) y causar daños severos en la salud.

#### **1.5.1 Justificación metodológica:**

Con el propósito de cumplir con nuestros objetivos, acudimos al empleo de técnicas de investigación experimental, en el presente trabajo se diseñó mezclas de concreto convencionales y concreto con adición de limalla de acero de diferentes porcentajes, con la finalidad de poder evaluar el comportamiento de los diseños de mezclas mencionados con ayuda de trabajos previos similares a nuestro tema.

### **1.5.2 Justificación tecnológica**

Nuestro trabajo de investigación contribuiría al aporte de nuevos avances tecnológicos para el concreto aplicado para losa de pavimento rígido de tránsito medio/pesado, de manera que se permitirá conocer resultados que pueden llegar a ser recomendables estos nuevos elementos en el concreto (limalla de acero) con los beneficios de calidad, costo y tiempo.

(Flores, A. M., 2017) nos indica que, si bien el hormigón reforzado con adiciones poco convencionales ha generado una evolución en la construcción en distintas partes del mundo, no ha generado un gran avance de estudio ni de uso en nuestro país, materiales que son capaces de soportar impactos, acciones del medio ambiente y más.

Si bien hay pavimentos reforzados con fibras de acero en el Perú estas son pocas por ello también el interés de aportar con información del uso de materiales con residuos industriales (limalla de acero) cambiando así el uso de pavimentos tradicionales.

(Sarta, H. N. y Silva, J. L., 2017) Considero que el uso de fibras de acero tendrá un beneficio mutuo, tanto para las personas que habitan las construcciones desarrolladas de esta manera, como para los productores de las fibras que se lucran con dicha actividad. Dicho esto, es necesario implementar las fibras de acero para el mejoramiento y comodidad de las construcciones, impulsando en el país a nuevas tecnologías y materias que generen un impacto en el desarrollo tecnológico y social.

### **1.5.3 Justificación económica**

En Lima no abunda pavimentos rígidos por su alto costo, pero el aumento de vehículos pesados da a exigir el uso de estos pavimentos, para la reducción de costos y tiempo en la aplicación, proponemos en nuestro trabajo de investigación el uso de limalla de acero, un material metálico reciclable obtenidas de fábricas de metal-mecánica, así también dar mayor resistencia a los pavimentos para tránsito medio/pesado.

(Ahad, Raza Khan, & Srivastava Deep, 2015) Indicaron que se construyó un pavimento en una zona rural para evaluar la condición económica de pavimento y su ciclo de vida, lo que resultó es que es más económicamente sostenible que otros y también

ayuda a reducir el espesor del pavimento hasta un 20% a 25%, debido a la excesiva resistencia de la fibra de acero.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La adición de limalla de acero influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

- La adición de limalla de acero incide directamente en la resistencia a la compresión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.
- La adición de limalla de acero contribuye positivamente en la resistencia a la flexión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.
- La adición de limalla de acero incrementa considerablemente la resistencia a la tracción del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Calcular la influencia de la adición de limalla de acero en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

- Calcular la incidencia de adición de limalla de acero en la resistencia a la compresión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima – 2018.
- Evaluar la contribución de adición de limalla de acero en la resistencia a la flexión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.
- Determinar en cuanto incrementa la adición de limalla de acero en la resistencia a la tracción del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.

## **II. METODOLOGÍA**

Nuestra tesis tiene como dirección el aspecto cuantitativo y ser de diseño experimental.

## MÉTODO

(Ramírez, A; 2010) Define el método científico como “conjunto de pautas que señalan el procedimiento para llevar a cabo una investigación, cuyos efectos sean aceptados como válidos por la colectividad científica”

El método que se empleó para el desarrollo de nuestro proyecto consistió en el estudio de la resistencia mecánica del concreto con limalla de acero para ello se obtuvo limalla de acero de la fábrica AMERICAN DIESEL MOTORS S.R.L. ubicada en la Av. Próceres de la Independencia N° 1305 – 1313 Urb. Los Jardines, San Juan de Lurigancho, luego la limalla de acero se llevó al laboratorio de la Universidad Federico Villarreal – facultad de ingeniería civil para realizar el tamizado, de este proceso lo clasificamos en dos: la primera que sea toda la pasante del tamiz N°4 hasta la N° 200 y la segunda la pasante N° 4 hasta el tamiz N° 16.

Después de la selección del residuo metálico, la obtención de los agregados grueso y fino de la cantera de Yerba buena en Carabayllo y del resto de los componentes para el concreto se procedió a realizar ensayos de características físicas; luego se diseñó la mezcla del concreto con adición de limalla del 5%, 7%, 12% y del 19%, se realizó también un concreto patrón (concreto convencional), las probetas realizadas con estas mezclas fueron llevadas a ensayos mecánicos en distintas edades (7, 14 y 28 días).

Para concluir con el trabajo se realizó la evaluación del comportamiento mecánico de los resultados obtenidos con los valores del concreto patrón y concreto con limalla de acero.

Para llegar a los objetivos tuvimos que establecer los siguientes parámetros:

**Tabla 25.**

*Parámetros para el diseño de mezcla.*

<b>Uso</b>	<b>Pavimento para tránsito pesado</b>
Resistencia	280 Kg/cm <sup>2</sup>
Tamaño de agregado grueso	HUSO 67 (3/4")
Adición	5%, 7%, 12% y 19%
Slump	3" – 1"

*Nota:* Medidas a considerar para el diseño del concreto con o sin limalla de acero. Elaboración propia.

Ensayos realizados en el laboratorio de la UNFV:

- ENSAYOS DE CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS AGREGADOS  
Granulometría por tamizado (NTP 400.010, 400.011, 400.012, 400.037).  
Peso específico y absorción (NTP 400.021, NTP 400.022)  
Peso unitario suelto y varillado (NTP 400.017)  
Determinación del contenido de humedad (NTP 339.185)
- ENSAYOS DEL CONCRETO FRESCO  
SLUMP (NTP 339.035)  
Peso unitario (NTP 339.046)  
Elaboración y curado de probetas cilíndricas (NTP 339.033)  
Elaboración de probetas prismáticas de concreto (NTP 339.045)
- ENSAYOS DEL CONCRETO ENDURECIDO  
Ensayo de resistencia a compresión (NTP 339.034)  
Ensayo de resistencia a flexión (NTP 339.078)  
Ensayo de resistencia a tracción (NTP 339.084)

## 2.1 Diseño de investigación

Según (Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) precisa el diseño experimental como “la manipulación intencional de una o más variables independientes para analizar las consecuencias sobre una o más variables dependientes” (p. 129)

Por otro lado (Segura, A. M; 2003) nos indica que el método cuasi-experimental “es útil para estudios donde no se puede tener control absoluto de las situaciones, pero se pretende tener el mayor control posible, aun cuando se estén usando grupos ya formados” (p. 1)

Nuestro trabajo es de diseño experimental y estará dentro del grupo como cuasi experimental porque los pasos a realizar en nuestro proyecto no serán realizados al azar, sino que ya existen en otras investigaciones.

## 2.2 Tipo de investigación

Según (Carrasco Díaz, 2006) “La investigación *básica o también llamada investigación pura o fundamental* son investigaciones que se lleva a cabo en ambientes como laboratorios y que buscan contribuir al aporte del conocimiento científico, creando o modificando aportes teóricos o experimentales ya existentes” (p. 44)

Teniendo en cuenta las observaciones mencionadas, el proyecto de investigación a realizar se enmarca de *típo básica*, ya que, se realizaría ensayos en laboratorios para obtener el comportamiento del concreto para pavimento rígido con la adición de limalla de acero.

### **2.3 Nivel de investigación**

Según (Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) los estudios de *nivel descriptivo* se enfocan en la recopilación de información, ya sea este independiente o conjunta, sobre los fenómenos a los que se refiere; por otro lado, los estudios *correlacionales* se permiten conocer el nivel de relación que exista en dos o más conceptos de una muestra.

En nuestro trabajo, el nivel de investigación será descriptivo y a la vez correlacional; ya que se determinará el comportamiento mecánico del concreto con adición de limalla de acero.

### **2.4 Variables, Operacionalización**

#### **2.4.1 Identificación de variables**

En nuestro trabajo de investigación las variables que se desarrollan serán:

- *Variable Independiente:* LIMALLA DE ACERO.
- *Variable Dependiente:* RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO.

#### **2.4.2 Operacionalización de las variables**

La Operacionalización de variables, se identifica porque nos muestra cómo se va a medir las variables dentro de nuestro desarrollo de proyecto de investigación. En el cuadro se detalla las dimensiones, indicadores, la definición conceptual y operacional de cada variable.

**Tabla 26.**

*Operacionalización de la variable independiente.*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento
<b>LIMALLA DE ACERO</b>	(Parra, K. M. y Bautista, M. A., 2010) Definieron a la limalla como un material de residuo de escombros de metal, que generalmente es reciclado, este material se obtiene de un procedimiento metalúrgico sacado de empresas de metal-mecánica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recogieron las limallas de acero eliminadas como los desechos de las empresas dedicadas al metal mecánica.</li> </ul>	Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 200	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adición al 5%</li> <li>Adición al 7%</li> <li>Adición al 12%</li> <li>Adición al 19%</li> </ul>	Método de diseño de mezcla, comité 211 del ACI
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se tamiza y se selecciona los diferentes tamaños de limalla de acero a</li> <li>• Se realizarán los ensayos correspondientes considerando la normativa para laboratorio.</li> </ul>	Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 16	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adición al 7%</li> <li>Adición al 12%</li> </ul>	Método de diseño de mezcla, comité 211 del ACI

*Nota:* En esta tabla se presenta la medición de la variable independiente por medio de la definición Conceptual, Operacional, Dimensiones, Indicadores e instrumento. Fuente Propia.

**Tabla 27.**

*Operacionalización de la variable dependiente.*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento
<b>RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO</b>	(Cachay, 2014) Indicó que entre los ensayos al concreto endurecido destacan aquellos que se utilizan para determinar la resistencia mecánica como resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, indicó también que la realización de estos ensayos debe hacerse con los cuidados necesarios dados en las Normas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará ensayo físico a los agregados y ensayos para el concreto fresco.</li> </ul>	Resistencia a la compresión	7, 14, 28 días de curado	NTP 339.034
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizarán 70 probetas que consta de concreto patrón y concreto con adición de la limalla de acero</li> </ul>	Resistencia a la flexión	28 días de curado	NTP 339.078
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizará ensayos de flexión, compresión y tracción indirecta, a las probetas elaboradas.</li> </ul>	Resistencia a la tracción	28 días de curado	NTP 339.084

*Nota:* Tabla de medición de la variable dependiente por medio de la definición conceptual, Operacional, Dimensiones, Indicadores e Instrumento. Elaboración propia



**Tabla 28.**

*Matriz de operacionalización de las variables.*

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
LIMALLA DE ACERO	(Parra, K. M. y Bautista, M. A., 2010) Definieron a la limalla como un material de residuo de escombro del metal, que generalmente es reciclado, este material se obtiene de un procedimiento metalúrgico sacado de empresas de metal-mecánica.	Se hace el recojo de la limalla de acero en la fábrica de metal-mecánica para luego tamizarla y realizar los diseños de mezclas del concreto con este material.	Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 200	Adición al 5% Adición al 7% Adición al 12% Adición al 19%	Método de diseño de mezcla, comité 211 del ACI	Razón
			Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 16	Adición al 7% Adición al 12%		
RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO	(Cachay, 2014) Indicó que entre los ensayos al concreto endurecido destacan aquellos que se utilizan para determinar la resistencia mecánica como resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción, indicó también que la realización de estos ensayos debe hacerse con los cuidados necesarios dados en las Normas.	Se realiza ensayos físicos a los agregados, ensayos al concreto fresco y al concreto endurecido constituidos de 70 probetas para hallar su resistencia a la compresión, flexión y tracción.	Resistencia a la compresión	7,14 y 28 días de curado	NTP 339.034	Razón
			Resistencia a la flexión	28 días de curado	NTP 339.078	Razón
			Resistencia a la tracción	28 días de curado	NTP 339.084	Razón

*Nota:* Tabla de medición de la variable dependiente y de la variable independiente. Elaboración propia.

## 2.5 Población y muestra

### POBLACIÓN:

(Valderrama, S; 2009) Conceptualiza la población como “un conjunto limitado o ilimitado de elementos, seres o cosas, que tienen rasgos similares, irascibles de ser observados” (p.182)

(Carrasco Díaz, 2006) “Es el conjunto de las unidades de análisis que pertenecen a al mismo ámbito donde se elabora un trabajo de investigación” (p.236)

Para el presente trabajo de investigación se está tomando como población a 70 probetas de concreto con y sin adición de limalla de acero.

### MUESTRA:

(Balestrini, M., 2006) Define que “una muestra es una parte en representación de la población y que sus cualidades deben producirse en ella lo más exacto posible. (p.141)

Considerando esta definición, nuestra muestra está conformada por 70 probetas entre cilíndricas y prismáticas de concreto convencional y de concreto con adición de limalla, estas 70 probetas están constituidas de 10 probetas patrón y 60 probetas con adición de limalla de acero al 5%, 7%, 12% y 19%.

El detallado de probetas según los ensayos de resistencia a continuación:

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN** (a los 7, 14 y 28 días de curado).

- 6 probetas cilíndricas patrón.
- 6 probetas cilíndricas con adición de 5% de limalla de acero.
- 12 probetas cilíndricas con adición de 7% de limalla de acero.
- 12 probetas cilíndricas con adición de 12% de limalla de acero.
- 6 probetas cilíndricas con adición de 19% de limalla de acero.

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN** (a los 28 días de curado).

- 2 probetas prismáticas patrón.
- 2 probetas prismáticas con adición de 5% de limalla de acero.
- 4 probetas prismáticas con adición de 7% de limalla de acero.
- 4 probetas prismáticas con adición de 12% de limalla de acero.
- 2 probetas prismáticas con adición de 19% de limalla de acero.

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN** (a los 28 días de curado).

- ✓ 2 probetas cilíndricas patrón.

- ✓ 2 probetas cilíndricas con adición de 5% de limalla de acero.
- ✓ 4 probetas cilíndricas con adición de 7% de limalla de acero.
- ✓ 4 probetas cilíndricas con adición de 12% de limalla de acero.
- ✓ 2 probetas cilíndricas con adición de 19% de limalla de acero.

#### MUESTREO:

(Ñaupas, 2014) “El muestreo por juicio o criterio de investigación pertenece a las formas asumidas por el muestreo no probabilístico, que generalmente se da en las investigaciones experimentales.” (p. 253)

En el presente trabajo el muestreo es no probabilístico ya que para la recolección de datos se realizarán ensayos sometidas a esfuerzos mecánicos, con el fin de obtener una resistencia adecuada para losa de pavimento rígido.

## **2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos validez y confiabilidad.**

#### TÉCNICAS:

(Carrasco Díaz, 2006) “Las técnicas de investigación constituye el conjunto de reglas y pautas que guían las actividades que realiza los investigadores en cada una de las etapas de la investigación” (p.274).

Las técnicas que se utilizará en este estudio son:

- Observación directa
- Análisis de documentos
- Ensayos en laboratorio para probetas cilíndricas y prismáticas según normas.

Estos ensayos se realizaron en el laboratorio de la Universidad Federico Villarreal – facultad de ingeniería civil, el servicio del laboratorio está disponible a labores de investigación ya que presta servicios a entidades externas, se encuentra equipada con los instrumentos y materiales requeridos para nuestros ensayos físicos-mecánicos.

## INSTRUMENTO:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) Afirmó que “todo instrumento de recolección de datos debe reunir tres requisitos esenciales: confiabilidad, validez y objetividad”

Los instrumentos que se aplicó en nuestro desarrollo de investigación son:

- Ficha de recolección de datos.
- Balanza electrónica
- Máquina de ensayo para compresión, flexión y tracción indirecta, certificadas.

## VALIDEZ:

Según (Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) “la validez de expertos es el grado en que un instrumento mide la variable de interés según criterio de expertos en el tema; esta validez del instrumento de medición es evaluada sobre la base de evidencia” (p. 201)

La validez de contenido se determina generalmente mediante el juicio de expertos.

## CONFIABILIDAD:

(Sampieri, R. H.; Collado, C. F. y Baptista, M. D., 2016) “La confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes; ya que si se midiera la temperatura ambiental con un termómetro cada cierto minuto y este daría resultados muy distintos dichos termómetros no sería confiable” (p.200)

Para nuestro proyecto de investigación cuenta con instrumentos para recolectar datos a los ensayos de laboratorio, donde estos estarán ejecutados por personal e ingenieros capacitados, así mismo se solicitará certificados de calibración de cada instrumento empleado.

### **2.7 Método de análisis de datos**

Para el análisis de los datos obtenidos será con:

- La estadística descriptiva e inferencial se dará uso del Excel
- El análisis de las propiedades físicas y mecánicas será en el laboratorio con maquinaria calibrada.

## 2.8 Aspectos éticos

En el presente trabajo hemos considerado y respetado normas, técnicas y métodos cumpliendo los siguientes aspectos éticos:

**Responsabilidad social:** El presente trabajo de investigación fue desarrollada con la intención de aportar alternativas de diseño de hormigón para pavimentos rígidos más resistentes y económicos con residuos metálicos.

**Respeto por la propiedad intelectual:** Nuestro trabajo de investigación ha tomado información de libros, tesis y normas los cuales fueron debidamente citados respetando de esa manera los derechos de autor.

Los resultados obtenidos dentro de nuestra investigación son reales y realizados por nosotros (los autores).

### **III. RESULTADOS**

### **3.1 Análisis descriptivo**

La limalla de acero que se utilizó en el presente trabajo se obtuvo de la fábrica de metal-mecánica AMERICAN DIESEL MOTORS S.R.L. ubicada Av. Próceres de la Independencia N° 1305 – 1313 San Juan de Lurigancho, cuya actividad es la fabricación de piezas en general, reconstrucción de bancadas de tornos y maquinaria, rectificaciones de motores, cromado y rectificado de sistemas hidráulicos en general, por medio del proceso de mecanizado es por donde se obtuvo la limalla de acero.

Los resultados obtenidos en este trabajo lo plasmaremos primero en la determinación de las características físicas de los agregados, segundo el control de calidad del concreto en estado fresco (asentamiento, peso unitario) como en estado endurecido (resistencia a la compresión, flexión y tracción), tercero la evaluación de cómo influye la adición de limalla de acero en el concreto para losa de pavimento rígido.

#### **Resultado del estudio granulométrico por tamizado (ASTM C 136 – NTP 400.012)**

El ensayo granulométrico es principalmente para determinar la distribución del agregado, estos resultados brindan información que será evaluado con las especificaciones de la norma para corroborar su cumplimiento y suministrar datos como para el diseño de mezcla en este caso.

Para determinar si la muestra de agregado está debidamente graduada, dimos uso de los términos de gradación especificada en la NTP 400.012 para el agregado fino y para el agregado grueso la NTP 400.037.

#### **Material: Agregado grueso HUSO 67**

Se seleccionó una muestra de agregado grueso de 3 424.6 gr obtenida por el cuarteo y que cumple con el peso mínimo para ensayo según tamaño máximo nominal del agregado especificado en la NTP 400.021, luego se colocó la muestra en la parte superior de los tamices ubicadas en orden ascendente según NTP 400.012, se prosiguió a sacudir haciendo que pase la muestra por los tamices y por último se pesó la cantidad de muestra retenida en cada malla, obteniendo así estos resultados a continuación:

**Tabla 29.***Resultado del ensayo granulométrico del agregado grueso.*

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos en gramos	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
1 1/2"	37.5	0	0	0	100
1"	25	0	0	0	100
3/4"	19	123.1	3.6	3.6	96.4
1/2"	12.5	1040.6	30.4	34	66
3/8"	9.5	857.3	25	59	41
Nº 4	4.75	1337.2	39	98.1	1.9
Nº 8	2.38	61.2	1.8	99.8	0.2
Nº 16	1.19	2.8	0.1	0	0
Nº 30	0.59	0	0	0	0
Nº 50	0.297	0	0	0	0
Nº 100	0.149	0	0	0	0
FONDO	0.074	2.4	0.1	99.9	0.1
<b>TOTAL</b>		<b>3424.6</b>	<b>100</b>	<b>MODULO FINEZA</b>	<b>6.61</b>

*Nota:* Resultado de la distribución del agregado grueso de Huso 67 mediante tamices normalizados. Elaboración propia.

Para nuestro agregado grueso de Huso 67, se hizo el análisis del límite de gradación según NTP 400.037, especificada en la siguiente tabla:

**Tabla 30.***Límites de gradación del agregado grueso de Huso 67.*

Huso	Tamaño máximo nominal	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 1/2 pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	5,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	---	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	---	---	---
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a No. 4)	---	100	95 a 100	---	25 a 60	---	0 a 10	0 a 5	---	---
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	---	---	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	---	---	---
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	---	---	100	90 a 100	---	20 a 55	0 a 10	0 a 5	---	---
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	---	---	---	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	---	---

*Nota:* Según los límites de gradación del agregado grueso, nuestro ensayo granulométrico cumple con lo especificado en la NTP 400.037.



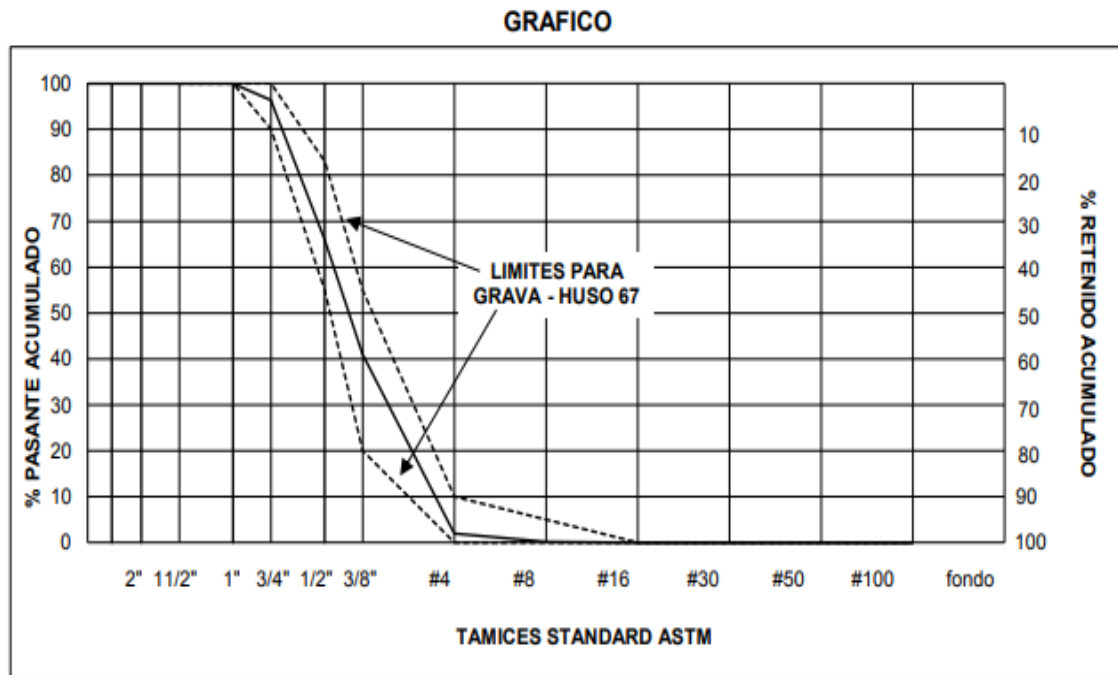


Figura 3: Curva granulométrica del agregado grueso. Elaboración propia.

En los resultados obtenidos del ensayo de granulometría del agregado grueso se observa en la curva granulométrica que el agregado grueso utilizada en el trabajo de investigación se encuentra dentro del rango de los límites de gradación establecidas por la NTP 400.037.

**MATERIAL: Agregado fino.**

**Tabla 31.**

*Resultado del ensayo granulométrico del agregado fino.*

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Pesos Retenidos en gramos	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3/8"	9.525	0	0	0	100
Nº 4	4.76	2.4	0.4	0.4	99.6
Nº 8	2.38	120.9	18	18.4	81.6
Nº 16	1.19	132.7	19.8	38.2	61.8
Nº 30	0.59	135.8	20.2	58.4	41.6
Nº 50	0.297	118.7	17.7	76.1	23.9
Nº 100	0.149	93.3	13.9	90	10
FONDO	0.074	67.1	10	100	0
<b>TOTAL</b>		<b>670.9</b>	<b>100</b>	<b>MODULO FINEZ</b>	<b>2.81</b>

*Nota:* Resultado de la distribución del agregado fino mediante tamices normalizados. Elaboración propia.

La muestra de agregado fino obtenida para el ensayo granulométrico fue por la técnica del cuarteo donde se obtuvo 670.9 gramos y que según NTP 400.022 esta cantidad es permitida ya que cumple con el peso mínimo establecido de 500 gramos para el tamaño máximo nominal de la malla N° 4 (4.75) para el agregado fino.

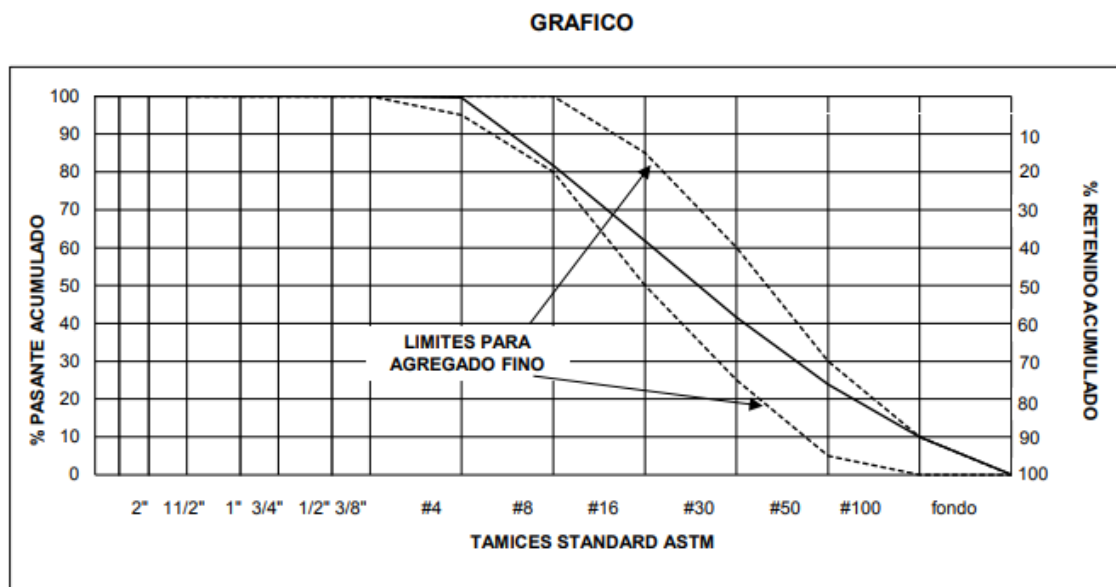
El ensayo granulométrico y el análisis del límite de gradación para nuestra muestra fueron según NTP 400.012; el resultado del módulo de finura del agregado fino cumplió con el límite permitido según norma, ya que el módulo de finura no debe ser inferior a 2.3 ni superior a 3.1, en nuestro caso el resultado dio 2.81, el conocimiento de este resultado es útil para estimar las proporciones de los agregados.

**Tabla 32.**

*Límites de gradación del agregado fino.*

Tamiz	Abertura del tamiz	Límite superior (%)	Límite inferior (%)
3/8 "	9.500	100.00	100.00
N° 4	4.750	100.00	95.00
N° 8	2.360	100.00	80.00
N° 16	1.180	85.00	50.00
N° 30	0.600	60.00	25.00
N° 50	0.300	30.00	5.00
N° 100	0.150	10.00	0.00

*Fuente:* NTP 400.012.



*Figura 4: Curva granulométrica del agregado fino. Elaboración propia.*

Como se observa el agregado fino utilizado cumple con los límites granulométricos establecidos en la NTP 400.012, también cumple con ser continua con los valores retenidos en los tamices N°4 hasta N°100 y que no tiene más del 45% en dos tamices consecutivos al azar.

### **Resultado del ensayo para la obtención del contenido de humedad (NTP 339.185)**

(NTP 339.185, 2013) Nos indica cómo se determina el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado (grueso o fino) por secado; esta humedad incluye la humedad superficial y la humedad contenida en los poros de los agregados. Este ensayo es por medio del secado a horno por 24 horas, donde la humedad es expresada en porcentaje entre el peso del agua y el peso de las partículas sólidas (p.6).

#### **Material: Agregado grueso.**

**Tabla 33.**

*Resultado del contenido de humedad y contenido de finos del agregado grueso.*

<b>Contenido de humedad y contenido de finos</b>	
peso de la tara (gr)	415.5
peso de muestra original húmeda (gr)	2358.7
peso de muestra seca (gr)	2354.6
<b>% HUMEDAD</b>	<b>0.21</b>
peso de tara (gr)	415.5
peso de muestra seca (gr)	2354.6
peso de muestra después de lavado seca (gr)	2340.2
<b>% PASANTE DE N° 200</b>	<b>0.74</b>

*Nota. En la tabla se observa el % de humedad y % de finos obtenidos en ensayos físicos del agregado grueso. Elaboración propia.*

Para dar con el resultado del contenido de humedad de agregado grueso se tuvo que restar el peso de la muestra original húmeda con el peso de la muestra seca (2358.7 gr - 2354.6 gr), luego se multiplicó por 100 y se dividió con el resultado de la resta del peso de muestra seca con el peso de la tara (2354.6 gr – 415.5 gr), el resultado dio 0.21.

Para el caso del contenido de finos para el agregado grueso según NTP 400.037 y ASTM C33 nos indica que como máximo el valor es 1 en nuestro resultado el contenido de finos dio el valor de 0.74 mostrando así que el cumplimiento de la norma.

**Material: Agregado fino.**

**Tabla 34.**

*Resultado del contenido de humedad y contenido de finos del agregado fino.*

<b>Contenido de humedad y contenido de finos</b>	
peso de la tara (gr)	356.1
peso de muestra original húmeda (gr)	1474.2
peso de muestra seca (gr)	1459.3
<b>% HUMEDAD</b>	<b>1.35</b>
peso de tara (gr)	356.1
peso de muestra seca (gr)	1459.3
peso de muestra después de lavado seca (gr)	1428.1
<b>% PASANTE DE N° 200</b>	<b>2.83</b>

*Nota:* En la tabla se observa el % de humedad y % de finos obtenidos en ensayos físicos del agregado fino. Elaboración propia.

Se observa que el resultado de contenido de finos para el agregado fino es de 2.83 y dado que el límite es de 5 eso indica que el resultado de nuestra muestra cumple con lo establecido en la NTP 400.037 y el ASTM C33.

**Resultado del Peso Unitario NTP 400.017/ASTM C29.**

El peso unitario es la relación de la masa del agregado entre el volumen del recipiente que ocupa; para el agregado grueso o fino se tiene que ensayar el peso unitario suelto y el peso unitario compactado y se diferencia en que el peso unitario compactado debe ser sometida a compactación incrementando la muestra cada tercio de su altura y el peso unitario suelto debe colocarse la muestra en un recipiente hasta el punto de derrame, ser nivelada y por ultimo pesada en una balanza con precisión de 0.1%.

Los materiales y equipos requeridos para este ensayo según (NTP 400.017, 2011) son las siguientes:

- Cantidad suficiente de agregados finos o gruesos hasta que exceda la capacidad del molde.
- Balanza con precisión de 0.1%.
- Varilla compactadora de acero redonda de 5/8" de diámetro y 24" de largo.
- Molde (recipiente volumétrico).
- Cucharón metálico.

**Material: Agregado grueso HUSO 67**

## PESO UNITARIO SUELTO

**Tabla 35.***Resultado de peso unitario suelto del agregado grueso.*

MUESTRA N°	1	2	3
Peso del molde + muestra (kg)	20.811	20.792	20.818
Peso del molde (kg)	6.226	6.226	6.226
Peso de muestra (kg)	14.585	14.566	14.592
Volumen del molde (m3)	0.0094389	0.0094389	0.0094389
Peso unitario (kg/m3)	1545	1543	1546
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.002114383	0.002114383	0.002114383
Peso unitario promedio (Kg/m3)	1542		

*Nota:* El resultado del peso unitario suelto promedio del agregado grueso se obtuvo de tres muestras.

Elaboración propia.

## PESO UNITARIO COMPACTADO.

**Tabla 36.***Resultado del peso unitario compactado del agregado grueso.*

MUESTRA N°	1	2	3
Peso del molde + muestra (kg)	21.81	21.767	21.793
Peso del molde (kg)	6.226	6.226	6.226
Peso de muestra (kg)	15.584	15.541	15.567
Volumen del molde (m3)	0.0094389	0.0094389	0.0094389
Peso unitario (kg/m3)	1651	1646	1649
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.002114383	0.002114383	0.002114383
Peso unitario promedio (Kg/m3)	1645		

*Nota:* El resultado del peso unitario compactado promedio del agregado grueso se obtuvo de tres muestras. Elaboración propia.

Los pesos unitarios promedios obtenidos son resultados de los pesos unitarios de la muestra del agregado seco no de la muestra húmeda.

**Material: Agregado fino.**

## PESO UNITARIO SUELTO

**Tabla 37.***Resultado del peso unitario suelto del agregado fino.*

MUESTRA N°	1	2	3
Peso del molde + muestra (kg)	7.115	7.117	7.125
Peso del molde (kg)	2.834	2.834	2.834
Peso de muestra (kg)	4.281	4.283	4.291
Volumen del molde (m3)	0.0028317	0.0028317	0.0028317
Peso unitario (kg/m3)	1512	1513	1515
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.013506164	0.013506164	0.013506164
Peso unitario promedio (Kg/m3)	1493		

*Nota:* Para el resultado del peso unitario suelto promedio del agregado fino, se requirió de tres muestras. Elaboración propia.

**PESO UNITARIO COMPACTADO.****Tabla 38.***Resultado del peso unitario compactado del agregado fino.*

MUESTRA N°	1	2	3
Peso del molde + muestra (kg)	7.994	7.998	7.99
Peso del molde (kg)	2.834	2.834	2.834
Peso de muestra (kg)	5.16	5.164	5.156
Volumen del molde (m3)	0.0028317	0.0028317	0.0028317
Peso unitario (kg/m3)	1822	1824	1821
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.013506164	0.013506164	0.013506164
Peso unitario promedio (Kg/m3)	1798		

*Nota:* Para hallar el promedio del peso unitario compactado del agregado fino, se requirió el ensayo de tres muestras. Elaboración propia.

**Resultado de Peso Específico y Absorción.****Material: Agregado grueso****Tabla 39.***Peso específico y absorción del agregado grueso.*

GRAVEDAD ESPECÍFICA	
Peso específico (Base seca)	2.783 gr/cm3
Peso específico (Base saturada)	2.804 gr/cm3
Peso específico aparente (Base seca)	2.843 gr/cm3
ABSORCIÓN	0.76 %

*Nota:* El resultado fue hallado según términos de la NTP 400.021. Elaboración propia.

El peso específico y la absorción de la muestra de agregado grueso corresponden a la norma de diseño ASTM C-127.

**Material: Agregado fino.**

**Tabla 40.**

*Peso específico y absorción del agregado fino.*

<b>GRAVEDAD ESPECÍFICA</b>	
Peso específico (Base seca)	2.751 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico (Base saturada)	2.787 gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico aparente (Base seca)	2.855 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ABSORCIÓN</b>	<b>1.34 %</b>

*Nota:* El resultado fue hallado según términos de la NTP 400.022. Elaboración propia.

El peso específico y la absorción de la muestra del agregado fino corresponden a la norma de diseño ASTM C-128.

**Resumen de los resultados de las características físicas de los agregados gruesos**

El agregado grueso utilizada en este trabajo de investigación procede de la cantera de Yerbabuena – UNICON ubicada en Carabayllo, este agregado presenta un perfil angular, su tamaño máximo es de 3/4" y es de color azul.

A continuación, se detallará las características físicas del agregado grueso:

**Tabla 41.**

*Características físicas del agregado grueso.*

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Módulo de fineza	6.61	
Tamaño máximo	3/4	pulg
Peso específico	2.783	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1542	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1645	kg/m <sup>3</sup>
Absorción	0.76	%
Contenido de humedad	0.21	%

*Nota:* Tabla de resumen de las características físicas del agregado grueso. Elaboración propia.

### **Resumen de los resultados de las características físicas del agredo fino.**

Se usaron arena gruesa de la cantera de YERBABUENA – UNICON, su tamaño máximo es 4.76 mm, sus características físicas será presentada en la siguiente tabla:

**Tabla 42.**

*Características físicas del agregado fino.*

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Módulo de fineza	2.81	
Tamaño máximo	4.76	mm
Peso específico	2.751	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1493	kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario compactado	1798	kg/m <sup>3</sup>
Absorción	1.34	%
Contenido de humedad	1.35	%

*Nota:* Tabla de resumen de las características físicas del agregado fino. Elaboración propia.

### **Resultado del peso unitario de la limalla de acero.**

Peso unitario: 1103.8 kg/m<sup>3</sup>.

### **Resultado del peso específico de la limalla de acero.**

El resultado responde a la norma ASTM C-128 donde su método de ensayo estándar determina el peso específico del agregado fino, dado que la limalla de acero se asemeja a las dimensiones del agregado fino es por ello que se dio uso a dicha norma.

Peso específico: 5.657 gr/cm<sup>3</sup>.

### **Resultado del Diseño de Mezcla según Método ACI**

El resultado de las siguientes proporciones es obtenido de un diseño de mezcla elaborado por el Método ACI, para lo cual obtuvimos los siguientes resultados en función al peso y volumen:



**Tabla 43.***Resumen de proporción en peso del diseño de mezcla.*

Resumen de Proporción en Peso del Diseño						
Diseño de Mezcla	Proporción en Peso					
	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Limalla	Agua	
Patrón :	1	1.93	2.00	---	20.4	/Bolsa
Limalla a 5% (N°4) :	1	1.91	1.97	0.0502	20.4	/Bolsa
Limalla a 7% (N°4) :	1	1.89	1.96	0.0696	20.5	/Bolsa
Limalla a 12% (N°4) :	1	1.87	1.94	0.1196	20.5	/Bolsa
Limalla a 19% (N°4) :	1	1.83	1.90	0.1883	20.4	/Bolsa
Limalla a 7% (N°4 - N°16) :	1	1.89	1.96	0.0696	20.5	/Bolsa
Limalla a 12% (N°4 - N°16) :	1	1.87	1.93	0.1196	20.5	/Bolsa

*Nota:* La tabla muestra un resumen de las cantidades de los componentes en peso, de la mezcla del hormigón con adición de limalla de acero y sin adición de limalla de acero. Elaboración propia.

**Tabla 44.***Resumen de proporción en volumen del diseño de mezcla.*

Resumen de Proporción en Volumen del Diseño						
Diseño de Mezcla	Proporción en Volumen					
	Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Limalla	Agua	
Patrón :	1	1.96	1.96	---	20.4	/Bolsa
Limalla a 5% (N°4) :	1	1.93	1.94	0.068	20.4	/Bolsa
Limalla a 7% (N°4) :	1	1.92	1.93	0.0952	20.5	/Bolsa
Limalla a 12% (N°4) :	1	1.90	1.90	0.163	20.5	/Bolsa
Limalla a 19% (N°4) :	1	1.86	1.87	0.258	20.4	/Bolsa
Limalla a 7% (N°4 - N°16) :	1	1.92	1.93	0.0964	20.5	/Bolsa
Limalla a 12% (N°4 - N°16) :	1	1.90	1.90	0.165	20.5	/Bolsa

*Nota:* La tabla muestra un resumen de las cantidades de los componentes en volumen, del diseño de mezcla del concreto con adición y sin adición de limalla de acero. Elaboración propia.

## 3.2 Contratación de hipótesis

### 3.2.1 Resistencia a la Compresión:

Los resultados de este ensayo corresponden a la NTP 339.034 donde nos indica que el ensayo consiste en la aplicación de una carga en la base superior de un testigo hasta alcanzar su rotura, dependerá el ensayo del tamaño y forma del testigo, para nuestro proyecto la probeta consta de 15 cm de diámetro y 30 cm de

alto de forma cilíndrica, el número de probetas para determinar el promedio de resistencia es de 3 pero como mínimo es permitido 2 por cada diseño.

De acuerdo a los ensayos de resistencia a la compresión del presente trabajo de investigación podemos dar veracidad a un incremento de resistencia del concreto, pero no en todos los porcentajes de aplicación de la limalla de acero, esto se podrá observar en las siguientes tablas según los días de ruptura.

✓ **Resultado del ensayo a compresión a los 7 días**

**Tabla 45:**

*Resumen de resistencia a compresión al tiempo de los 7 días de edad.*

Compresión a 7 días	
ELEMENTO	F'c Promedio Kg/cm <sup>2</sup>
PATRON	239.0
LIMALLA 5% PASANTE N°4	247.5
LIMALLA 7% PASANTE N°4	222.0
LIMALLA 12% PASANTE N°4	211.0
LIMALLA 19% PASANTE N°4	196.5
LIMALLA 7% DE N°4 - N°16	216.5
LIMALLA 12% DE N°4 - N°16	208.0

*Nota:* En la tabla se observa los resultados de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a sus 7 días de curado. Elaboración propia.

A los 7 días los testigos deben tener un 75% de la resistencia efectiva de 280 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual deberían haber llegado a una resistencia mínima de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, pero podemos observar que el diseño con adición de limalla de acero al 5 % para toda la pasante de la malla N°4 es más favorable a comparación del resto porque obtuvo una resistencia de 247.5kg/cm<sup>2</sup>, así también se puede apreciar que el diseño con adición al 19 % de la pasante de la malla N°4 y el diseño con adición al 12% de la pasante de la malla N°4 y retenida N°16, son los menos favorables debido a que no llegan al porcentaje proyectado a los 7 días de la resistencia efectiva, y obtuvieron 196.5 Kg/cm<sup>2</sup> y 208 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

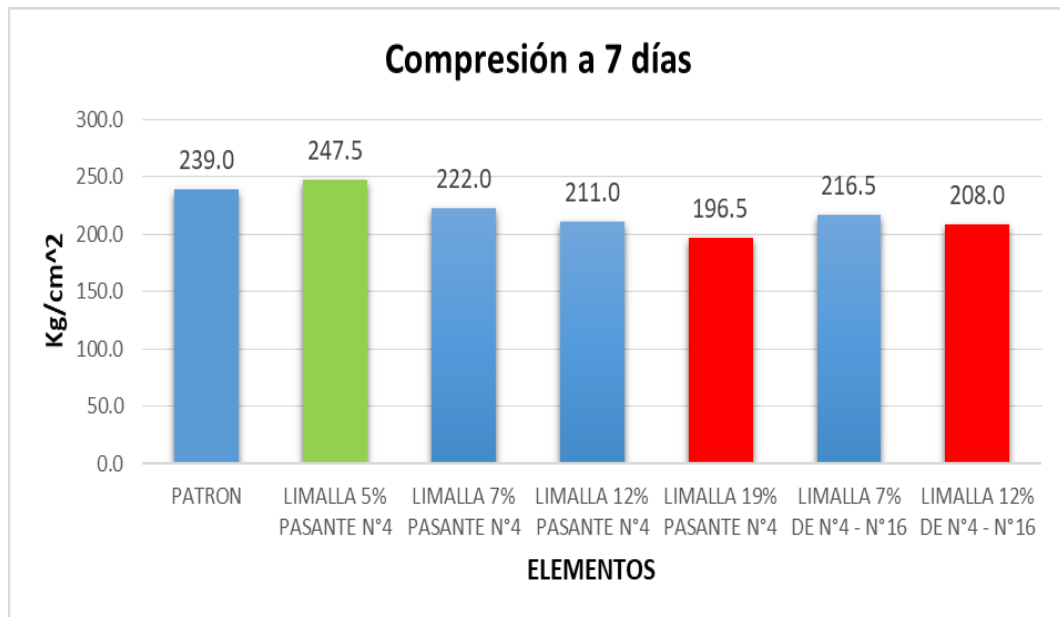


Figura 5: Variación de resultados de resistencia a compresión del concreto con adición y sin adición de limalla de acero a los 7 días. Elaboración propia.

✓ **Resultados del ensayo a compresión a los 14 días.**

**Tabla 47.**

*Resumen de la resistencia a compresión al tiempo de los 14 días de edad.*

ELEMENTO	F'c 14 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	F'c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% de Resistencia
PATRON	285	287.0	103%
	289		
LIMALLA 5% PASANTE N°4	296	297.0	106%
	298		
LIMALLA 7% PASANTE N°4	269	266.5	95%
	264		
LIMALLA 12% PASANTE N°4	255	252.5	90%
	250		
LIMALLA 19% PASANTE N°4	235	236.0	84%
	237		
LIMALLA 7% DE N°4 - N°16	258	259.5	93%
	261		
LIMALLA 12% DE N°4 - N°16	251	249.5	89%
	248		

*Nota:* La tabla muestra los resultados de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a sus 14 días de curado. Elaboración propia.

A los 14 días los testigos deben tener un 90% de la resistencia efectiva de 280 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual debería haber llegado a una resistencia mínima de 252 kg/cm<sup>2</sup>, pero se sigue observando que el diseño con la adición de la limalla al 5% de la pasante de la malla N°4 es la más favorable porque obtuvo una resistencia de 297

kg/cm<sup>2</sup>, la cual es la mayor resistencia a comparación del resto de los diseños, también se puede apreciar que el diseño de la adición de limalla al 19% de la pasante de la malla N°4 y el diseño con adición a un 12 % de limalla de la pasante de la malla N°4 y retenida en la N°16 obtuvieron una resistencia menor a la proyectada a los 14 días, llegaron a una resistencia de 236 kg/cm<sup>2</sup> y 249.5 Kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

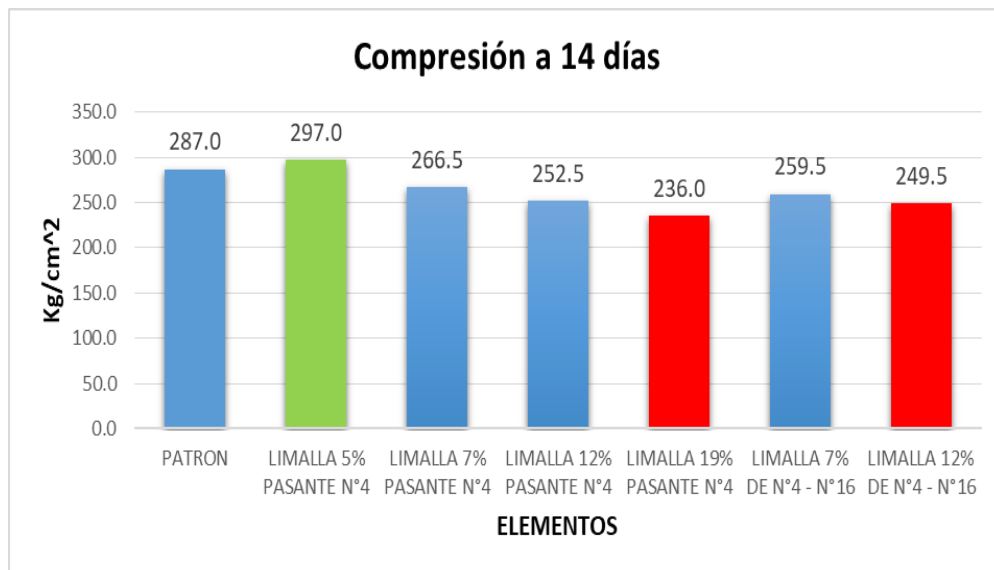


Figura 6: Variación de resultados de la resistencia a compresión a los 14 días. Elaboración propia.

#### ✓ Resultado del ensayo a compresión a los 28 días

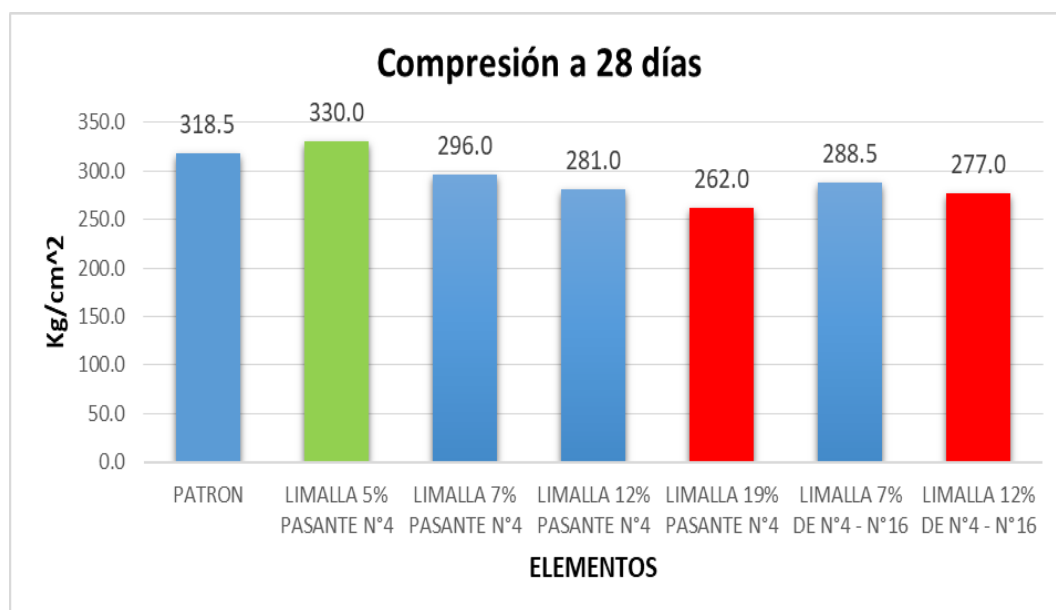
A los 28 días los testigos deben estar a un 100% de la resistencia efectiva de 280 kg/cm<sup>2</sup> o más, se puede observar que varios diseños llegaron a la resistencia esperada, pero también se sigue apreciando que el diseño con 5% de limalla de acero tiene una resistencia mayor de 330 kg/cm<sup>2</sup>, y también se sigue apreciando que los diseños con 19% de adición de limalla pasante de la malla N°4 y 12% de adición de limalla de acero pasante de la malla N°4 y retenida en la N°16 no llegaron a la resistencia proyectada para los 28 días, obtuvieron 262 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un 94% y 277 kg/cm<sup>2</sup> que equivale a un 99% respectivamente.

**Tabla 48.**

*Resumen de resistencia a compresión al tiempo a los 28 días.*

ELEMENTO	F' c 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	F' c Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	% de Resistencia
PATRON	316	318.5	114%
	321		
LIMALLA 5% PASANTE N°4	329	330.0	118%
	331		
LIMALLA 7% PASANTE N°4	299	296.0	106%
	293		
LIMALLA 12% PASANTE N°4	284	281.0	100%
	278		
LIMALLA 19% PASANTE N°4	261	262.0	94%
	263		
LIMALLA 7% DE N°4 - N°16	287	288.5	103%
	290		
LIMALLA 12% DE N°4 - N°16	279	277.0	99%
	275		

*Nota:* En la tabla se resume los resultados de resistencia a la compresión de las probetas cilíndricas a sus 28 días de curado. Elaboración propia.



*Figura 7: Variación de resultados de la resistencia a compresión a los 28 días de curado. Elaboración propia.*

### **3.2.2. Resistencia a la Flexión.**

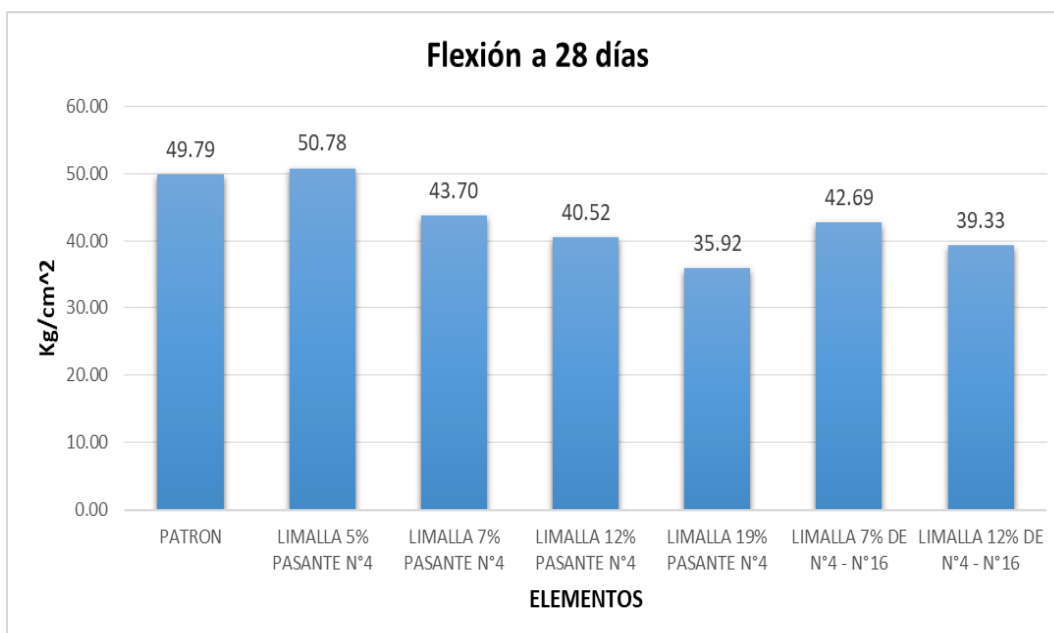
De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos a flexión se podrá comprobar si la resistencia a la flexión del concreto incrementa, para eso se realizará un análisis de los resultados de laboratorio a 28 días de la elaboración de los testigos:

**Tabla 49.**

*Resumen de resistencia a flexión al tiempo de los 28 días de edad.*

ELEMENTO	Módulo de rotura a los 28 días (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON	49.36	49.79
	50.22	
LIMALLA 5% PASANTE N°4	50.85	50.78
	50.71	
LIMALLA 7% PASANTE N°4	43.83	43.70
	43.56	
LIMALLA 12% PASANTE N°4	41.05	40.52
	39.99	
LIMALLA 19% PASANTE N°4	36.08	35.92
	35.75	
LIMALLA 7% DE N°4 - N°16	42.37	42.69
	43.01	
LIMALLA 12% DE N°4 - N°16	39.59	39.33
	2950	

*Nota:* La tabla muestra los resultados de resistencia a flexión de las probetas prismáticas a los 28 días de curado. Elaboración propia.



*Figura 8: Variación de resultados de la resistencia a la flexión a los 28 días de curado. Elaboración propia.*

Se puede apreciar que en los resultados de este ensayo todos los resultados benefician en la resistencia a la flexión, esto debido a que el resultado de este debe estar sobre el 10% de la resistencia en compresión del concreto, o sea deben estar por encima de 28 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.2.3. Resistencia a la Tracción Indirecta.

Según los resultados de los ensayos a tracción realizados en laboratorio de la UNFV se determinarán si se ha logrado un beneficio al adicionar limalla de acero a la mezcla, esto se realizará mediante un análisis a los resultados de laboratorio a 28 días de la elaboración de los testigos.

**Tabla 50.**

*Resumen de resistencia a tracción al tiempo de 28 días.*

ELEMENTO	Esfuerzo - Tracción a los 28 días (Kg/vm <sup>2</sup> )	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
PATRON	50.56	50.96
	51.36	
LIMALLA 5% PASANTE N°4	51.00	51.16
	51.31	
LIMALLA 7% PASANTE N°4	44.85	44.40
	43.95	
LIMALLA 12% PASANTE N°4	41.75	41.31
	40.87	
LIMALLA 19% PASANTE N°4	36.54	36.68
	36.82	
LIMALLA 7% DE N°4 - N°16	43.05	43.28
	43.5	
LIMALLA 12% DE N°4 - N°16	41.01	40.72
	40.42	

*Nota:* La tabla muestra los resultados de resistencia a la tracción de las probetas cilíndricas a los 28 días. Elaboración propia.

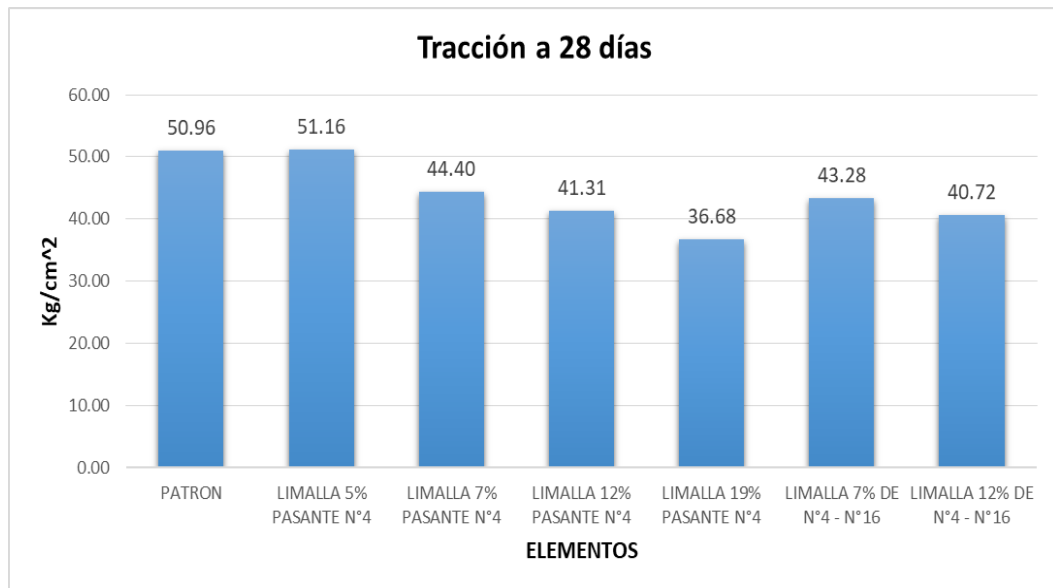


Figura 9: Variación de resultados de la resistencia a la tracción a los 28 días de curado. Elaboración propia.

Se puede apreciar que la adición de limalla de acero para todos los diseños genera un incremento considerable en el resultado del ensayo de tracción, debido a que están dentro del rango del 10% y 20% de  $F'c$ , o sea están por encima de 28 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo como mejor resultado el diseño con 5% de adición de limalla de acero de la pasante de la malla N°4.

En comparación al concreto patrón que llega a los 50.96 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, el aumento de la resistencia a la tracción del concreto con una adición de 5% de limalla de acero pasante N°4 – N°200 es de 0.39 %; para el caso del concreto con 7% de limalla de acero de la pasante N°4 – N°200 el descenso de la resistencia a la tracción respecto al testigo patrón es de 12.87%; para el caso del concreto con 12% de limalla de acero pasante N°4 – N°200 el descenso de la resistencia a la tracción es de 18.94% y para el caso del 19 % de la pasante N°4 – N° 200 la disminución es de 28.02%.

En comparación del concreto patrón con el concreto con adición de limalla de acero al 7% de la pasante N°4-N°16 que llegó a una resistencia de 43.28%, la disminución de la resistencia es de un 15.07% y para el caso del concreto con adición de limalla de acero al 12% de la pasante N°4-N°16, la disminución de la resistencia es de un 20.094%.



#### **IV. DISCUSIÓN**

En esta parte se discute los principales resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación que se apoyó de los objetivos principales y específicos:

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo general calcular la influencia de la adición de limalla de acero en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido.

### **Resistencia a la compresión:**

Nuestro resultado más favorable en resistencia a compresión, llegó a los 330 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con adición de limalla de acero 5%, llegando al rango de la resistencia del concreto que se requiere (280 Kg/cm<sup>2</sup>), en el caso de los autores Reyes y Rodríguez (2014) en su trabajo de investigación en Colombia, llegaron a una resistencia a compresión de 304.8 Kg/cm<sup>2</sup> con adición de limalla del 4%.

Asimismo en Cajamarca, Pacheco (2016) obtuvo resultados positivos en sus ensayos del concreto con adición de viruta de acero al 6%, llegando a un  $F'c = 202.26$  kg/cm<sup>2</sup> siendo un incremento del 15.58% de resistencia en comparación a concreto patrón de  $F'c = 175$ kg/cm<sup>2</sup>; en la misma provincia Vera (2015) en su trabajo de investigación del concreto patrón de  $F'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y del concreto con adición, dio como mejor resultado una resistencia a la compresión de 270.74 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días con 5% de viruta de acero en el concreto, correspondiendo a un incremento de del 28.92%.

Los resultados propios del trabajo de investigación en comparación con resultados encontrados en los antecedentes nos muestran que el concreto con adición de residuos metálicos presentaron un incremento en su resistencia a la compresión.

### **Resistencia a la flexión.**

(Cusquisiván, M. E. y Sáenz, J. P., 2016) en su tesis de pregrado tenían como objetivo determinar la resistencia a flexión para el concreto de  $F'c = 280$  Kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibras de acero al 0.80%, 1% y 1.2% ensayadas a los 14 y 28 días, como resultado obtuvieron que el concreto con adición al 0.80% aumenta su resistencia en un 7.82% (46.47 Kg/cm<sup>2</sup>) con respecto al concreto patrón, para el caso de la adición al 1% la resistencia a flexión disminuye un 14.09% es decir llega a una resistencia de 37.03 Kg/cm<sup>2</sup> y para 1.2% la resistencia disminuye un 9.4 % llegando ser un 39.05 Kg/cm<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos de nuestro trabajo de investigación indican que el más favorable al ensayo de flexión es con adición de 5 % de limalla de acero proveniente de la pasante N°4 – N° 200 llegando a una resistencia del 50.78 Kg/cm<sup>2</sup>, comparando con el proyecto anterior de Cusquisiván y Sáenz, el reemplazo del agregado pétreo es menor que nuestro trabajo de investigación y cuánto va aumentando la adición de fibra la resistencia va disminuyendo, suponemos que el rango de diferencias es por la procedencia de los agregados y sus características.

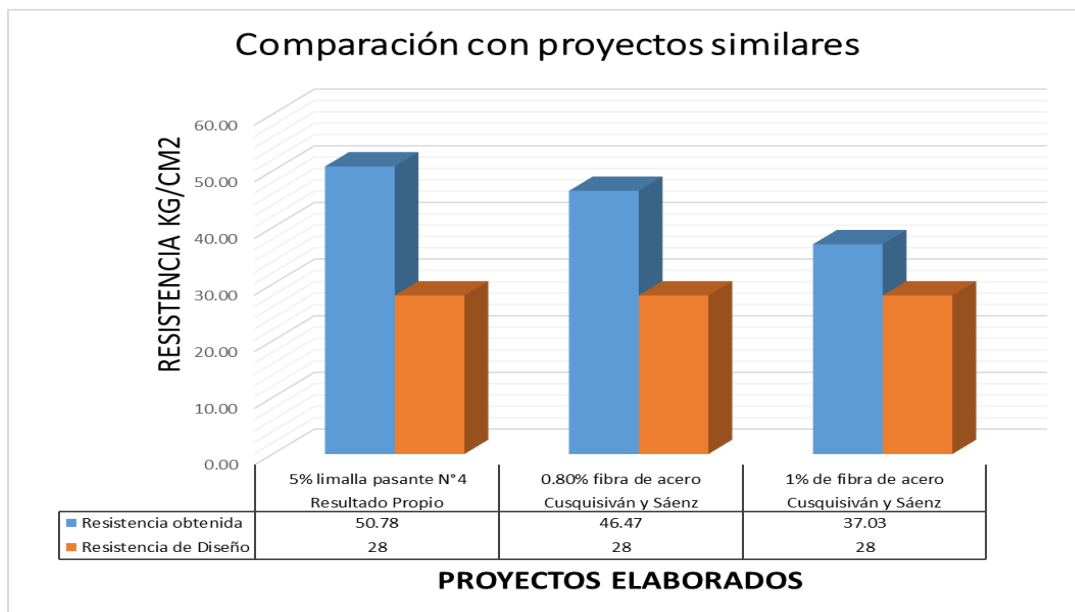


Figura 10: Cuadro de comparación con proyectos similares – resistencia a la flexión. Elaboración propia.

## **V. CONCLUSIONES**

Las conclusiones obtenidas para el presente trabajo de investigación fueron las siguientes:

- En base a los resultados obtenidos de los ensayos a compresión en el laboratorio, podemos concluir que la adición de limalla de acero a la mezcla de concreto, incide directamente de forma positiva y negativa, ya que en el caso positivo la adición de la limalla de acero pasante de la malla N°4 a un 5% beneficia en un incremento de la resistencia en un 17.9% con respecto a la resistencia requerida ( $f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ ) para losa de pavimento rígido y para el caso de incidencia directa de forma negativa es porque la adición de limalla de acero al 19% de la pasante de la malla N°4 y 12% de la pasante en la malla N°4 hasta la N°16 no llegan a la resistencia proyectada para los 28 días.
- Conforme a los resultados en los ensayos a flexión, podemos llegar a la conclusión que la adición de limalla de acero al concreto, contribuye positivamente a la resistencia a flexión, esto debido a que el resultado debe estar sobre el 10% de la resistencia en compresión del concreto, llegó a tener el mejor resultado el concreto con adición del 5% de limalla de acero ya que obtuvo un valor de módulo de rotura de  $50.78 \text{ Kg/cm}^2$  y el valor más bajo de los ensayos realizados fue de  $35.92 \text{ Kg/cm}^2$  y aun así cumplió lo especificado.
- Los ensayos de tracción realizadas en laboratorio incrementaron considerablemente para toda su resistencia siendo las más favorecida el concreto con adición del 5% de limalla de acero de la pasante del tamiz N°4 ya que se obtuvo como resultado el valor de  $51.16 \text{ Kg/cm}^2$  debido a que está dentro del 10% y 20%.
- En conclusión, la adición de limalla de acero generalmente influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido, debido a que genera un cambio en su resistencia mecánica.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Conforme a las conclusiones obtenidas se plantea las presentes recomendaciones para ser usado como aporte de investigación para aquellos interesados en el uso de materiales poco convencionales (limalla de acero) en el concreto como adición.

- Utilizar agregados que cumplan los requisitos según norma, para así obtener mejores resultados en un diseño de mezcla.
- Considerar el uso de limalla de acero del tamiz N°4 – N°200, debido a que según nuestros resultados fue la adición con mejores resultados en todos los ensayos elaborados.
- Considerar utilizar protección de seguridad en el laboratorio como una mascarilla con filtro al realizar el tamizado de la limalla de acero y un guardapolvo.
- Considerar adición de limalla en porcentajes no muy altos, debido a que en nuestros resultados se observó que la resistencia mecánica disminuye considerablemente.
- Para mejores resultados hacer uso de aditivos como plastificantes, debido a que ayudan a mejorar la obtención de resistencia en resultados iniciales y finales.
- Realizar estudios con materiales no convencionales en el diseño de concreto para losas de pavimentos, ya que pueden beneficiaren la resistencia mecánica y posiblemente reducir o sustituir algún tipo de refuerzo

## **VII. REFERENCIAS**



Ahad, A., Raza Khan, Z., & Srivastava Deep, S. (2015). *Application of Steel fiber in increasing the strength, Life – Perios and reducing Overall Cast of Road Contruction*. Lucknow, India: Scientific Research Publising ING.

Angarita, P. A. y Rincón, H. J. (2017). *Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicional con virtudes de aceros en porcentajes de 10% y 12% respecto al agregado fino de la mezcla*. Colombia: UFPSO.

ASTM C-128. (2003). *Método de Ensayo Normalizado para Determinar Densidad, Densidad Relativa (Peso específico) y la Absorción de los Áridos Finos. (Vol. 04)* American society for Testing and Materials.

Belestrini, M (2006). *Como se elabora el proyecto de investigación (séptima ed.)*. Caracas: consultores asociados.

Cachay, R. (07 de junio de 2014). Diseño de mezcla del concreto. Lima. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de cecfic.uni: <http://cecfic.uni.edu.pe/archivos/concreto/DISEÑO%20DE%20MEZCLAS%20PARA%20RESELENCIA%20OBRA.pdf>

Cando, L. F. (2016). *Análisis de la propiedad física y mecánica del hormigón elaborado con fibras de acero reciclado*. Quito: UCE.

Cárdenas, J. A. (2015). *Fibras de acero para reforzar concreto*.

Carrasco Diaz, S. (2006). *Metodología de la investigación científica: Pautas para diseñar y elaborar un proyecto de investigación*. Lima. Perú.: San Marcos.

Carrillo, L. R. y Rojas, J. F. (2017). *Análisis comparativos de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto remplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla*. Cusco: Universidad Andina de Cusco.

Chávez, J. E. (2014). *Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido*. Cajamarca: UPN.

Delgado, F. (2017). *Fibras metálicas como componentes dentro de materiales aplicados en espacios interiores*. Cuenca-Ecuador: Universidad de AZUAY.

Flores, A. M. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a flexión del hormigón armado adicionando fibras comerciales, virutas y limallas de aceros*. Ecuador: UTA.

NTP 339.033. (2015). *HORMIGON (Concreto). Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo (4ª ed.)* Lima: Comisión de Normalización y de fiscalización de Barreras comerciales No arancelarias – INDECOPI.

NTP 339.034. (2008). *HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión de concreto, en muestras cilíndricas (3ra ed.)*. Lima: Comisión de Reglamento Técnico y Comerciales INDECOPI.

NTP 339.047. (2006). *Hormigón (Concreto): Definiciones y Terminologías relativa al Hormigón y Agregados*. Lima: Comisión de Reglamento Técnicos y Comerciales – Indecopi.

NTP 339.185.(2013). *Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no arancelares – INDECOPI.

NTP 400.010. (2008). *AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso de morteros y hormigones (concreto) (2da ed.)*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI.

NTP 400.012. (2001). *AGREGADOS. Análisis granulométricos del agregado (2da ed.)*. Lima: Comisión de Reglamento Técnicos y Comerciales – INDECOPI.

NTP 400.017. (2011). *AGREGADO. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados (3ra ed.)*. Lima: Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias – INDECOPI.

NTP 400.021. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayos normalizados para peso específico y absorción del agregado grueso* (2da ed.). Lima: Comisión de Reglamento técnico y Comerciales – INDECOPI.

NTP 400.022 (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino* (2da ed.). Lima: Comisión de Reglamento técnicos y comerciales – IDECOPI.

NTP 400.037. (2014). *AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto*. Lima: Comisión de Normalización de Fiscalización de Barreras comerciales no Arancelarias – INDECOPI.

Ñaupas, A. (2014). *Metodología de investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. Bogotá: Edición de Universidad de Bogotá.

Pacheco, G. A. (2016). *Resistencia compresión axial del concreto  $F'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> incorporado diferentes porcentajes de virutas de acero ensayada a diferentes edades*. Cajamarca: UPN.

Parrra, K. M. y Bautista, M. A. (2010). *Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industrial y escombros*. Bucaramanga: UPBSB.

Puig, B. C. (2011). *COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL HORMIGÓN*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Cataluña.

Ramirez, A. (2010). *Metodología de la investigación científica*. México: PUJ.

Revista ARQHYS. (noviembre de 2017). *Características del acero*. Obtenido de Características del acero.: <http://www.arqhys.com/construccion/acero-caracteristicas.html>

Reyes, J. B. y Rodríguez, Y. A. (2014). *Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla*. Bucaramanga: UPBSB.

Rivva, E. (2018). *Diseño de mezcla*. Lima: E.I.R.L.

Sampieri, R. H.; Collado, C.F y Baptista, M. D. (2016). *Metodología de la investigación 6° edición*. México: Mac GRAW HILL INTERAMERICANA EDITORES SA.

Sarta, H. N. y Silva, J. L. (2017). *Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

Segura, A. M. (2003). *Diseños cuasiesperimentales*. Antioquia: Universidad de Antioquia.

Tejada, A. J. y Valencia, P. A. (2017). *Diseño de mezcla de concreto hidráulico con residuos industriales (Limalla) como aditivo para aligerar el peso de elementos estructurales y mejorar su resistencia a la compresión*. Colombia: ULSP.

Valderrama, S. (2009). *Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica*. Lima: San Marcos.

Venegas, J. A. y Farfan, M. (2016). *Análisis de la influencia de la limalla de acero en la resistencia la compresión y flexión del concreto con porcentajes 5%, 7%, 9% y 11% Respecto al agregado fino de la mezcla utilizando aditivos super plastificante*. Cusco: UAC.

Vera, E. E. (2015). *Resistencia a compresión axial del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de diferente porcentaje de viruta metálica*. Cajamarca: UPN.

## **VIII. ANEXOS**

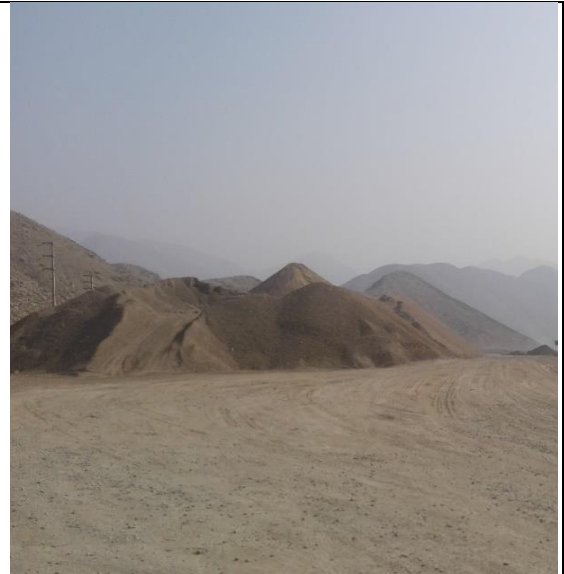
### **ANEXOS 1 – MATRIZ DE CONSISTENCIA**

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
General	General	General			
¿Cuál es la influencia de la adición de limalla de acero en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?	Calcular la influencia de la adición de limalla de acero en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.	La adición de limalla de acero influye significativamente en la resistencia mecánica del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.	-	-	-
Específicos	Específicos	Específicos			Indicadores
¿Cuánto incide la adición de limalla de acero en la resistencia a la compresión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?	Calcular la incidencia de adición de limalla de acero la resistencia a la compresión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.	La adición de limalla de acero incide directamente en la resistencia a la compresión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.	Variable 1	LIMALLA DE ACERO	Adición al 5%
					Adición al 7%
					Adición al 12%
					Adición al 19%
					Adición al 7%
¿Cómo atribuye la adición de limalla de acero en la resistencia a la flexión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?	Evaluar la contribución de adición de limalla de acero en la resistencia a la flexión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.	La adición de limalla de acero contribuye positivamente en la resistencia a la flexión del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.	Variable 2	RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO	Adición al 12%
					Resistencia a la compresión
¿En cuánto incrementa la adición de limalla de acero en la resistencia a la tracción del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018?	Determinar en cuánto incrementa la adición de limalla de acero en la resistencia a la tracción del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018	La adición de limalla de acero incrementa considerablemente la resistencia a la tracción del concreto para losa de pavimento rígido en Lima - 2018.	RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO	RESISTENCIA MECÁNICA DEL CONCRETO	7, 14 y 28 días de curado
					Resistencia a la flexión
					28 días de curado
					Resistencia a la tracción
					28 días de curado

## ANEXO 2 – PANEL DE FOTOGRAFÍA



*Figura 11: Recojo del agregado grueso de la cantera YERBABUENA-UNICON. Elaboración propia.*



*Figura 12: Recojo del agregado fino de la cantera YERBABUENA-UNICON. Elaboración propia.*



*Figura 13: Secado del agregado fino. Elaboración propia.*



*Figura 14: Materiales en el laboratorio de la UNFV. Elaboración propia.*



## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Para determinar las características físicas de los agregados (grueso y fino) se realizan ensayos en laboratorio: granulometría, peso específico, absorción, entre otros.

### Análisis granulométrico del agregado fino, grueso con respecto a la NTP 400.012

Equipos utilizados en el laboratorio:

- Tamices de 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", N° 4 y N°8 según NPT 350.001.
- Balanza eléctrica con aproximación de 0.5 gramos.

Procedimiento:

- Se utilizó una muestra de agregado.
- La muestra se ubicó en la parte superior del tamiz y se procedió agitar hasta que la muestra pase por los tamices ubicadas en orden ascendentes.
- seguidamente se pesa las partículas retenidas en cada tamiz.



Figura 15: Insertando muestra del agregado en los tamices. Elaboración propia.



Figura 16: Tamizado del agregado grueso. Elaboración propia.



*Figura 17: Peso del agregado grueso. Elaboración propia.*

### **Peso específico del agregado grueso (NTP 400.021 – ASTM C-127)**

Equipos utilizados en el laboratorio:

- Balanza.
- Canastilla metálica y recipiente con agua.

Procedimiento:

- Se lava el agregado grueso
- Luego se satura la muestra en un recipiente con agua por 24 horas
- Se seca la muestra con una franela luego se pesa.
- después se calibra la balanza con la canastilla metálica, después se coloca la muestra en la canastilla metálica y se pesa.



*Figura 18: Lavado del agregado. Elaboración propia.*



Figura 19: Saturación de la muestra en un recipiente por 24 horas. Elaboración propia.



Figura 20: Secado de la muestra saturada con una franela. Elaboración propia.



Figura 21: Pesado de la muestra secada superficialmente con una franela. Elaboración propia.



Figura 22: Calibración de la balanza con las canastillas metálicas. Elaboración propia.



Figura 23: Pesado de la muestra dentro de la canastilla sumergida. Elaboración propia.

### **Contenido de humedad evaporable de los agregados por secado**

Para este ensayo nos guiamos de la NTP 339.185 – ASTM C566.

Equipos:

- Balanza eléctrica.
- Horno ( $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ gr}$ )

Procedimiento:

- Pesar la muestra de agregado grueso
- Ponerlo dentro del horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un tiempo de 24 horas
- Luego se retira la muestra y se pesa ( a esta muestra llamaremos peso del agregado seco)



*Figura 24: Colocación de la muestra del agregado grueso en el horno para su secado. Elaboración propia.*

### **Peso unitario suelto y compactado (NTP 400.017 – ASTM C29)**

Equipos:

- Balanza eléctrica.
- Regla metálica.
- Recipiente metálico.
- Varilla de acero de 5/8”.

Procedimiento del ensayo de peso unitario suelto:

- Cuarteo del agregado (AASHTO T 248)



- Se pesa el recipiente metálico vacío
- Con un cucharón metálico coger la muestra y colocarlo en el recipiente hasta rebosar, al colocar la muestra elevar el cucharón a una altura de 2”
- Luego pasar la regla metálica por el borde del recipiente para que este parejo el contenido
- Después se pesa el molde con el contenido de la muestra



Figura 25: Cuarteo del agregado grueso. Elaboración propia.



Figura 26: Colocación de la muestra en el recipiente con un cucharón a una altura de 2”. Elaboración propia.



Figura 27: Emparejar el contenido del recipiente con una regla metálica. Elaboración propia.



Figura 28: Pesado del contenido del recipiente metálico. Elaboración propia.

### Procedimiento del peso unitario del varillado o compactado:

- Primero se pesa el recipiente metálico vacío.
- Con un cucharón coger la muestra y dejar caer hasta un tercio del molde del Proctor luego se apisona con 25 golpes uniformemente con una varilla de acero, repetir este procedimiento dos tercios más, al final se empareja el contenido con la regla metálica.
- Luego se pesa el recipiente con la muestra.



Figura 29: Apisonado de la muestra con 25 golpes uniformemente con una varilla de acero. Elaboración propia.

### Ensayos físicos para la limalla de acero.



Figura 30: Ensayo para determinar el peso específico de la limalla de acero con el picnómetro. Elaboración propia.



Figura 31: Ensayo para determinar el peso unitario de la limalla de acero. Elaboración propia.

En el caso del diseño de mezcla con adición de limalla de acero pasada por el tamiz N°4 – N°16 era necesario tamizar el material.



Figura 32: Tamizado de la limalla de acero. Elaboración propia.



Figura 33: Probetas cilíndricas y prismáticas en proceso de curado. Elaboración propia.



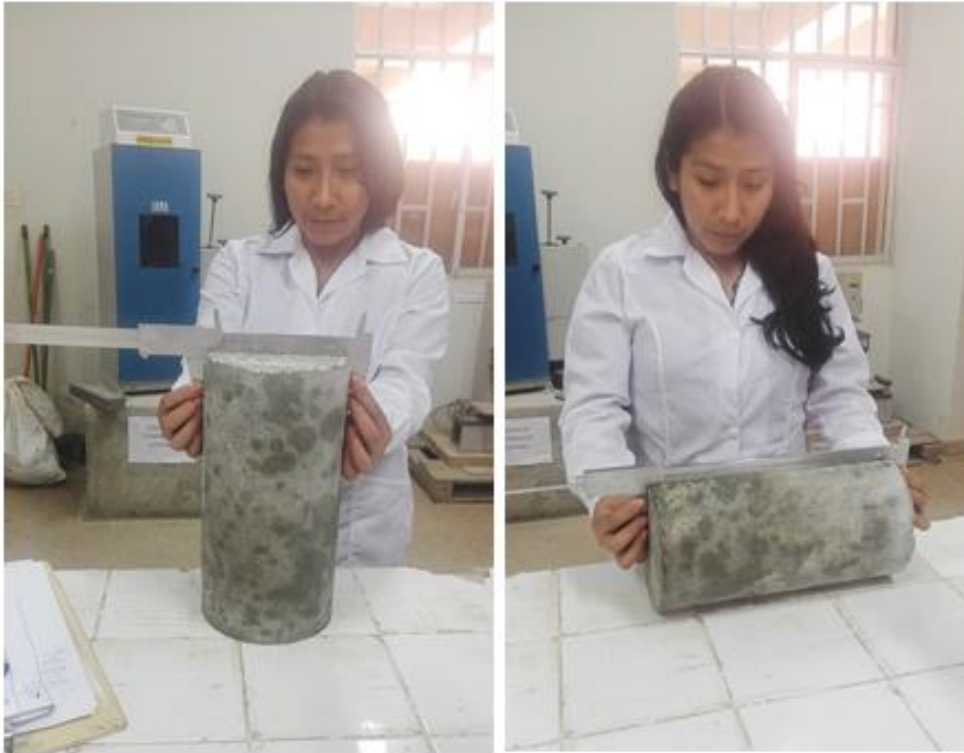



Figura 34: Medición de las probetas cilíndricas. Elaboración propia.



Figura 35: Ensayo de compresión, flexión y tracción indirecta. Elaboración propia.



### ANEXO 3 – FICHA TECNICA

	<b>FICHA TÉCNICA</b>		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		EVALUADOR
PROYECTO	"Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima, 2018."				
AUTORES	Sofía Huaman Elizabeth, Zapata Briones Jordan				
I.	INFORMACIÓN GENERAL				
UBICACIÓN	Laboratorio de ingeniería civil de la UNPV	DISTRITO	Magdalena del Mar		
PROVINCIA	Lima	DEPARTAMENTO	Lima		
V1: LIMALLA DE ACERO	II. CLASIFICACIÓN		Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 200		
	PESO ESPECÍFICO		NORMA	ASTM C-128	
	peso (gr)		volumen desplazado (ml)		
	IV. DISEÑO DE MEZCLA CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO		NORMA	Comité ACI 211	
5%		7%	12%	19%	
V2: RESISTENCIA MECÁNICAS DEL CONCRETO	V. GRANULOMETRÍA		NORMA	NTP 400.012-ASTM C-136	
	Agregado grueso		Agregado fino		
	VI. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		NORMA	NTP 400.021 - NTP 400.022 ASTM C-127 - ASTM C-128	
	Agregado grueso		Agregado fino		
	VII. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO		NORMA	NTP 400.017-ASTM C29	
	Agregado grueso		Agregado fino		
	VIII. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		NORMA	NTP 339.054	
	Diseño sin adición		Diseño con adición		
	7 - 14 -28 días		7 - 14 -28 días		
	IX. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		NORMA	NTP 339.078	
	Diseño sin adición		Diseño con adición		
	28 días de curado		28 días de curado		
X. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		NORMA	NTP 339.084		
Diseño sin adición		Diseño con adición			
28 días de curado		28 días de curado			
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>				<b>Promedio de validación</b>	
Apellidos y Nombres:					
Registro CIP:		Teléfono:			
Correo:					
RANGO	CONFIABILIDAD				
0.81-100	MUY ALTA				
0.61-0.80	ALTA				
0.41-0.60	MODERADA				
0.21-0.40	BAJA				
0.01-0.20	MUY BAJA			FIRMA DEL EVALUADOR	

ANEXO 4 – FICHA DE VALIDACIÓN.

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr/Mg. Ing. DORAS GANDOTTI YERSON
- 1.2. Cargo o institución donde labora: INGENIERO RESIDENTE / EMPRESA PROPIA
- 1.3. Especialidad del validador: ESPECIALIDAD EN PLANIFICADOR DE PROYECTOS
- 1.4. Título de la investigación: "Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de fibra de acero para losa de pavimento rígido en Lima - 2018"
- 1.5. Autor del instrumento: Solis Huamán Elizabeth Estefanía & Zapata Briones Jordan.

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					
2. Objetividad	Está expresado en constructos observables.					
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
4. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					
5. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					
6. Confiabilidad	Basados en aspectos teóricos-científicos.					
7. Coherencia	Entre los ítems, indicadores y dimensiones.					
8. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					
9. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						

**III. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendrías que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

---



---

**III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: \_\_\_\_\_ % V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento puede ser aplicada, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: San Juan de Losigancha,..... del 2018



YERSON  
DORAS GANDOTTI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CPN

Firma del experto

DNI N° 416441095

Teléfono N° 986629767

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV - LIMA ESTE - 2018

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Rodriguez Solis Carmen Beatriz
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de la Universidad Cesar Vallejo
- 1.3. Especialidad del validador: \_\_\_\_\_
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de la evaluación: \_\_\_\_\_
- 1.5. Título de la investigación: Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima - 2018
- 1.6. Autor del instrumento: Elybeth Solis Huamán, Jordan Espino Becerra

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
4. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					
5. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					
6. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					
7. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					
8. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					
9. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						

**ii. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**


¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

\_\_\_\_\_

**III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: \_\_\_\_\_ % V: OPINIÓN DE APLICABILIDAD:**

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado
- El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho,..... del 2018

  
CARMEN BEATRIZ  
RODRIGUEZ SOLIS  
INGENIERA CIVIL  
Reg. CIP N° 00202

Firma del experto informante.

DNI N° \_\_\_\_\_ Teléfono N° \_\_\_\_\_

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE – 2018

**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**
**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: Dr./Mg. Jaime Espinoza Sandoval
- 1.2. Cargo e institución donde labora: \_\_\_\_\_
- 1.3. Especialidad del validador: ING. CIVIL
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de la evaluación: \_\_\_\_\_
- 1.5. Título de la investigación: "Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de fibra de acero para losa de pavimento rígido en Lima - 2018"
- 1.6. Autor del instrumento: Elegabeth Solís Huamán, Jordon Zapata Briones

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:**

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado y específico.					
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables.					
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología.					
4. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					
5. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias.					
6. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos					
7. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones.					
8. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico.					
9. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					
PROMEDIO DE VALIDACIÓN						

**ii. OPINIÓN DE APLICACIÓN:**

¿Qué aspectos tendría que modificar, incrementar o suprimir en los instrumentos de investigación?

---

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN: \_\_\_\_\_ %. V. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.



Lugar y fecha: San Juan de Lurigancho,..... del 2018





Firma del experto informante.



DNI. N° 10178995 Teléfono N° \_\_\_\_\_

OFICINA DE INVESTIGACIÓN UCV – LIMA ESTE – 2018

		<b>FICHA TÉCNICA</b>		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		<b>EVALUADOR</b>
<b>PROYECTO:</b>		*Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima, 2018.*				
<b>AUTORES:</b>		Solís Hasman Elizabeth, Zapata Hincos Jordan				
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>						
<b>UBICACIÓN:</b>		Laboratorio de Ingeniería civil de la UNRV		<b>DISTRITO:</b>	Magdalena del Mar	
<b>PROVINCIA:</b>		Lima		<b>DEPARTAMENTO:</b>	Lima	
<b>V1: LIMALLA DE ACERO</b>		<b>CLASIFICACIÓN</b> Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 200		Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 16		0.80
		<b>PESO ESPECÍFICO</b> peso (gr)		NORMA	ASTM C-128	
		<b>DISEÑO DE MEZCLA CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO</b>		NORMA	Comité ACI 211	
		5%	7%	12%	15%	
<b>V2: RESISTENCIA MECÁNICAS DEL CONCRETO</b>		<b>GRANULOMETRÍA</b> Agregado grueso		NORMA	NTP 400.013-ASTM C 136	
		<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b> Agregado grueso		NORMA	NTP 400.021 - NTP 400.022 ASTM C-127 - ASTM C-128	
		<b>PESO UNITARIO SUELO Y COMPACTADO</b> Agregado grueso		NORMA	NTP 400.017-ASTM C29	
		<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b> Diseño sin adición 7 - 14 - 28 días		NORMA	NTP 339.034 Diseño con adición 7 - 14 - 28 días	
		<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b> Diseño sin adición 28 días de curado		NORMA	NTP 339.076 Diseño con adición 28 días de curado	
		<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN</b> Diseño sin adición 28 días de curado		NORMA	NTP 339.094 Diseño con adición 28 días de curado	
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>						Promedio de validación
Apellidos y Nombres:		Rodríguez Solís Carmen Beatriz				0.80
Registro CIP:		N° 50202		Teléfono:		
Correo:						
<b>RANGO</b>		<b>CONFIABILIDAD</b>		 CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202 FIRMA DEL EVALUADOR		
0.85-100		MUY ALTA				
0.61-0.80		ALTA				
0.43-0.60		MODERADA				
0.21-0.40		BAJA				
0.01-0.20		MUY BAJA				

	<b>FICHA TÉCNICA</b>		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		EVALUADOR	
PROYECTO	*Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima, 2018.*					
AUTORES	Soñá Alvarado Elizabet, Zapata Felipe Jordan					
I. INFORMACIÓN GENERAL						
UBICACIÓN	Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNIV	DISTRITO	Magdalena del Mar			
PROVINCIA	Lima	DEPARTAMENTO	Lima			
V1: LIMALLA DE ACERO	II. CLASIFICACIÓN		Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 200			
	PESO ESPECÍFICO		NORMA	ASTM C 128		
	III. peso (gr)		volumen desplazado (ml)			
	IV. DISEÑO DE MEZCLA CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO		NORMA	Comité ACI 211		
5%		7%	12%	35%		
V2. RESISTENCIA MECÁNICAS DEL CONCRETO	V. GRANULOMETRÍA		NORMA	NTP 400.032-ASTM C 136		
	Agregado grueso		Agregado fino			
	VI. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN		NORMA	NTP 400.021 - NTP 400.022 ASTM C 127 - ASTM C-128		
	Agregado grueso		Agregado fino			
	VII. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO		NORMA	NTP 400.017-ASTM C29		
	Agregado grueso		Agregado fino			
	VIII. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		NORMA	NTP 339.034		
	Diseño sin adición		Diseño con adición			
	7 - 14 - 28 días		7 - 14 - 28 días			
	IX. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN		NORMA	NTP 339.078		
	Diseño sin adición		Diseño con adición			
	28 días de curado		28 días de curado			
X. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		NORMA	NTP 339.084			
Diseño sin adición		Diseño con adición				
28 días de curado		28 días de curado				
DATOS DEL EVALUADOR					Promedio de validación	
Apellido y Nombre:		Ramos Suarez Alvaro			0.83	
Registro CP:		Teléfono:				
Correo:		4235 0072				
RANGO		CONFIABILIDAD				
0.83-1.00		MUY ALTA				
0.81-0.80		ALTA				
0.41-0.60		MODERADA				
0.21-0.40		BAJA				
0.01-0.20		MUY BAJA				
						
FIRMA DEL EVALUADOR						



		<b>FICHA TÉCNICA</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		<b>EVALUADOR</b>
<b>PROYECTO</b>		*Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima, 2018.*				
<b>AUTORES</b>		Sofía Huaman Fitzhaberth, Zapata Arlonas Jordan				
<b>INFORMACIÓN GENERAL</b>						
<b>UBICACIÓN</b>		Laboratorio de Ingeniería Civil de la UNPV		<b>DISTRITO</b>	Magdalena del Mar	
<b>PROVINCIA</b>		Lima		<b>DEPARTAMENTO</b>	Lima	
<b>V1: LIMALLA DE ACERO</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>		Limalla pasante por el tamiz N° 4 hasta el N° 200			
	<b>PESO ESPECÍFICO</b>		Norma ASTM C-128			
	<b>peso (gr)</b>		volumen desplazado (ml)			
	<b>DISEÑO DE MEZCLA CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO</b>		Norma Comité AC 211			
5%      7%		12%		19%		
<b>V2: RESISTENCIA MECÁNICAS DEL CONCRETO</b>	<b>GRANULOMETRÍA</b>		Norma NTP 400.012-ASTM C 136			
	<b>Agregado grueso</b>		Agregado fino			
	<b>PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN</b>		Norma NTP 400.021 - NTP 400.022 ASTM C-127 - ASTM C-128			
	<b>Agregado grueso</b>		Agregado fino			
	<b>PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO</b>		Norma NTP 400.017-ASTM C29			
	<b>Agregado grueso</b>		Agregado fino			
	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>		Norma NTP 339.034			
	Diseño sin adición		Diseño con adición			
	7 - 14 -28 días		7 - 14 -28 días			
	<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>		Norma NTP 339.078			
	Diseño sin adición		Diseño con adición			
	28 días de curado		28 días de curado			
<b>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN</b>		Norma NTP 339.094				
Diseño sin adición		Diseño con adición				
28 días de curado		28 días de curado				
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>						<b>Promedio de validación</b>
<b>Apellidos y Nombres:</b>		Espinosa Sandoval Jaime				0.80
<b>Registro CP:</b>		Teléfono:				
<b>Correo:</b>						
<b>RANGO</b>		<b>CONFIABILIDAD</b>				
0.83-100		MUY ALTA				
0.63-0.80		ALTA				
0.43-0.60		MODERADA				
0.23-0.40		BAJA				
0.03-0.20		MUY BAJA				
						
<b>FIRMA DEL EVALUADOR</b>						

## ANEXO 5 – DISEÑO DE MEZCLA SEGÚN MÉTODO ACI

**Tabla 51.***Resumen del Diseño de Mezcla Patrón*

<b>Diseño de mezcla - Concreto Patrón</b>			
F'c	:	280 Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr	:	364 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabla N° 17
Asentamiento	:	3"	Tabla N° 18
Volumen Unitario del agua :		220 Lt/m <sup>3</sup>	Tabla N° 21
Determinación del aire atrapado	:	2%	Tabla N° 22
Relación Agua - Cemento según F'cr (sin aire incorporado):			0.48
Factor Cemento:		458 kg/m <sup>3</sup>	→ 10.8 Bolsas
Cantidad de Agregado grueso:		0.56	→ 913 kg/m <sup>3</sup>
<b>Calculos de volúmenes absolutos</b>			
- Cemento	:	0.15 m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	0.22 m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	0.56 m <sup>3</sup>	
- Aire Atrapado	:	0.02 m <sup>3</sup>	
Calculo de volumen de finos	:	0.32	→ 872 kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores de diseño:</b>			
- Cemento	:	458 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	220 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	872 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	913 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Humedad superficial:</b>			
- Agregado Fino	:	0.01 %	
- Agregado Grueso	:	-0.55 %	
<b>Aporte de humedad de los agregados:</b>			
- Agregado Fino	:	0.046 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	-1.21 Lt/m <sup>3</sup>	
<b>Pesos de los materiales corregidos</b>			
- Cemento	:	458 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua Efectiva	:	220 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	884 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	915 kg/m <sup>3</sup>	

*Nota:* Diseño de mezcla patrón según el método ACI. Elaboración Propia.

**Tabla 52.**

*Resumen del diseño de mezcla con adición al 5% de limalla de acero - pasante malla N°4*

<b>Diseño de mezcla - Concreto con 5% de limalla de acero pasante malla N°4</b>			
F'c	:	280 Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr	:	364 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabla N° 17
Asentamiento	:	3"	Tabla N° 18
Volumen Unitario del agua :		220 Lt/m <sup>3</sup>	Tabla N° 21
Determinación del aire atrapado	:	2%	Tabla N° 22
Relación Agua - Cemento según F'cr (sin aire incorporado):		0.48	
Factor Cemento:		458 kg/m <sup>3</sup>	→ 10.8 Bolsas
Cantidad de Agregado grueso:		0.56	→ 913 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de limalla:	5%	→	23 kg/m <sup>3</sup>
<b>Calculos de volúmenes absolutos</b>			
- Cemento	:	0.15 m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	0.22 m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	0.56 m <sup>3</sup>	
- limalla 5%	:	0.004 m <sup>3</sup>	
Calculo de volumen de finos	:	0.32	→ 872 kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores de diseño:</b>			
- Cemento	:	458 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	220 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	861 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	902 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Humedad superficial:</b>			
- Agregado Fino	:	0.01 %	
- Agregado Grueso	:	-0.55 %	
<b>Aporte de humedad de los agregados:</b>			
- Agregado Fino	:	0.046 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	-1.21 Lt/m <sup>3</sup>	
<b>Pesos de los materiales corregidos</b>			
- Cemento	:	458 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua Efectiva	:	220 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	873 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	904 kg/m <sup>3</sup>	
- limalla 5%	:	23 kg/m <sup>3</sup>	

*Nota:* Diseño de mezcla del concreto según método ACI, con adición del 5% de limalla de acero-pasante malla N° 4. Elaboración Propia.

**Tabla 53.**

Resumen del diseño del concreto a 7 % de limalla de acero - Pasante malla N°4.

<b>Diseño de mezcla - Concreto con 7% de limalla de acero pasante malla N°4</b>			
F'c	:	280 Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr	:	364 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabla N° 17
Asentamiento	:	3"	Tabla N° 18
Volumen Unitario del agua :		221 Lt/m <sup>3</sup>	Tabla N° 21
Determinación del aire atrapado	:	2%	Tabla N° 22
Relación Agua - Cemento según F'cr (sin aire incorporado): 0.48			
Factor Cemento:		460 kg/m <sup>3</sup>	→ 10.8 Bolsas
Cantidad de Agregado grueso:		0.56	→ 915 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de limalla:	7%	→	32 kg/m <sup>3</sup>
<b>Calculos de volúmenes absolutos</b>			
- Cemento	:	0.15	m <sup>3</sup>
- Agua de diseño	:	0.22	m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	0.56	m <sup>3</sup>
- limalla 7%	:	0.006	m <sup>3</sup>
Calculo de volumen de finos	:	0.32	→ 874 kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores de diseño:</b>			
- Cemento	:	460	kg/m <sup>3</sup>
- Agua de diseño	:	221	Lt/m <sup>3</sup>
- Agregado Fino	:	858	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	899	kg/m <sup>3</sup>
<b>Humedad superficial:</b>			
- Agregado Fino	:	0.01	%
- Agregado Grueso	:	-0.55	%
<b>Aporte de humedad de los agregados:</b>			
- Agregado Fino	:	0.046	Lt/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	-1.216	Lt/m <sup>3</sup>
<b>Pesos de los materiales corregidos</b>			
- Cemento	:	460	kg/m <sup>3</sup>
- Agua Efectiva	:	221	Lt/m <sup>3</sup>
- Agregado Fino	:	870	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	901	kg/m <sup>3</sup>
- limalla 7%	:	32	kg/m <sup>3</sup>

Nota: Diseño de mezcla del concreto con adición del 7% de limalla de acero, que pasa por la malla N° 4.

Elaboración Propia.

**Tabla 54.**

*Resumen del diseño del concreto a 12 % de limalla de acero - Pasante malla N°4*

<b>Diseño de mezcla - Concreto con 12% de limalla de acero pasante malla N°4</b>			
F'c	:	280 Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr	:	364 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabla N° 17
Asentamiento	:	3"	Tabla N° 18
Volumen Unitario del agua :		221 Lt/m <sup>3</sup>	Tabla N° 21
Determinación del aire atrapado	:	2%	Tabla N° 22
Relación Agua - Cemento según F'cr (sin aire incorporado): 0.48			
Factor Cemento:		460 kg/m <sup>3</sup>	→ 10.8 Bolsas
Cantidad de Agregado grueso:		0.56	→ 915 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de limalla:	12%	→	55 kg/m <sup>3</sup>
<b>Calculos de volúmenes absolutos</b>			
- Cemento	:	0.15 m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	0.22 m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	0.56 m <sup>3</sup>	
- limalla 12%	:	0.010 m <sup>3</sup>	
Calculo de volumen de finos	:	0.32	→ 875 kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores de diseño:</b>			
- Cemento	:	460 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	221 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	848 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	888 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Humedad superficial:</b>			
- Agregado Fino	:	0.01 %	
- Agregado Grueso	:	-0.55 %	
<b>Aporte de humedad de los agregados:</b>			
- Agregado Fino	:	0.046 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	-1.216 Lt/m <sup>3</sup>	
<b>Pesos de los materiales corregidos</b>			
- Cemento	:	460 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua Efectiva	:	221 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	859 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	890 kg/m <sup>3</sup>	
- limalla 12%	:	55 kg/m <sup>3</sup>	

*Nota:* Diseño de mezcla del concreto con adición del 12% de limalla de acero, según método ACI.  
Elaboración Propia.

**Tabla 55.**

Resumen del diseño del concreto a 19 % de limalla de acero - Pasante malla N°4.

<b>Diseño de mezcla - Concreto con 19% de limalla de acero pasante malla N°4</b>			
F'c	:	280 Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr	:	364 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabla N° 17
Asentamiento	:	3"	Tabla N° 18
Volumen Unitario del agua :		222 Lt/m <sup>3</sup>	Tabla N° 21
Determinación del aire atrapado	:	2%	Tabla N° 22
Relación Agua - Cemento según F'cr (sin aire incorporado): 0.48			
Factor Cemento:		462 kg/m <sup>3</sup>	→ 10.9 Bolsas
Cantidad de Agregado grueso:		0.56	→ 919.5 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de limalla:	19%	→	87 kg/m <sup>3</sup>
<b>Calculos de volúmenes absolutos</b>			
- Cemento	:	0.15 m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	0.22 m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	0.56 m <sup>3</sup>	
- limalla 19%	:	0.015 m <sup>3</sup>	
Calculo de volumen de finos	:	0.32	→ 879.5 kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores de diseño:</b>			
- Cemento	:	462 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	222 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	836 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	876 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Humedad superficial:</b>			
- Agregado Fino	:	0.01 %	
- Agregado Grueso	:	-0.55 %	
<b>Aporte de humedad de los agregados:</b>			
- Agregado Fino	:	0.046 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	-1.221 Lt/m <sup>3</sup>	
<b>Pesos de los materiales corregidos</b>			
- Cemento	:	462 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua Efectiva	:	222 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	847 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	878 kg/m <sup>3</sup>	
- limalla 19%	:	87 kg/m <sup>3</sup>	

Nota: Elaboración Propia.

Tabla 56.

Resumen del diseño del concreto a 7 % de limalla de acero - malla N°4 al N° 16

<b>Diseño de mezcla - Concreto con 7% de limalla de acero pasante malla N°4 y retenida en N°16</b>			
F'c	:	280 Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr	:	364 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabla N° 17
Asentamiento	:	3"	Tabla N° 18
Volumen Unitario del agua :		221 Lt/m <sup>3</sup>	Tabla N° 21
Determinación del aire atrapado	:	2%	Tabla N° 22
Relación Agua - Cemento según F'cr (sin aire incorporado):			0.48
Factor Cemento:		460 kg/m <sup>3</sup>	→ 10.8 Bolsas
Cantidad de Agregado grueso:		0.56	→ 914 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de limalla:	7%	→	32 kg/m <sup>3</sup>
<b>Calculos de volumenes absolutos</b>			
- Cemento	:	0.15 m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	0.22 m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	0.56 m <sup>3</sup>	
- limalla 7%	:	0.006 m <sup>3</sup>	
Calculo de volumen de finos	:	0.32	→ 873 kg/m <sup>3</sup>
<b>Valores de diseño:</b>			
- Cemento	:	460 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua de diseño	:	221 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	857 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	898 kg/m <sup>3</sup>	
<b>Humedad superficial:</b>			
- Agregado Fino	:	0.01 %	
- Agregado Grueso	:	-0.55 %	
<b>Aporte de humedad de los agregados:</b>			
- Agregado Fino	:	0.046 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	-1.216 Lt/m <sup>3</sup>	
<b>Pesos de los materiales corregidos</b>			
- Cemento	:	460 kg/m <sup>3</sup>	
- Agua Efectiva	:	221 Lt/m <sup>3</sup>	
- Agregado Fino	:	869 kg/m <sup>3</sup>	
- Agregado Grueso	:	900 kg/m <sup>3</sup>	
- limalla 7%	:	32 kg/m <sup>3</sup>	

Nota: Elaboración Propia.



**Tabla 57.**

*Resumen del diseño del concreto a 12 % de limalla de acero - malla N°4 al N° 16.*

<b>Diseño de mezcla - Concreto con 12% de limalla de acero pasante malla N°4 y retenida en N°16</b>			
F'c	:	280 Kg/cm <sup>2</sup>	
F'cr	:	364 Kg/cm <sup>2</sup>	Tabla N° 17
Asentamiento	:	3"	Tabla N° 18
Volumen Unitario del agua :		221 Lt/m <sup>3</sup>	Tabla N° 21
Determinación del aire atrapado	:	2%	Tabla N° 22
Relación Agua - Cemento según F'cr (sin aire incorporado):		0.48	
Factor Cemento:		460 kg/m <sup>3</sup>	→ 10.8 Bolsas
Cantidad de Agregado grueso:		0.56	→ 917.5 kg/m <sup>3</sup>
Cantidad de limalla:	12%	→	55 kg/m <sup>3</sup>
Calculos de volúmenes absolutos			
- Cemento	:	0.15	m <sup>3</sup>
- Agua de diseño	:	0.22	m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	0.56	m <sup>3</sup>
- limalla 12%	:	0.010	m <sup>3</sup>
Calculo de volumen de finos		:	0.32 → 877.5 kg/m <sup>3</sup>
Valores de diseño:			
- Cemento	:	460	kg/m <sup>3</sup>
- Agua de diseño	:	221	Lt/m <sup>3</sup>
- Agregado Fino	:	850	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	890	kg/m <sup>3</sup>
Humedad superficial:			
- Agregado Fino	:	0.01	%
- Agregado Grueso	:	-0.55	%
Aporte de humedad de los agregados:			
- Agregado Fino	:	0.046	Lt/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	-1.216	Lt/m <sup>3</sup>
Pesos de los materiales corregidos			
- Cemento	:	460	kg/m <sup>3</sup>
- Agua Efectiva	:	221	Lt/m <sup>3</sup>
- Agregado Fino	:	861	kg/m <sup>3</sup>
- Agregado Grueso	:	892	kg/m <sup>3</sup>
- limalla 12%	:	55	kg/m <sup>3</sup>

*Nota:* Elaboración Propia.

ANEXO 6 – RESULTADOS DE LOS ENSAYOS A LOS AGREGADOS  
OBTENIDOS POR LABORATORIO



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**PESOS UNITARIOS**

**NTP 400,017**

**INFORME N°** : 005 - EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITANTES** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO  
 RIGIDO EN LIMA, 2018  
**CANTERA** : YERBABUENA - UNICON  
**MATERIAL** : AGAREGADO FINO  
**FECHA** : 12/09/2018

**PESO UNITARIO SUELTO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	7,115	7,117	7,125
Peso de molde (kg)	2,834	2,834	2,834
Peso de muestra (kg)	4,281	4,283	4,291
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0,0028317	0,0028317	0,0028317
Peso unitario (Kg/m <sup>3</sup> )	1512	1513	1515
Contenido de humedad	0,013506164	0,013506164	0,013506164
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1493</b>		

**PESO UNITARIO COMPACTADO**

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7,994	7,998	7,99
Peso de molde	2,834	2,834	2,834
Peso de muestra	5,16	5,164	5,156
Volumen de molde	0,0028317	0,0028317	0,0028317
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1822	1824	1821
Contenido de humedad	0,013506164	0,013506164	0,013506164
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1798</b>		

  
 F- CULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Sólidos, Concreto y Geología  
**MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



## PESOS UNITARIOS

**INFORME N°** : 006 - EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITANTES** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO  
 RIGIDO EN LIMA, 2018  
**CANTERA** : YERBABUENA - UNICON  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO  
**FECHA** : 12/09/2018

### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra (kg)	20,811	20,792	20,818
Peso de molde (kg)	6,226	6,226	6,226
Peso de muestra (kg)	14,585	14,566	14,592
Volumen de molde (m <sup>3</sup> )	0,0094389	0,0094389	0,0094389
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1545	1543	1546
Contenido de humedad	0,002114383	0,002114383	0,002114383
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1542</b>		

### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	21,810	21,767	21,793
Peso de molde	6,226	6,226	6,226
Peso de muestra	15,584	15,541	15,567
Volumen de molde	0,0094389	0,0094389	0,0094389
Peso unitario ( Kg/m <sup>3</sup> )	1651	1646	1649
Contenido de humedad	0,002114383	0,002114383	0,002114383
<b>Peso unitario prom. ( Kg/m<sup>3</sup> )</b>	<b>1645</b>		

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Control y Gestión  
 COORDINADOR  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 D.O. 10.10.2013

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



## GRAVEDAD ESPECIFICA

**INFORME N°** : 003 - EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITANTES** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON  
ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO  
EN LIMA, 2018  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO  
**CANTERA** : YERBABUENA - UNICON  
**FECHA** : 11/09/2018

<b>Peso Especifico Bulk (Base Seca)</b>	:	<b>2,751</b>	<b>gr / cm<sup>3</sup></b>
<b>Peso Especifico Bulk (Base Saturada)</b>	:	<b>2,787</b>	<b>gr / cm<sup>3</sup></b>
<b>Peso Especifico Aparente (Base Seca)</b>	:	<b>2,855</b>	<b>gr / cm<sup>3</sup></b>
<b>ABSORCION</b>	:	<b>1,34</b>	<b>%</b>

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

**NOTA** : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotecnia.  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

### GRAVEDAD ESPECIFICA

**INFORME N°** : 004 - EXP. 062 - LMS 2016  
**SOLICITANTES** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON  
 ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO  
 EN LIMA, 2018  
**MATERIAL** : GRAVA - HUSO 67  
**CANTERA** : YERBABUENA - UNICON  
**FECHA** : 11/09/2018

Peso Especifico Bulk (Base Seca)	:	2,783	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Bulk (Base Saturada)	:	2,804	gr / cm <sup>3</sup>
Peso Especifico Aparente (Base Seca)	:	2,843	gr / cm <sup>3</sup>
ABSORCION	:	0,76	%

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 127.

**NOTA** : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 MANUEL CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374





## GRAVEDAD ESPECIFICA

**INFORME N°** : 007 - EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITANTES** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO  
RIGIDO EN LIMA, 2018  
**MATERIAL** : LIMALLA DE ACERO  
**FECHA** : 12/09/2018

**Peso Especifico** : 5,657 gr / cm<sup>3</sup>

**ESPECIFICACIONES** : El ensayo responde a la norma de diseño ASTM C - 128.

**NOTA** : La muestra fue traída a este laboratorio por el interesado.

COORDINADOR  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
Lab de Recámbos de Ejes, Conexión y Control  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 10374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
ASTM C 136 - NTP 400.012

INFORME N° : 001 - EXP. 062 - LEM 2018  
SOLICITANTES : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
- ZAPATA BRJONES, JORDAN  
PROYECTO : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
MATERIAL : AREGADO FINO  
CANTERA : YERBABUENA - UNICON  
FECHA : 06/09/2018

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS	
MALLA	PESO RETENIDO (gramos)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	2,81
3"					TAMAÑO MÁXIMO	
2 1/2"					(A) peso de tara (gr) :	356,1
2"					(B) peso de muestra original húmeda (gr) :	1474,2
1 1/2"					(C) peso de muestra seca (gr) :	1459,3
1"					% HUMEDAD [B-C] * 100 / [C-A]	1,35
3/4"					(D) peso de tara (gr) :	356,1
1/2"					(E) peso de muestra seca (gr) :	1459,3
3/8"				100,0	(F) peso de muestra después de lavado seca (gr) :	1428,1
#4	2,4	0,4	0,4	99,6	% PASANTE MALLA N° 200 [E-F] * 100 / [E-D]	2,83
#8	120,9	18,0	18,4	81,6	OBSERVACIONES	
#16	132,7	19,8	38,2	61,8		
#30	135,8	20,2	58,4	41,6		
#50	118,7	17,7	76,1	23,9		
#100	93,3	13,9	90,0	10,0		
FONDO	67,1	10,0	100,0	0,0		
TOTAL	670,9	100,0	MODULO FINEZA	2,81		

GRAFICO



FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Laboratorio de Ensayos de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES

INGENIERO CIVIL

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar, Lima 6374  
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe





"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

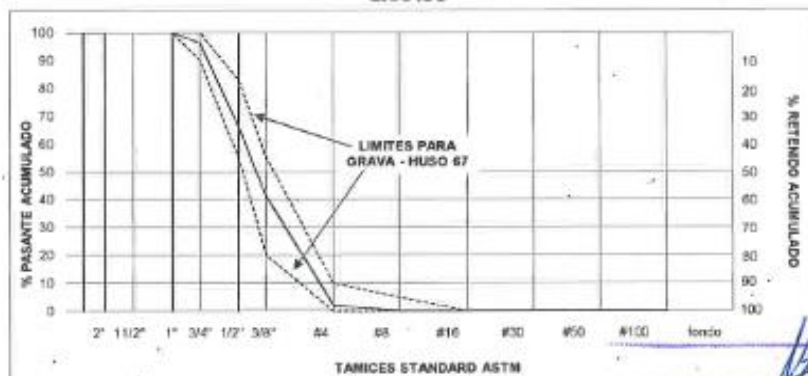
LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
ASTM C 136 - NTP 400.012

EXPEDIENTE N° : 002 - EXP. 062 - LEM 2018  
SOLICITANTES : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN  
PROYECTO : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
MATERIAL : HUSO 67  
CANTERA : YERBABUENA - UNICON  
FECHA : 06/09/2018

GRANULOMETRIA					CARACTERISTICAS FISICAS	
MACLA	PESO RETENIDO en gramos	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	MODULO DE FINEZA	
3"	-			100,0	(A) peso de tara (g) :	415,5
2 1/2"	-			100,0	(B) peso de muestra original húmeda(g):	2358,7
2"	-			100,0	(C) peso de muestra seca(g) :	2354,6
1 1/2"	-			100,0	% HUMEDAD	
1"	-			100,0	[B-C] * 100 / [C-A]	0,21
3/4"	123,1	3,6	3,6	96,4	(D) peso de tara (g) :	415,5
1/2"	1.040,6	30,4	34,0	66,0	(E) peso de muestra seca (g) :	2354,6
3/8"	857,3	25,0	59,0	41,0	(F) peso de muestra después de lavado seca (g) :	2340,2
# 4	1.337,2	39,0	98,1	1,9	%PASANTE DE M # 200	
# 8	61,2	1,8	99,8	0,2	[E-F] * 100 / [E-D]	0,74
# 16	2,8	0,1				
#30	-					
#50	-					
#100	-					
FONDO	2,4	0,1	99,9	0,1	OBSERVACIONES	
TOTAL	3424,6	100,0	MODULO FINEZA	6,61		

GRAFICO



FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 26538046  
Correo Institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe

ANEXO 7 – RESULTADOS DE LABORATORIO DEL DISEÑO DE MEZCLA



**DISEÑO DE MEZCLA**

**INFORME N° :** 008 – EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA :** - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO :** EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE  
 PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**FECHA :** 21-09-2018

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.-Cemento :** **Sol**  
 -Tipo I  
 -Peso específico ..... 3.12

**B.-Agua :**  
 -Potable, de la zona.

**C.-Agregado fino :** **Cantera: Yerbabuena - Unicon**  
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm<sup>3</sup>  
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>  
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>  
 -Contenido de humedad 1.35 %  
 -Absorción 1.34 %  
 -Módulo de fineza 2.81  
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

**D.-Agregado grueso :** **Cantera: Yerbabuena - Unicon**  
 -Piedra, perfil angular  
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
 -peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm<sup>3</sup>  
 -absorción 0.76 %  
 -contenido de humedad 0.21 %

*[Signature]*  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Mecánica de Suelos, Concreteo y Control  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



Continúa//...

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

-Módulo de fineza 6.61  
-Pasante Malla N° 200 0.74 %

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m<sup>3</sup>.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

F.C. : 220 / 0.48 = 458 kg/m<sup>3</sup> = 10.8 bolsas / m<sup>3</sup>

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento .....458 kg/m<sup>3</sup>  
agua efectiva .....220 lt/m<sup>3</sup>  
agregado fino .....884 kg/m<sup>3</sup>  
agregado grueso.....915 kg/m<sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO

$\frac{458}{458} : \frac{884}{458} : \frac{915}{458}$

1 : 1.93 : 2.00 / 20.4 lts / bolsa

PROPORCION EN VOLUMEN

1 : 1.96 : 1.96 / 20.4 lts / bolsa

*MH*  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
Lab de Mecánica de Suelos, Concreteo y Geología  
COORDINADOR  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 15375



**DISEÑO DE MEZCLA**

**INFORME N° :** 009 – EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA :** - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO :** EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE  
 PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**FECHA :** 24-09-2018

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 5% de limalla de acero pasante el tamiz N° 4, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.-Cemento :** Sol  
 -Tipo I  
 -Peso específico ..... 3.12

**B.-Agua :**  
 -Potable, de la zona.

**C.-Agregado fino :** **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm<sup>3</sup>  
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>  
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>  
 -Contenido de humedad 1.35 %  
 -Absorción 1.34 %  
 -Módulo de fineza 2.81  
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

**D.-Agregado grueso :** **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Piedra, perfil angular  
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
 -peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm<sup>3</sup>

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab. de Física de Suelos, Concreto y Geo  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

-absorción	0.76 %
-contenido de humedad	0.21 %
-Módulo de fineza	6.61
-Pasante Malla N° 200	0.74 %

E.- Limalla de acero:	- Peso Unitario	1103.8 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	5.657 gr/cm <sup>3</sup>

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 220 lt/m<sup>3</sup>.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

F.C. :  $220 / 0.48 = 458 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento	458 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva	220 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino	873 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso	904 kg/m <sup>3</sup>
limalla 5%	23 kg/m <sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO

$\frac{458}{458} : \frac{873}{458} : \frac{904}{458} : \frac{23}{458}$

1 : 1.91 : 1.97 : 0.05 / 20.4 lts / bolsa

PROPORCION EN VOLUMEN

1 : 1.93 : 1.94 : 0.068 / 20.4 lts / bolsa

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR





"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES  
DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 010 – EXP. 062 - LEM 2018  
 SOLICITA : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
 PROYECTO : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE  
 PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
 FECHA : 28-09-2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 7% de limalla de acero pasante el tamiz N° 4, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento : **Sol**  
 -Tipo I  
 -Peso específico ..... 3.12

B.-Agua :  
 -Potable, de la zona.

C.-Agregado fino : **Cantera: Yerbabuena - Unicon**  
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm<sup>3</sup>  
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>  
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>  
 -Contenido de humedad 1.35 %  
 -Absorción 1.34 %  
 -Módulo de fineza 2.81  
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

D.-Agregado grueso : **Cantera: Yerbabuena - Unicon**  
 -Piedra, perfil angular  
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
 -peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm<sup>3</sup>

*[Signature]*  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y COSTOS  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 10374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

	-absorción	0.76 %
	-contenido de humedad	0.21 %
	-Módulo de fineza	6.61
	-Pasante Malla N° 200	0.74 %
E.- Limalla de acero:	- Peso Unitario	1103.8 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	5.657 gr/cm <sup>3</sup>

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 221 lt/m<sup>3</sup>.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 221 / 0.48 = 460 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento .....	460 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	221 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	870 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso .....	901 kg/m <sup>3</sup>
limalla 7% .....	32 kg/m <sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO

$$\frac{460}{460} : \frac{870}{460} : \frac{901}{460} : \frac{32}{460}$$

$$1 : 1.89 : 1.96 : 0.0696 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCION EN VOLUMEN

$$1 : 1.92 : 1.93 : 0.0952 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

*14*  
**FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.**  
**Laboratorio de Ensayos de Materiales**  
**COORDINADOR**  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Lab. de Mecánica de Suelos, Concreto y Cables  
**MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374





"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES  
DISEÑO DE MEZCLA

INFORME N° : 011 – EXP. 062 - LEM 2018  
 SOLICITA : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
 PROYECTO : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE  
 PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
 FECHA : 01-10-2018

ESPECIFICACIONES

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 12% de limalla de acero pasante el tamiz N° 4, a los 28 días.

MATERIALES

A.-Cemento : Sol  
 -Tipo I  
 -Peso específico ..... 3.12  
 B.-Agua :  
 -Potable, de la zona.  
 C.-Agregado fino : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm<sup>3</sup>  
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>  
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>  
 -Contenido de humedad 1.35 %  
 -Absorción 1.34 %  
 -Módulo de fineza 2.81  
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %  
 D.-Agregado grueso : **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Piedra, perfil angular  
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
 -peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm<sup>3</sup>

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Cátedra de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

	-absorción	0.76 %
	-contenido de humedad	0.21 %
	-Módulo de fineza	6.61
	-Pasante Malla N° 200	0.74 %
E.- Limalla de acero:	- Peso Unitario	1103.8 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	5.657 gr/cm <sup>3</sup>

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 221 lt/m<sup>3</sup>.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 221 / 0.48 = 460 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento .....	460 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	221 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	861 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	892 kg/m <sup>3</sup>
limalla 12% .....	55 kg/m <sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO

$$\frac{460}{460} : \frac{861}{460} : \frac{892}{460} : \frac{55}{460}$$

$$1 : 1.87 : 1.94 : 0.1196 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCION EN VOLUMEN

$$1 : 1.90 : 1.90 : 0.163 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales

MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



**DISEÑO DE MEZCLA**

**INFORME N° :** 012 – EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA :** - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
  
**PROYECTO :** EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE  
 PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
  
**FECHA :** 03-10-2018

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 19% de limalla de acero pasante el tamiz N° 4, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.-Cemento :** **Sol**  
 -Tipo I  
 -Peso específico ..... 3.12

**B.-Agua :**  
 -Potable, de la zona.

**C.-Agregado fino :** **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm<sup>3</sup>  
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>  
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>  
 -Contenido de humedad 1.35 %  
 -Absorción 1.34 %  
 -Módulo de fineza 2.81  
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

**D.-Agregado grueso :** **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Piedra, perfil angular  
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
 -peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm<sup>3</sup>

  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geo  
 MANRIQUE LANTONIO CRUZ CHUPYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

Continúa//...

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**

-absorción	0.76 %
-contenido de humedad	0.21 %
-Módulo de fineza	6.61
-Pasante Malla N° 200	0.74 %

E.- Limalla de acero:	- Peso Unitario	1103.8 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	5.657 gr/cm <sup>3</sup>

**SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 222 lt/m<sup>3</sup>.

**RELACION AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

**FACTOR CEMENTO**

F.C. :  $222 / 0.48 = 462 \text{ kg/m}^3 = 10.9 \text{ bolsas / m}^3$

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

cemento .....	462 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	222 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	847 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	878 kg/m <sup>3</sup>
limalla 19% .....	87 kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$$\frac{462}{462} : \frac{847}{462} : \frac{878}{462} : \frac{87}{462}$$

$$1 : 1.83 : 1.90 : 0.1883 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

**PROPORCION EN VOLUMEN**

$$1 : 1.86 : 1.87 : 0.258 / 20.4 \text{ lts / bolsa}$$

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



**DISEÑO DE MEZCLA**

**INFORME N° :** 013 – EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA :** - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
  
**PROYECTO :** EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE  
 PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
  
**FECHA :** 05-10-2018

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 7% de limalla de acero pasante el tamiz N°4 y retenido en el tamiz N°16, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.-Cemento :** Sol  
 -Tipo I  
 -Peso específico ..... 3.12

**B.-Agua :**  
 -Potable, de la zona.

**C.-Agregado fino :** **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm<sup>3</sup>  
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>  
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>  
 -Contenido de humedad 1.35 %  
 -Absorción 1.34 %  
 -Módulo de fineza 2.81  
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

**D.-Agregado grueso :** **Cantera:** Yerbabuena - Unicon  
 -Piedra, perfil angular  
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
 -peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm<sup>3</sup>

FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Oficina: Máquinas de Suelos, Concreto y Geotecnia  
 DR. ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374





Continúa//...

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

	-absorción	0.76 %
	-contenido de humedad	0.21 %
	-Módulo de fineza	6.61
	-Pasante Malla N° 200	0.74 %
E.- Limalla de acero:	- Peso Unitario	1090 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	5.657 gr/cm <sup>3</sup>

SELECCION DEL ASENTAMIENTO

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 221 lt/m<sup>3</sup>.

RELACION AGUA - CEMENTO

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

FACTOR CEMENTO

$$F.C. : 221 / 0.48 = 460 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$$

VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS

cemento .....	460 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	221 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	869 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso.....	900 kg/m <sup>3</sup>
limalla 7% (N°4-N°16) .....	32 kg/m <sup>3</sup>

PROPORCION EN PESO

$$\frac{460}{460} : \frac{869}{460} : \frac{900}{460} : \frac{32}{460}$$

$$1 : 1.89 : 1.96 : 0.0696 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

PROPORCIÓN EN VOLUMEN

$$1 : 1.92 : 1.93 : 0.0964 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotecnia  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



**DISEÑO DE MEZCLA**

**INFORME N° :** 014 - EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA :** - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO :** EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO  
 CON ADICION DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE  
 PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**FECHA :** 09-10-2018

**ESPECIFICACIONES**

- La selección de las proporciones se hará empleando el método del ACI.
- La resistencia en compresión de diseño especificada es de 280 kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 12% de limalla de acero pasante el tamiz N°4 y retenido en el tamiz N°16, a los 28 días.

**MATERIALES**

**A.-Cemento :** **Sol**  
 -Tipo I  
 -Peso específico ..... 3.12  
**B.-Agua :**  
 -Potable, de la zona.

**C.-Agregado fino :** **Cantera: Yerbabuena - Unicon**  
 -Peso específico de masa 2.751 gr / cm<sup>3</sup>  
 -Peso unitario suelto 1493 kg/m<sup>3</sup>  
 -Peso unitario compactado 1798 kg/m<sup>3</sup>  
 -Contenido de humedad 1.35 %  
 -Absorción 1.34 %  
 -Módulo de fineza 2.81  
 -Pasante Malla N° 200 2.83 %

**D.-Agregado grueso :** **Cantera: Yerbabuena - Unicon**  
 -Piedra, perfil angular  
 -Tamaño Máximo Nominal 3/4"  
 -peso unitario suelto 1542 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso unitario compactado 1645 kg/m<sup>3</sup>  
 -peso específico de masa 2.783 gr/cm<sup>3</sup>

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 MSc. FRANCISCO ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



Continua//...

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**

-absorción	0.76 %
-contenido de humedad	0.21 %
-Módulo de fineza	6.61
-Pasante Malla N° 200	0.74 %

E. - Limalla de acero:	- Peso Unitario	1090 kg/m <sup>3</sup>
	- Peso Especifico	5.657 gr/cm <sup>3</sup>

**SELECCION DEL ASENTAMIENTO**

De acuerdo a las especificaciones, las condiciones requieren que la mezcla tenga una consistencia plástica, a la que corresponde un asentamiento de 1-3".

**VOLUMEN UNITARIO DE AGUA**

Para una mezcla de concreto con asentamiento de 1" a 3", sin aire incorporado y cuyo agregado grueso tiene un tamaño máximo nominal de 3/4", el volumen unitario de agua es de 221 lt/m<sup>3</sup>.

**RELACION AGUA - CEMENTO**

Se obtiene una relación agua-cemento de 0.48

**FACTOR CEMENTO**

$$F.C. : 221 / 0.48 = 460 \text{ kg/m}^3 = 10.8 \text{ bolsas / m}^3$$

**VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS**

cemento .....	460 kg/m <sup>3</sup>
agua efectiva .....	221 lt/m <sup>3</sup>
agregado fino .....	859 kg/m <sup>3</sup>
agregado grueso .....	890 kg/m <sup>3</sup>
limalla 12% (N°4-N°16) .....	55 kg/m <sup>3</sup>

**PROPORCION EN PESO**

$$\frac{460}{460} : \frac{859}{460} : \frac{890}{460} : \frac{55}{460}$$

$$1 : 1.87 : 1.93 : 0.1196 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

**PROPORCION EN VOLUMEN**

$$1 : 1.90 : 1.90 : 0.165 / 20.5 \text{ lts / bolsa}$$

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales,  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
 COORDINADOR  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18334



ANEXO 8 – RESULTADOS DE LABORATORIO DE LOS ENSAYOS AL  
CONCRETO



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 015 - EXP. 062 - LEM 2018  
 SOLICITA : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
 PROYECTO : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
 DE LIMALLÁ DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
 LUGAR : LIMA  
 FECHA : miércoles, 10 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP ( pulg. )	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>
			MOLDEO	ROTURA		
01	PATRON	-	12/09/2018	19/09/2018	7	237
02	PATRON	-	12/09/2018	19/09/2018	7	241
03	PATRON	-	12/09/2018	26/09/2018	14	285
04	PATRON	-	12/09/2018	26/09/2018	14	289
05	PATRON	-	12/09/2018	10/10/2018	28	316
06	PATRON	-	12/09/2018	10/10/2018	28	321

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.  
 OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central-Telefónica 7480888- anexo 9719 - 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**INFORME N°** : 016 – EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
 DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**LUGAR** : LIMA  
**FECHA** : viernes, 12 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP ( pulg. )	FECHA		EDAD	FC Kg/cm <sup>2</sup>
			MOLDEO	ROTURA	DIAS	
01	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	-	14/09/2018	21/09/2018	7	247
02	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	-	14/09/2018	21/09/2018	7	248
03	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	-	14/09/2018	28/09/2018	14	296
04	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	-	14/09/2018	28/09/2018	14	298
05	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	-	14/09/2018	12/10/2018	28	329
06	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	-	14/09/2018	12/10/2018	28	331

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.  
**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Carretero y Geología  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 16374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**INFORME N°** : 017 – EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
 DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**LUGAR** : LIMA  
**FECHA** : jueves, 18 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP ( pulg. )	FECHA		EDAD	FC
			MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	-	20/09/2018	27/09/2018	7	224
02	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	-	20/09/2018	27/09/2018	7	220
03	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	-	20/09/2018	04/10/2018	14	269
04	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	-	20/09/2018	04/10/2018	14	264
05	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	-	20/09/2018	18/10/2018	28	299
06	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	-	20/09/2018	18/10/2018	28	293

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.  
**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreteo y Geología  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**INFORME N°** : 018 – EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
 DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**LUGAR** : LIMA  
**FECHA** : sábado, 20 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP ( pulg. )	FECHA		EDAD	FC
			MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	-	22/09/2018	29/09/2018	7	213
02	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	-	22/09/2018	29/09/2018	7	209
03	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	-	22/09/2018	06/10/2018	14	255
04	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	-	22/09/2018	06/10/2018	14	250
05	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	-	22/09/2018	20/10/2018	28	284
06	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	-	22/09/2018	20/10/2018	28	278

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.  
**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotextiles  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 16374





"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

INFORME N° : 019 – EXP. 062 - LEM 2018  
 SOLICITA : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
 PROYECTO : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
 DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
 LUGAR : LIMA  
 FECHA : miércoles, 24 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP ( pulg. )	FECHA		EDAD DIAS	FC Kg/cm <sup>2</sup>
			MOLDEO	ROTURA		
01	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	-	26/09/2018	03/10/2018	7	196
02	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	-	26/09/2018	03/10/2018	7	197
03	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	-	26/09/2018	10/10/2018	14	235
04	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	-	26/09/2018	10/10/2018	14	237
05	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	-	26/09/2018	24/10/2018	28	261
06	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	-	26/09/2018	24/10/2018	28	263

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.  
 OBSERVACIONES : Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales.  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Labo de Mecánica de Suelos, Canchales y Geología  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIV N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**INFORME N°** : 020 – EXP. 062 – LEM 2018  
**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
 DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**LUGAR** : LIMA  
**FECHA** : viernes, 26 de octubre de 2018

TESTIGO		SLUMP	FECHA		EDAD	FC
N°	ELEMENTO	( pulg. )	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Kg/cm <sup>2</sup>
01	ADICION LIMALLA 7% DE N°4 -N°16	-	28/09/2018	05/10/2018	7	215
02	ADICION LIMALLA 7% DE N°4 -N°16	-	28/09/2018	05/10/2018	7	218
03	ADICION LIMALLA 7% DE N°4 -N°16	-	28/09/2018	12/10/2018	14	258
04	ADICION LIMALLA 7% DE N°4 -N°16	-	28/09/2018	12/10/2018	14	261
05	ADICION LIMALLA 7% DE N°4 -N°16	-	28/09/2018	26/10/2018	28	287
06	ADICION LIMALLA 7% DE N°4 -N°16	-	28/09/2018	26/10/2018	28	290

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C-39.  
**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Estructuras, Concreto y Asfalto  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
 Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
 Correo Institucional: dpbs.flc@unfv.edu.pe



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION**

**INFORME N°** : 021- EXP. 062 - LEM 2018  
**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
 - ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
 DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**LUGAR** : LIMA  
**FECHA** : martes, 30 de octubre de 2018

N°	TESTIGO ELEMENTO	SLUMP ( pulg. )	FECHA		EDAD	FC Kg/cm <sup>2</sup>
			MOLDEO	ROTURA	DIAS	
01	ADICION LIMALLA 12% DE N°4 -N°16	-	02/10/2018	09/10/2018	7	209
02	ADICION LIMALLA 12% DE N°4 -N°16	-	02/10/2018	09/10/2018	7	207
03	ADICION LIMALLA 12% DE N°4 -N°16	-	02/10/2018	16/10/2018	14	251
04	ADICION LIMALLA 12% DE N°4 -N°16	-	02/10/2018	16/10/2018	14	248
05	ADICION LIMALLA 12% DE N°4 -N°16	-	02/10/2018	30/10/2018	28	279
06	ADICION LIMALLA 12% DE N°4 -N°16	-	02/10/2018	30/10/2018	28	275

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de disco ASTM C-39.  
**OBSERVACIONES :** Los testigos fueron elaborados y traídos a este laboratorio por el interesado.

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 COORDINADOR  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Laboratorio Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
 MIGUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 15374





"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**SOLICITA :** - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN  
**PROYECTO :** EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
**LUGAR :** LIMA  
**FECHA :** lunes, 12 de noviembre de 2018  
**INFORME N° :** 023 - EXP. 062 - LEM 2018

IDENTIFICACION	PATRON	PATRON	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4
Fecha de Rotura	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018
Ancho (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Altura de la viga (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5	46,5	46,5
Carga (Kg)	3728	3793	3840	3830
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	49,36	50,22	50,85	50,71

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales.....  
COORDINADOR DE CIVIL - UNFV  
Ing. DIEGO DE AGÜERO CRUZ CIJUYES  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018

**LUGAR** : LIMA

**FECHA** : lunes, 12 de noviembre de 2018

**INFORME N°** : 023 - EXP. 062 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4
Fecha de Rotura	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018
Ancho (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Altura de la viga (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5	46,5	46,5
Carga (Kg)	3310	3290	3100	3020
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	43,83	43,56	41,05	39,99

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
Laboratorio de Ensayos de Materiales -  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
COORDINADOR  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18271

Jr. Diego de Agüero 206 (Ex Yungay) N°206-Magdalena del Mar-Lima  
Central -Telefónica 7480888- anexo 9719 – 9727 Teléfono fax 2638046  
Correo institucional: dpbs.fic@unfv.edu.pe



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018

**LUGAR** : LIMA

**FECHA** : lunes, 12 de noviembre de 2018

**INFORME N°** : 023 – EXP. 062 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 7% N°4 - N°16	ADICION LIMALLA 7% N°4 - N°16
Fecha de Rotura	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018	12/11/2018
Ancho (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Altura de la viga (cm)	15,20	15,20	15,20	15,20
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5	46,5	46,5
Carga (Kg)	2725	2700	3200	3248
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	36,08	35,75	42,37	43,01

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Acero  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYER  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

**SOLICITA :** - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN

**PROYECTO :** EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018

**LUGAR :** LIMA

**FECHA :** lunes, 12 de noviembre de 2018

**INFORME N° :** 023 – EXP. 062 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION LIMALLA 12% N°4 - N°16	ADICION LIMALLA 12% N°4 - N°16	*****	*****
Fecha de Rotura	12/11/2018	12/11/2018	*****	*****
Ancho (cm)	15,20	15,20	*****	*****
Altura de la viga (cm)	15,20	15,20	*****	*****
Luz libre entre apoyos (cm)	46,5	46,5	*****	*****
Carga (Kg)	2990	2950	*****	*****
Modulo de Rotura (Kg/cm2)	39,59	39,06	*****	*****

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 78 / NTP 339.078

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
Lab de Nicotina de la Facultad de Ingeniería Civil - UNFV  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18371





"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES  
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA

SOLICITA : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN  
PROYECTO : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN  
DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018  
FECHA : jueves, 08 de noviembre de 2018  
INFORME N° : 022 - EXP. 062 - LEM 2018

IDENTIFICACION	PATRON	PATRON	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 5% PASANTE N°4
Fecha de Rotura	08/11/2018	08/11/2018	08/11/2018	08/11/2018
Diaméto (cm)	15,22	15,22	15,22	15,22
Altura de la muestra (cm)	30,50	30,50	30,50	30,50
Carga (Kg)	36867	37451	37185	37411
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm2)	50,56	51,36	51,00	51,31

ESPECIFICACIONES : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geotécnica  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 16374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**

**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018

**FECHA** : Jueves, 08 de noviembre de 2018

**INFORME N°** : 022 – EXP. 062 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 7% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 12% PASANTE N°4
Fecha de Rotura	08/11/2018	08/11/2018	08/11/2018	08/11/2018
Diamétero (cm)	15,22	15,22	15,22	15,22
Altura de la muestra (cm)	30,50	30,50	30,50	30,50
Carga (Kg)	32704	32048	30442	29799
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )	44,85	43,95	41,75	40,87

**ESPECIFICACIONES** : Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV,  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
COORDINADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

**LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES**  
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**

**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANIA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN

**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018

**FECHA** : jueves, 08 de noviembre de 2018

**INFORME N°** : 022 – EXP. 062 – LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 19% PASANTE N°4	ADICION LIMALLA 7% N°4 - N°16	ADICION LIMALLA 7% N°4 - N°16
Fecha de Rotura	08/11/2018	08/11/2018	08/11/2018	08/11/2018
Diaméto (cm)	15,22	15,22	15,22	15,22
Altura de la muestra (cm)	30,50	30,50	30,50	30,50
Carga (Kg)	26644	26848	31391	31719
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm <sup>2</sup> )	36,54	36,82	43,05	43,50

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

  
FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
Laboratorio de Ensayos de Materiales  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL - UNFV  
Div. de Mecánica de Suelos, Concreto y Geología  
MANUEL ANTONIO CRUZ CHUYES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 18374



"Año del Diálogo y Reconciliación Nacional"

LABORATORIO ENSAYOS DE MATERIALES

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA**

**SOLICITA** : - SOLÍS HUAMAN, ELIZABETH ESTHEFANÍA  
- ZAPATA BRIONES, JORDAN

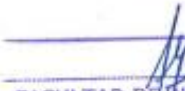
**PROYECTO** : EVALUACION DE LA RESISTENCIA MECANICA DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMALLA DE ACERO PARA LOSA DE PAVIMENTO RIGIDO EN LIMA, 2018

**FECHA** : jueves, 08 de noviembre de 2018

**INFORME N°** : 022 – EXP. 062 - LEM 2018

IDENTIFICACION	ADICION LIMALLA 12% N°4 - N°16	ADICION LIMALLA 12% N°4 - N°16	*****	*****
Fecha de Rotura	08/11/2018	08/11/2018	*****	*****
Diamétero (cm)	15,22	15,22	*****	*****
Altura de la muestra (cm)	30,50	30,50	*****	*****
Carga (Kg)	29908	29477	*****	*****
Esfuerzo - Tracción (Kg/cm2)	41,01	40,42	*****	*****

**ESPECIFICACIONES :** Los ensayos responden a la norma de diseño ASTM C- 496 / NTP 339.084

  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV.  
 Laboratorio de Ensayos de Materiales  
 .....COORDINADOR.....  
 FACULTAD DE ING. CIVIL - UNFV  
 Lab de Mecánica de Suelos, Concreto y Cimentación  
 MANUEL ANTONIO CRUZ CHUVES  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 18374



ANEXO 9 – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DE  
LABORATORIO

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-206-2015**

**Peticionario** : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
**Atención** : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
**Lugar de calibración** : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206  
 Magdalena del Mar - Lima  
**Instrumento de medición** : Balanza de funcionamiento no automático  
**Marca** : ACS WEIGHT **Clase** : III  
**Número de serie** : 141250 **Tipo** : Electrónica  
**Código UNFV** : 143137 **Procedencia** : China  
**Capacidad máxima** : 30000 g **Modelo** : ACS30A  
**División de escala (d)** : 1 g  
**División de verificación (e)** : 10 g  
**Método de calibración** : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no  
 automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición  
**Temp.(°C) y H.R.(%) inicial** : 23,9 °C / 85%  
**Temp.(°C) y H.R.(%) final** : 23,8 °C / 86%  
**Patrones de referencia** : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g  
 a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo  
 clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas  
 Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014,  
 LM-1008-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de  
 calib. N° LM-1011-2014 y 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 Kg con  
 certificados de calibración N° LM-1010-2014 y LM-1009-2014.  
**Número de páginas** : 3  
**Fecha de calibración** : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
 Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Yello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	  JORGE FRANCISCO RAMIREZ JARAMA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-206-2015

Página 1 de 3

**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si	Escala	No
Oscilación Libre	Si	Cursor	No
Plataforma	Si	Nivelación	Si
Sistema de Traba	No		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	23,9	23,9		85	85

Medición N°	Carga L1 = 15 Kg			Carga L2 = 30 Kg		
	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)
1	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
2	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
3	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
4	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
5	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
6	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
7	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044
8	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
9	15,000	0,0004	0,0046	30,000	0,0006	0,0044
10	15,001	0,0004	0,0056	30,000	0,0006	0,0044

$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$

**ENSAYO DE EXCENRICIDAD**

<table border="1"> <tr><td>2</td><td>1</td><td>3</td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td>4</td></tr> </table>	2	1	3	5		4	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
2	1	3											
5		4											
		23,8	23,8	86	86								

Posición de carga	carga en cero* (Kg)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (Kg)	ΔL (Kg)	Eo (Kg)	Carga L (Kg)	I (Kg)	ΔL (Kg)	E (Kg)	Ec (Kg)
1	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,001	0,0004	0,0056	0,0009
2	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001
3	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001
4	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,001	0,0004	0,0056	0,0009
5	0,100	0,100	0,0003	0,0047	10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001

\* valor entre 0 y 10e

$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$

$E_c = E - E_o$



**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final
	23,8	23,8

H. R. (%)	Inicial	Final
	86	86

Carga L (kg)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (kg)
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,100	0,100	0,0003	0,0047	(*)					
0,200	0,200	0,0003	0,0047	0,0000	0,200	0,0003	0,0047	0,0000	0,010
0,500	0,500	0,0003	0,0047	0,0000	0,500	0,0003	0,0047	0,0000	0,010
1,000	1,000	0,0004	0,0046	-0,0001	1,000	0,0003	0,0047	0,0000	0,010
2,000	2,000	0,0004	0,0046	-0,0001	2,000	0,0004	0,0046	-0,0001	0,010
5,000	5,000	0,0004	0,0046	-0,0001	5,000	0,0004	0,0046	-0,0001	0,010
10,000	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001	10,000	0,0004	0,0046	-0,0001	0,020
15,000	15,000	0,0005	0,0045	-0,0002	15,000	0,0005	0,0045	-0,0002	0,020
20,000	20,000	0,0005	0,0045	-0,0002	20,000	0,0005	0,0045	-0,0002	0,020
25,000	25,000	0,0006	0,0044	-0,0003	25,000	0,0006	0,0044	-0,0003	0,030
30,000	30,000	0,0006	0,0044	-0,0003	30,000	0,0006	0,0044	-0,0003	0,030

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

<b>INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN</b>	$U = 0,000076\text{Kg} + (0,000031) I $
-------------------------------------	---

 I = Indicación de la balanza  
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza  
 Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-147-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de Calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206  
Magdalena del Mar - Lima

Tipo de equipo : Maquina de Compresión Axial Hidráulica - Manual

Capacidad del equipo : 1,112 kN (250,000 lbf. ó 113 TN)

División de escala : 2 kN (500 lbf)

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Modelo : CT-710A

N° de serie : 6738

Código UNFV : 45036

Tipo de dial indicador : Analógico tipo reloj modelo CT-728D con N° de serie 1903

Procedencia : USA

Método de Calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) Inicial : 23,3°C / 83%

Temp.(°C) y H.R.(%) Final : 23,3°C / 81%

Patrón de Referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-8294F1314

Número de páginas : 2

Fecha de Calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Vladimir Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP. N° 84286

CMC-147-2015

Página 1 de 2



**Resultados de Medición**

Dirección de Carga : Compresión

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1º ascenso (kN)	2º ascenso (kN)	3º ascenso (kN)			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
9	100,0	101,6	101,4	101,8	101,6	-1,6	0,2
18	200,0	201,0	202,0	200,7	201,2	-0,6	0,1
27	300,0	301,8	303,3	301,5	302,2	-0,7	0,1
36	400,0	403,7	403,1	403,0	403,2	-0,8	0,1
45	500,0	501,7	502,4	501,8	502,0	-0,4	0,1
54	600,0	601,3	601,1	601,1	601,1	-0,2	0,1
63	700,0	699,5	698,9	699,6	699,3	0,1	0,1
72	800,0	799,7	796,7	799,4	798,6	0,2	0,1
81	900,0	898,4	897,3	898,7	898,1	0,2	0,1

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-214-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206  
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : III

Número de serie : 8032521027 Tipo : Electrónica

Capacidad máxima : 150 kg Procedencia : China

División de escala (d) : 0,01 kg Modelo : T21P

División de verificación (e) : 0,1 kg Código UNFV : 142997

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición Usando pesas de sustitución.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 24,0 °C / 83%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23,9 °C / 86%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 1 juego de pesas Hiweigh clase OIML F1 de 1 mg a 1 kg con certificado de calibración N° LM-C-378-2014, 2 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 2 kg con certificado de calibración N° LM-896-2014, 1 pesa Hiweigh clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° LM-894-2014 y 2 pesas Hiweigh clase OIML F1 de 10 Kg con certificados de calibración N° LM-895-2014 y LM-888-2014.  
Pesas Patrones con certificado de calibración LM-C-497-2014, LM-1007-2014, LM-1008-2014, LM-1011-2014, LM-1010-2014 y LM-1009-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-29

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-30	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 FRANCISCO RAMIREZ JARPA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 34286

CCB-214-2015

### RESULTADOS DE MEDICIÓN

#### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	24	23,9		83	86

Medición N°	Carga L1 = 75,00 kg			Carga L2 = 150,00 kg		
	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)
1	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
2	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
3	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
4	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
5	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
6	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
7	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
8	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
9	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017
10	75,00	0,005	0,020	150,00	0,008	0,017

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5		4			24,4	24		80	83

Posición de carga	carga en cero* (kg)	Determinación de Eo			Determinación del error corregido Ec				
		I (kg)	ΔL (kg)	Eo (kg)	Carga L (kg)	I (kg)	ΔL (kg)	E (kg)	Ec (kg)
1	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,00	0,006	0,004	-0,017
2	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,01	0,006	0,014	-0,007
3	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,01	0,006	0,014	-0,007
4	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	50,00	0,005	0,005	-0,016
5	0,50	0,50	0,004	0,021	50,00	49,99	0,005	-0,005	-0,026

\* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$





**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final
	24,4	24,4

H. R. (%)	Inicial	Final
	81	80

Carga L (kg)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (kg)
	I (kg)	$\Delta L$ (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	$\Delta L$ (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,50	0,50	0,004	0,021	(*)					
1,00	1,00	0,005	0,018	-0,003	1,00	0,005	0,018	-0,003	0,1
5,00	5,00	0,005	0,020	-0,001	5,00	0,005	0,020	-0,001	0,1
10,00	10,00	0,005	0,020	-0,001	10,00	0,005	0,020	-0,001	0,1
20,00	20,00	0,006	0,019	-0,002	20,00	0,005	0,020	-0,001	0,1
40,00	40,00	0,006	0,019	-0,002	40,00	0,006	0,019	-0,002	0,1
60,00	60,00	0,006	0,019	-0,002	60,00	0,006	0,019	-0,002	0,2
80,00	80,00	0,007	0,018	-0,003	80,00	0,007	0,018	-0,003	0,2
100,00	100,00	0,007	0,018	-0,003	100,00	0,007	0,018	-0,003	0,2
120,00	120,00	0,007	0,018	-0,003	120,00	0,007	0,018	-0,003	0,2
150,00	150,00	0,008	0,017	-0,004	150,00	0,008	0,017	-0,004	0,2

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

<b>INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN</b>	$U = 0,0019\text{kg} + (0,000023) I $
-------------------------------------	---------------------------------------

 I = Indicación de la balanza  
 Eo = Error en cero

 E = Error de la balanza  
 Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CCB-207-2015**

Peticionario : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Atención : UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL

Lugar de calibración : Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Jr. Yungay N° 206  
Magdalena del Mar - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : III

Número de serie : 7129030317 Tipo : Electrónica

Código UNFV : 045053 Procedencia : China

Capacidad máxima : 6000 g Modelo : SPJ 6001

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 1,0 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII - PC 001 - Indecopi - tercera edición

Temp.(°C) y H.R. (%) inicial : 24,0 °C / 85%


Temp.(°C) y H.R. (%) final : 23,9 °C / 85%

Patrones de referencia : Trazabilidad INDECOPI , 01 jgo. de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 g a 500g con certificado de calib. N° LM-C-507-2014, 01 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calib. N° LM-C-497-2014, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calib. N° LM-1007-2014, LM-1008-2014, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calib. N° LM-1011-2014.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2015-12-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2015-12-28	 Maximiliano Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 Jorge Francisco Ramirez Jarlla INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84286

CCB-207-2015

Página 1 de 3

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**
**INSPECCIÓN VISUAL**

Ajuste a cero	Si
Oscilación Libre	Si
Plataforma	Si
Sistema de Traba	No

Escala	No
Cursor	No
Nivelación	Si

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	24,0	24,0		85	85

Medición N°	Carga L1 = 3000 g			Carga L2 = 6000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,05	0,44
2	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
3	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
4	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
5	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
6	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
7	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
8	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
9	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44
10	3000,0	0,05	0,45	6000,0	0,06	0,44

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	1	3	Posición de las cargas	T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
5	4	4							

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02
2	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	1999,9	0,05	0,35	-0,12
3	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02
4	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02
5	1,0	1,0	0,03	0,47	2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02

\* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$



**ENSAYO DE PESAJE**

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	23,9	23,9		85	85

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,03	0,47	(*)					
50,0	50,0	0,03	0,47	0,00	50,0	0,03	0,47	0,00	1,0
100,0	100,0	0,04	0,46	-0,01	100,0	0,04	0,46	-0,01	1,0
500,0	500,0	0,04	0,46	-0,01	500,0	0,04	0,46	-0,01	1,0
1000,0	1000,0	0,04	0,46	-0,01	1000,0	0,04	0,46	-0,01	2,0
1500,0	1500,0	0,05	0,45	-0,02	1500,0	0,05	0,45	-0,02	2,0
2000,0	2000,0	0,05	0,45	-0,02	2000,0	0,05	0,45	-0,02	2,0
3000,0	3000,0	0,05	0,45	-0,02	3000,0	0,05	0,45	-0,02	3,0
4000,0	4000,0	0,05	0,45	-0,02	4000,0	0,05	0,45	-0,02	3,0
5000,0	5000,0	0,06	0,44	-0,03	5000,0	0,06	0,44	-0,03	3,0
6000,0	6000,0	0,06	0,44	-0,03	6000,0	0,06	0,44	-0,03	3,0

(\*) Carga para determinar Eo

$$E = I + \frac{1}{2} e - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.\* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,028g + (0,000013)l$
------------------------------	----------------------------

I = Indicación de la balanza

E = Error de la balanza

Eo = Error en cero

Ec = Error corregido

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

**Notas**

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.





Anexo 10: TURNITIN

Feedback Studio - Google Chrome  
 https://ev.turnitin.com/app/carta/es/?s=1&lo=1149402917&u=1061528595&lang=es

Solis Huamán

feedback studio

Resumen de coincidencias

25 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

Coincidencias

1	Entregado a Universidad...	9 %
2	Entregado a Universidad...	4 %
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
4	Entregado a Universidad...	1 %
5	Entregado a Universidad...	1 %

25

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ESCALA DE INGENIERÍA CIVIL

“Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limada de acero para losa de pavimento rígido en Lima - 2018”

TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:  
 Solis Huamán, Elizabeth Estebanía  
 Zapana Briones, Jordan

ASESORA:  
 Dra. María Ysabel García Álvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
 Diseño de infraestructura vial

LIMA - PERÚ  
 2018

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 UCV  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 LIMA - PERÚ

Página: 1 de 183    Número de palabras: 19008    Turnitin Classic    High Resolution    Activado

10:43 a.m. 05/07/2019

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE          ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : P06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 01-04-2019 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la facultad de Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil De la Universidad Cesar Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada "**Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima – 2018**" del estudiante Solís Huaman, Elizabeth Esthefania constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25 % verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

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

Lima 13 de diciembre, San Juan de Lurigancho del 2018



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez  
 DNI. 21453567

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

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la facultad de Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil De la Universidad Cesar Vallejo Lima Este, revisor (a) de la tesis titulada "**Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima – 2018**" del estudiante Zapata Briones, Jordan constato que la investigación tiene un índice de similitud de 25 % verificable en el reporte de originalidad del programa turnitin.

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

Lima 13 diciembre, San Juan de Lurigancho del 2018.



Firma

Dra. Ing. María Ysabel García Álvarez  
 DNI. 21453567

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



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **SOLIS HUAMAN ELIZABETH ESTHEFANIA**, identificado con DNI **N° 46533056** egresada de la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado **"Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en 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

FIRMA

SOLIS HUAMAN  
ELIZABETH ESHEFANIA  
DNI: 46533056

FECHA: Lima 13 diciembre del 2018.

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





**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE  
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **ZAPATA BRIONES JORDAN**, identificado con DNI: **73659095** egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (X), No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "**Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en 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

FIRMA

ZAPATA BRIONES  
JORDAN  
DNI: 73659095

FECHA: Lima 13 diciembre del 2018

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



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA 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 INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ, MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

**ELIZABETH ESTHEFANIA SOLIS HUAMAN**

INFORME TÍTULADO:

Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima – 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

**INGENIERO CIVIL**

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 17 (Diecisiete)



DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA 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 INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCÍA ÁLVAREZ, MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

ZAPATA BRIONES JORDAN

INFORME TÍTULADO:

Evaluación de la resistencia mecánica del concreto con adición de limalla de acero para losa de pavimento rígido en Lima – 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 17 (Diecisiete)



*M. Y. García Álvarez*

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ