



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>  
incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Altamirano Guerreros, Damaris Priscila Rebeca

Huayta Silvestre, Luis Miguel

ASESORA:

Dra. Maria Ysabel Garcia Alvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico estructural

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) **ALTAMIRANO GUERREROS, DAMARIS PRISCILA REBECA**

Cuyo título es: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM2 INCORPORANDO FIBRAS DE ESCOBA DE NYLON, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018"

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14** (número) **CATORCE** (letras).

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



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



.....  
Mgr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN  
SECRETARIO



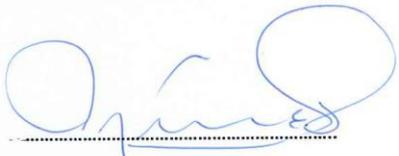
.....  
Mgr Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL  
VOCAL

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

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **HUAYTA SILVESTRE, LUIS MIGUEL**  
 Cuyo título es: **“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F’C=210 KG/CM2 INCORPORANDO FIBRAS DE ESCOBA DE NYLON, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018”**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14 (número) CATORCE (letras)**.

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

 ..... Dra. Ing. GARCÍA ALVAREZ MARIA YSABEL <b>PRESIDENTE</b>	 ..... Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN <b>SECRETARIO</b>
--	--

  
 .....  
**Mgtr. Ing. DELGADO ORTEGA HENRRY SAUL**  
**VOCAL**

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

#### DEDICATORIA 1:

A todos los seres que han sido participes de la trayectoria para alcanzar esta meta:

A mis padres; quienes me enseñaron a permanecer en todo nuevo proyecto hasta concluirlo con éxito. Por su inmenso apoyo incondicional en cada meta que me propongo.

A mis hermanos; por su aporte en el transcurso de mi etapa universitaria, quienes han sido factores muy importantes en muchas de mis actividades académicas. En especial a Anabel Altamirano quien intervino en el desarrollo de esta tesis.

#### DEDICATORIA 2:

A mis padres, Miguel y Zenobia y mis hermanas, quienes me guiaron y aconsejaron en todos estos años, enseñándome a luchar por mis metas, tanto a nivel profesional como personal.

A mis amigos de universidad, quienes permanentemente me apoyaron en toda esta etapa universitaria, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis objetivos.

A cada una de las personas, que de una forma y otra han ayudado a construir y forjar la persona que soy ahora.

Gracias a todos aquellos que siguieron este arduo y difícil camino al lado mío.

## AGRADECIMIENTO

Los autores expresamos nuestro más sincero agradecimiento con todas aquellas personas quienes han sido contribuyentes en nuestro proceso de formación académica e influyente con sus consejos, apoyo y motivaciones.

Al fundador de la “Universidad Cesar Vallejo”, el Dr. Cesar Acuña Peralta, por permitirnos realizar nuestros estudios universitarios en ésta casa de estudios.

A nuestra asesora de tesis, Dr. María Ysabel García Álvarez, por su guía brindada y asesoría dada en el transcurso de la elaboración de la tesis.

Al grupo de asesores temáticos, los cuales nos brindaron sus conocimientos para un mejor desarrollo de la tesis.

A cada uno de ellos, muchas gracias.

Los autores.

### **Declaración de Autenticidad**

Yo, Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros con DNI N° 76432277, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, 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 del 2018

  
Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros  
DNI N° 76432277

### **Declaración de Autenticidad**

Yo, Luis Miguel Huayta Silvestre con DNI N° 70980212, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

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

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, 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 del 2018



---

Luis Miguel Huayta Silvestre

DNI N° 70980212

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado

Con el objetivo de cumplir el Reglamento de la escuela profesional de ingeniería civil, presento la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO  $F'_{C}=210$  KG/CM<sup>2</sup> INCORPORANDO FIBRAS DE ESCOBA DE NYLON, SAN JUAN DE LURIGANCHO 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero civil.

La presente tesis se ha estructurado en cuatro capítulos.

En el capítulo I, se encuentra la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, alcances, planteamiento del problema, justificación, hipótesis y objetivos. En el capítulo II, se estableció el diseño de investigación, Operacionalización de variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, materias primas y método de análisis de datos. En el capítulo III, los resultados. En el capítulo IV se ubicó la discusión de los resultados. En el capítulo V, se colocaron las conclusiones. En el capítulo VI se plasmaron las recomendaciones y por último en el capítulo VII se citaron las referencias bibliográficas.

Atentamente.

  
Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros

  
Luis Miguel Huayta Silvestre

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Declaración de autenticidad.....	vi
Presentación.....	viii
Índice.....	ix
Índice de tablas.....	xii
Índice de imágenes.....	xiv
GENERALIDADES .....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	18
1.1. Realidad problemática.....	19
1.2 Trabajos previos.....	19
1.2.1. Antecedentes Internacionales .....	19
1.2.2. Antecedentes Nacionales .....	23
1.3. Teorías relacionas al tema .....	27
1.3.1. Propiedades mecánicas del concreto .....	27
1.3.2. Fibras de nylon. ....	29
Imagen 1: Fibra de escoba de Nylon. ....	29
1.3.3. Marco teórico .....	30
1.3.3.2 Concreto .....	40
Propiedades del concreto endurecido.....	41
Propiedades del concreto fresco .....	42
1.4. Formulación del problema .....	43
1.4.1. Problema general .....	43
1.4.2. Problemas específicos .....	43
1.5. Justificación del estudio .....	43
1.5.1. Justificación teórica .....	43
1.5.2. Justificación metodológica .....	44
1.5.3. Justificación tecnológica .....	44
1.5.4. Justificación económica .....	44
1.6. Hipótesis.....	45
1.6.1. Hipótesis general .....	45

1.6.2. Hipótesis específicas.....	45
1.7. Objetivos .....	45
1.7.1. Objetivo general .....	45
1.7.2. Objetivos específicos .....	45
II. MÉTODO .....	46
2.1. Diseño de investigación.....	47
2.2. Variables, operacionalización .....	47
2.2.1. Variables.....	47
2.2.2. Operacionalización de las variables.....	47
2.3. Población y muestra .....	50
2.3.1. Población.....	50
2.3.2. Muestra.....	50
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	51
2.4.1. Técnicas de recolección de datos .....	51
2.4.2. Instrumento de investigación .....	51
2.4.3. Validez .....	51
2.4.4. Confiabilidad .....	52
2.5. Métodos de análisis de datos .....	52
2.6. Aspectos éticos.....	53
III. RESULTADOS.....	54
3.1. Presentación de Resultados .....	55
3.2. Características físicas de los agregados .....	55
3.2.1. Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012) .....	56
3.2.3. Peso unitario del agregado (NTP 400.017) .....	65
3.3. Diseño de mezcla del concreto según el comité ACI 211.....	69
3.3.1. Diseño de mezcla para un concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ sin fibras de escoba de nylon. ....	69
3.3. Evaluación del ensayo de resistencia a la compresión .....	72
3.4. Evaluación del ensayo de resistencia a la flexión .....	82
3.5. Evaluación del ensayo de resistencia a la tracción .....	87
IV. CONCLUSIONES .....	91
V. DISCUSIONES .....	93
V. RECOMENDACIONES .....	97
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	99
VII. ANEXOS.....	104
Anexo 1. Matriz de Consistencia .....	105

Anexo 2. Certificados de calibración .....	106
Anexo 2.1. Certificado de calibración de la Balanza 3kg. X 0.1g. ....	106
Anexo 1.2. Certificado de calibración de la Balanza 15 kg. X 1g. ....	110
Anexo 1.3. Certificado de calibración de la Balanza 30 kg. X 1g. ....	113
Anexo 1.4. Certificado de calibración de la Balanza 30kg. X 1g. ....	117
Anexo 1.5. Certificado de calibración de la Balanza 2200 x 0.01g. ....	121
Anexo 1.6. Certificado de calibración del Horno. ....	124
Anexo 1.7. Certificado de calibración de la Prensa Compresión ELE. ....	129
Anexo 2. Documento de Cotización. ....	131
Anexo 3. Ensayos Granulométricos. ....	132
Anexo 4. Diseño de mezcla.....	134
Anexo 4.1. Diseño de mezcla nominal. ....	134
Anexo 4.2. Diseño de mezcla con 0.23% de incorporación de fibras de escoba de Nylon. .....	135
Anexo 4.3. Diseño de mezcla con 0.46% de incorporación de fibras de escoba de Nylon. .....	136
Anexo 5. Ensayo de Compresión. ....	137
Anexo 6. Módulo de rotura de probetas. ....	146
Anexo 7. Ensayo de Tracción. ....	149
Anexos 8. Fotografías tomadas In situ.....	152
Anexo 8.1. Ensayo granulométrico del agregado grueso. ....	153
Anexo 8.2. Ensayo granulométrico del agregado fino. ....	155
Anexo 8.3. Elaboración de probetas.....	158
Anexo 9. Resultados de laboratorio.....	166
Anexo 10. Turnitin .....	181

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> Matriz de operacionalización.....	48
<b>Tabla 2</b> Matriz de consistencia .....	105
<b>Tabla 3</b> Cantidad de probetas .....	50
<b>Tabla 4</b> Rangos y Magnitud de validez .....	51
<b>Tabla 5</b> Análisis granulométrico del agregado fino.....	57
<b>Tabla 6</b> Características físicas del agregado fino .....	58
<b>Tabla 7</b> Tamaño máximo de partículas del agregado grueso .....	60
<b>Tabla 8</b> Tamizaje del agregado grueso .....	60
<b>Tabla 9</b> Características físicas del agregado grueso .....	61
<b>Tabla 10</b> Contenido de humedad agregado grueso.....	65
<b>Tabla 11</b> Peso específico y absorción del agregado fino.....	66
<b>Tabla 12</b> Peso específico y absorción del agregado grueso.....	67
<b>Tabla 13</b> Peso unitario agregado grueso.....	68
Tabla 14 Peso unitario Agregado fino.....	69
<b>Tabla 15</b> Cálculo del volumen de agregados .....	70
<b>Tabla 16</b> Resultados de los ensayos a la compresión de la muestra patrón de $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .....	73
<b>Tabla 17</b> Resultados de los ensayos a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.....	73
<b>Tabla 18</b> Resultados de los ensayos a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.....	74
<b>Tabla 19</b> Resultados finales de los ensayos a compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon a los 7 días .....	74
<b>Tabla 20</b> Resultados de los ensayos a la compresión de la muestra patrón de $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .....	76
<b>Tabla 21</b> Resultados de los ensayos a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.....	76
<b>Tabla 22</b> Resultados de los ensayos a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.....	77
<b>Tabla 23</b> Resultados finales de los ensayos a compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon a los 14 días .....	77

<b>Tabla 24</b> Resultados de los ensayos a la compresión de la muestra patrón de $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .....	79
<b>Tabla 25</b> Resultados de los ensayos a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.....	79
<b>Tabla 26</b> Resultados de los ensayos a la compresión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.....	79
<b>Tabla 27</b> Resultados finales de los ensayos a compresión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon a los 28 días .....	80
<b>Tabla 28</b> Resultados de los ensayos a la flexión de la muestra patrón de $f_c=210\text{kg/cm}^2$ .....	84
<b>Tabla 29</b> Resultados de los ensayos a la flexión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.....	85
<b>Tabla 30</b> Resultados de los ensayos a la flexión del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.....	85
<b>Tabla 31</b> Resultados finales de los ensayos a flexión del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon a los 28 días .....	85
<b>Tabla 32</b> Resultados de los ensayos a tracción de la muestra patrón de $f_c=210\text{kg/cm}^2$	88
<b>Tabla 33</b> Resultados de los ensayos a la tracción del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.....	89
<b>Tabla 34</b> Resultados de los ensayos a la tracción del concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.....	89
<b>Tabla 35</b> Resultados finales de los ensayos a tracción del concreto $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon a los 28 días .....	89

## Índice de imágenes

<i>Imagen 1:</i> Fibra de escoba de Nylon. ....	29
<i>Imagen 2</i> Análisis granulométrico del agregado fino. ....	59
<i>Imagen 3</i> Análisis granulométrico del agregado grueso. ....	63
<i>Imagen 4</i> Ensayo de resistencia a la compresión. ....	72
<i>Imagen 5</i> Resistencia a la compresión a los 7 días. ....	75
<i>Imagen 6</i> Resistencia a la compresión a los 14 días. ....	78
<i>Imagen 7</i> Resistencia a la compresión a los 28 días. ....	81
<i>Imagen 8</i> Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días. ....	82
<i>Imagen 9</i> Esquema del ensayo a flexión. ....	83
<i>Imagen 10</i> Ensayo de resistencia a la flexión. ....	84
<i>Imagen 11</i> Resistencia a la flexión a los 28 días. ....	86
<i>Imagen 12</i> Esquema del ensayo a tracción. ....	87
<i>Imagen 13</i> Ensayo de resistencia a la tracción. ....	88
<i>Imagen 14</i> Resistencia a la tracción a los 28 días. ....	90

## GENERALIDADES

Título: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018.

Autores:

- Altamirano Guerreros, Damaris
- Huayta Silvestre, Luis Miguel

Asesora: Dra. María Ysabel García Álvarez

Tipo de investigación: Aplicada

Línea de investigación: Diseño sísmico estructural

Localidad: Lima, San Juan de Lurigancho

Duración de la investigación: 4 meses

Inicio: 03 de agosto del 2018

Fin: 10 de diciembre 2018

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon en el distrito de San Juan de Lurigancho, con esto busca descubrir en qué manera las fibras de escoba de nylon influyen en las propiedades mecánicas  $f'_c= 210\text{kg/cm}^2$  en el distrito de San Juan de Lurigancho en el 2018.

Esta tesis es una investigación con metodología tipo aplicada, de nivel correlacional, diseño experimental y muestreo no probabilístico por conveniencia propia debido a que se hará la selección de la muestra de manera intencional. Ya que la población total vendría hacer el diseño de mezcla elaborado en el trompito eléctrico y del cual se pondrá en la cantidad de moldes cilíndricos ya establecidos por nosotros mismos. Para luego poder realizarle los ensayos convenientes y así obtener los datos para la presente investigación.

De la investigación se concluye que la incorporación de fibras de escoba de nylon influyó de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , debido a que en los dos diseños presentados con el 0.23% y 0.46% de fibra, con respecto al peso del cemento, los resultados registrados mostraron una buena respuesta del concreto ante la incorporación de las fibras, siendo el diseño con mayor fibra el que tuvo un mejor comportamiento.

En el diseño con 0.23% de fibra de escoba de nylon, la capacidad de resistencia a compresión aumentó el +16%; en el diseño con el 0.46% de fibra, los resultados siguieron aumentando el +26%.

Para diseño con 0.23% de fibras de escoba de nylon la capacidad de resistencia a la flexión incrementó el +11.4%; para el diseño con el 0.46% de fibra, los resultados continuaron incrementando el +12.9%.

Para diseño con 0.23% de fibras de escoba de nylon la capacidad de resistencia a la tracción aumentó +1.5%; en el diseño con 0.46% de fibras, los resultados aumentaron +2.6%.

**Palabras clave:** Nylon, Propiedades mecánicas, resistencia a compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la tracción.

## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the mechanical properties of concrete  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$  by incorporating nylon broom fibers in the district of San Juan de Lurigancho, in order to discover how nylon broom fibers influence the mechanical properties  $f'c = 210\text{kg} / \text{cm}^2$  in the district of San Juan de Lurigancho in 2018.

This thesis is a research with applied type methodology, correlational level, experimental design and non-probabilistic sampling for own convenience because the selection of the sample will be done intentionally. Since the total population would come to make the design of mixture elaborated in the electric trompito and of which it will be put in the amount of cylindrical molds already established by ourself. To then be able to perform the appropriate tests and thus obtain the data for the present investigation.

From the research it is concluded that the incorporation of nylon broom fibers positively influenced the mechanical properties of concrete  $f'c = 210 \text{ kg} / \text{cm}^2$ , because in the two designs presented with 0.23% and 0.46% fiber, with respect to the weight of the cement, the recorded results showed a good response of the concrete before the incorporation of the fibers, the design with the highest fiber having the best performance.

In the design with 0.23% nylon broom fiber, the capacity of resistance to compression increased + 16%; in the design with 0.46% fiber, the results continued to increase + 26%. For design with 0.23% of nylon broom fibers the capacity of resistance to flexion increased + 11.4%; for the design with 0.46% fiber, the results continued to increase + 12.9%.

For design with 0.23% nylon broom fibers the tensile strength increased + 1.5%; in the design with 0.46% of fibers, the results increased + 2.6%.

**Keywords:** Nylon, Mechanical properties, compression resistance, flexural strength, tensile strength

## I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

En la actualidad la construcción es una necesidad a nivel mundial, se ha convertido en el boom debido a que los ciudadanos han aumentado su número de población y esto ha generado una mayor inversión en el sector de la construcción.

La contaminación ambiental es el tercer problema social que afecta la calidad de vida de la población peruana, esto debido al exceso de ruido de los vehículos, faltar de áreas verdes y falta de un mejor sistema de recojo de basura, este último es el mayor problema que tiene la mayoría de distritos de Lima. Ya que no se tiene un programa de reciclaje, el diario El comercio indica que nuestro país produce 6,8 millones de toneladas de residuos sólidos. (Paz, 2018, parr.2)

Industrias de la construcción han ido evolucionando sus materiales con notorias mejoras en diversos productos, esto no ha sido ajeno el concreto el cual ha generado que investigadores desarrollen diversos diseños de mezcla incorporando nuevos agregados los cuales mejoren sus propiedades y sean más resistentes a los esfuerzos axiales.

Debido a la gran demanda en la población de construir edificios con más pisos y resistentes para su población es necesario realizar mejoras en el concreto y dejar de lado el concreto convencional. Para eso en muchas de las investigaciones se ha hecho uso de material reciclable tales como fibra de vidrio, fibra de acero, entre otros. El uso de dichos productos reciclables los hace más económicos; además, absuelve unos de las complicaciones de la exclusión de desperdicios.

## 1.2. Trabajos previos

Existen antecedentes de autores nacionales e internacionales que realizaron estudios similares relacionados al reforzamiento del concreto incorporando diversos tipos de fibras, de manera que estas investigaciones colaborarán mucho en el crecimiento de las construcciones y por lo tanto serán presentadas a continuación:

### 1.2.1. Antecedentes Internacionales

Según López, Jorge (2015) en la tesis titulada “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibra cortas de acero y macrofibras de polipropileno: Influencia del tipo y

consumo de fibras adicionado”. Tesis a fin de obtener el grado de maestro en ingeniería. Publicada por la universidad Nacional Autónoma de México. Su principal objetivo fue evaluar al concreto y su capacidad de resistencia a compresión incorporando de fibras de polipropileno las cuales estarán sometidas a ambientes con temperaturas altas y bajas y ambientes salinos.

De esta manera se concluye que en bajas temperaturas la densidad del concreto curado aumenta en un 1.64% pero disminuye un 15% en su resistencia nominal a la compresión; no obstante, pese a que esta disminuye, también logra superar la resistencia de diseño  $f'_c=240 \text{ kg/cm}^2$  otro punto que también se observa es que con la adición de estas fibras entorpece la compactación de la mezcla y la trabajabilidad. Por otro lado, se debe tener en observación que para dar mayor incremento a la resistencia a la compresión se debe mejor aumentar la temperatura de  $45^\circ\text{C}$ , pero puede tener una falla explosiva.

Paricaguán, Belén (2015) en su tesis titulada “Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción”. Tesis a fin de obtener el grado de doctor en ingeniería. Publicada por la Universidad de Carabobo de Venezuela. Se tiene por objetivo general analizar la conducta mecánica de las hebras de origen natural de coco y corteza de la caña de azúcar adicionado al concreto.

En la presente investigación se concluye que las muestras mandadas al laboratorio con hebras de la corteza de la caña de azúcar cuando estas fueron sometidas al ensayo de compresión evidencian resultados favorables en comparación a una mezcla convencional.

Quintero, Cristian y Mahecha, Jeisson (2015) en su tesis “Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclado”. Tesis a fin de recibir el título de Ingeniero. Publicado por la universidad Militar Nueva Granada. Tuvieron como objetivo principal definir la cantidad óptima de PET para una mezcla de concreto para lo cual se evaluará en los porcentajes de 0%, 10%, 20%, 30%.

De la investigación se concluye que obtener una combinación óptima no es posible frente a la compresión; sin embargo, se obtuvo una muestra de crecimiento frente a la resistencia de flexión a medida que se incrementaba el porcentaje del plástico PET y esto sucede de manera inversa con la compresión, a mayor porcentaje de agregado plástico PET decrece la resistencia a la compresión.

Terreros, Luis y Carbajal, Iván (2016) en su tesis “Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo.” Tesis para optar el título de ingeniero. Publicado por la universidad Católica de Colombia. Se plantea como objetivo principal evaluar y definir mecánica y físicamente las propiedades del concreto con incorporación de fibras de cáñamo en condiciones normales.

Las conclusiones a las que se pudieron llegar en la investigación fueron que con referente a la compresión el concreto que fue diseñado mediante métodos de peso y volumen absoluto, en la cual también se usó los datos de una empresa llamada CEMEX, resultó que el concreto a los 7 primeros días con la incorporación de cáñamo logró superar con un 78.75% la resistencia del concreto convencional de la resistencia estimada, a unos 14 días la mezcla toleró una carga axial mayor, finalmente en la prueba del concreto a los 28 días mostro lo contrario, se estimaba a que este superara a gran magnitud la resistencia del concreto convencional, sin embargo si logro igualar la resistencia donde el concreto con cáñamo llego a 100.49% y la resistencia del concreto convencional fue de 100.34%. Mediante el ensayo de rotura de probetas también se logró observar que los agrietamientos en las dos muestras son completamente distintas; en el caso del concreto convencional el comportamiento que tuvo fue una total fracturación; sin embargo, en el concreto mejorado con cáñamo se destruye de manera parcial es decir no pierde su forma de ser.

Dávila, María (2010) en su tesis “Efecto de la adición sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto.” Tesis para obtener el grado de maestro en Ingeniería. Publicado por la universidad Nacional Autónoma de México. Se tiene como principal objetivo que analizar los efectos en las propiedades mecánicas del concreto cuando este contiene fibras sintéticas.

Se concluyó que en la mezcla incorporada con la fibra no sufre cambios en contenido de aire ni su peso unitario, pero hay una disminución de revenimiento de manera ligera. Frente a la resistencia a la compresión también hay variaciones, esta es menor que a la de la mezcla convencional, esto se debe a que hay poca adherencia del cemento con las fibras. El modulo elástico y la relación de Poisson se encuentra en el rango de calores preestablecidos para concretos convencionales. Una característica importante que se logra observar en el concreto con incorporación de fibras es que tiene mayor resistencia al impacto de los elementos, esto sería beneficioso para losas industriales.

Parra, Katty y Bautista, María (2010) en su tesis “Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros.” Tesis a razón de conseguir el título de Ingeniero Civil. Publicado por la universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Se tiene como principal objetivo reutilizar residuos industriales y escombros para elaborar una mezcla de concreto.

De la presente investigación se concluye que este diseño no es nada favorable debido a que no logra alcanzar la resistencia deseada, a los 28 días la mezcla arroja un resultado de 150 kg/cm<sup>2</sup>, esto está por debajo de la resistencia requerida en un 30%. La misma mezcla con la adición de limallas es más recomendable debido a que la proporción del adherido grueso, obteniendo un resultado de 2.3Mpa en la flexo-compresión.

Estrada, Juan (2016) en su tesis “Estudio de propiedades físicas mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho.” Tesis con el fin de obtener el grado de Maestro en Ingeniería. Publicado por la universidad Politécnica de Catalunya, España. Tiene planteado como objetivo general analizar que influencia tiene la variante de sustituir por polvo de neumáticos reciclados al agregado fino en el concreto y sus propiedades.

Según los resultados se concluye que la sustitución del agregado fino por el polvo de neumáticos reciclados no es favorable para el hormigón debido a que este provoca una variación desfavorable en sus propiedades físicas y mecánicas es por eso que se recomienda utilizarlo para funciones no estructurales tales como andenes, barrera de sonido y en obras menores. Otra variación que es notoria es de la densidad, esta disminuye debido a que el caucho en polvo es menos denso que la arena.

Urrura, Irene (2006) en su tesis “Hormigón con caucho: determinación del módulo de elasticidad” Tesis a fin de obtener el título de constructor civil. Publicado por la universidad Austral de Chile. Presenta como principal objetivo de plantear una aplicación en la fabricación de concreto especial con neumáticos reciclados.

De lo expuesto se pudo concluir que el caucho proveniente del reciclaje puede ser beneficioso para la modificación del asfalto en la cual presenta ventajas como el aumento de su vida útil y evita la formación de baches y grietas, convierte al asfalto más impermeable, esto permite que el asfalto trabaje a altas temperaturas. Otro beneficio es que logra disminuir el desgaste por abrasión (ahuellamiento), también disminuye la fragilidad y penetración de bajas temperaturas.

Espinoza, Jonathan (2015) en su tesis “Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar.” Tesis con el objeto de recibir el grado de Magister en construcciones. Publicado por la universidad de Cuenca. Tiene como primer objetivo definir el comportamiento mecánico en el hormigón a causa de la incorporación de la fibra de los bagazos de la caña de azúcar, con la adición de fibra del 2.5% y 5.0% con respecto al agregado grueso.

De lo cual se concluye que sobre el comportamiento mecánico se observa que al incorporar mayor porcentaje de la fibra natural este decrece. Con respecto a su resistencia en la compresión, la flexión y a la tracción del concreto el porcentaje de fibra natural aceptable es de 1.5% respecto al volumen, en los ensayos realizados esta muestra no logro alcanzar la resistencia obtenida por un concreto convencional.

#### 1.2.2. Antecedentes Nacionales

Según Carranza, Johan (2018) en la tesis “Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima.” Publicada por la Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. Se tiene un principal objetivo, el mejoramiento del concreto incorporando la fibra de acero y su comportamiento mecánico.

Las conclusiones a las que se llegaron en esta investigación fueron que la resistencia a la tracción a los 28 días incrementa 39% y el esfuerzo a la flexión o el módulo de rotura incrementa 95% con una dosificación del 5.2% de fibra de acero; sin embargo, las fibras también provocan que la resistencia a la compresión disminuya un 26% en el concreto, con respecto a la trabajabilidad de la mezcla disminuye 50% con el incremento de fibras de acero de 5.2%. En general el comportamiento mecánico del concreto (tracción-flexión) mejora, siendo aplicables al diseño de losas de concreto, ya que estos elementos están sometidos a grandes esfuerzos de flexión.

García, Bleger (2017) en la tesis titulada “Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno.” Difundida por la universidad Nacional del Altiplano, Puno – Perú. Se tiene como principal objetivo incorporar en el concreto porcentajes especificados de fibra de vidrio para evaluar la capacidad de resistir ante fuerzas de compresión.

En esta investigación se verifico que con la incorporación de fibras de vidrio en porcentajes (0.025%, 0.075% y 0.125%), elevan la resistencia a la compresión (6.65%, 2.26% y 1.26%) comparadas al concreto normal, además el costo de producción disminuye 2.94% cuando se adiciona la fibra de vidrio en 0.025%, debido que a mayor agregado se logra una menor resistencia a la compresión para el concreto.

El autor Lao, Wendy (2007) en cuya tesis “Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallapa.” Publicada por la universidad Ricardo Palma, Lima – Perú. Se plantea como objetivo principal analizar en Pucallpa los beneficios en los pavimentos rígidos que brindan el uso de las fibras metálicas.

En dicha investigación se concluye la capacidad de resistir las fuerzas de compresión es mayor en un 20% al adicionar fibras con respecto al concreto normal. Estas fibras trabajan inhibiendo el agrietamiento por contracción de la fragua, además aumentan la resistencia a la flexión, aportan un crecimiento en la tenacidad, además las fibras de acero ofrecen mayor ductilidad y un excelente control ante la fisuración a las losas del concreto. En cuanto al tema de mejorar trabajabilidad se sugiere incorporar aditivos plastificantes al concreto)

Según Mantilla, Jessica (2017) en su tesis nombrada “Influencia de la fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexión del concreto tipo E en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f' = 2010 \text{ kg/cm}^2$ ”. Difundida por la universidad Cesar vallejo, Chimbote – Perú. Se plantea como principal objetivo establecer que propiedades mecánicas del concreto varían al adicionar distintos porcentajes de fibra de vidrio a fin mejorar la resistencia en la compresión y en la flexión.

Las conclusiones que se plantearon en esta investigación fueron que se determinó que en la dosificación del hormigón de  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  adicionando el 3% de fibra de vidrio se obtiene de una nueva y mayor resistencia de  $\text{kg/cm}^2$ , 274.64 con respecto a la resistencia a la flexión la viga en la se incorporó el 3% de fibra de vidrio en los ensayos llegan a mostrar una resistencia de 3.81 Mpa, siendo este porcentaje el más favorable entre las diferentes pruebas con incorporación del 1% 3% y 5%.

Peña, Wagner (2017) en la tesis “Reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de Carbono armado con láminas de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar Mi vivienda Parioco Breña – Lima 2017”. Publicada por la

Universidad César Vallejo, Perú. Se tiene como principal objetivo determinar la relación con la lámina de las fibras del carbono y el concreto armado reforzado en las vigas.

En dicha investigación se verifico el incremento en la resistencia a compresión y el buen confinamiento en las probetas que estaban con los refuerzos de láminas de fibra de carbono en el concreto, además mejora la ductilidad porque al someter a esfuerzos al elementos mejorando se deforma mas no disminuye su capacidad resistentes y también mejoró la resistencia notablemente en la prueba a la flexión. La fibra de carbón no sufrió daño alguno cuando se realizaron las pruebas de falla de rotura, siendo el concreto el cual recibió el daño.

El autor Ramos, Jhosselyn (2017) en su tesis titulada “Influencia en las propiedades mecánicas de un concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de mucilago de tuna Chimbote, Anchash – 2017”. Publicada por la universidad Cesar Vallejo, Chimbote – Perú. Su principal objetivo fue determinar cuál es la influencia que tiene el mucilago de una tuna adicionando en las propiedades mecánicas de un concreto establecido.

En dicha investigación se concluye que el concreto especificado con inserción de mucilagos de la tuna mejora positivamente en las propiedades mecánicas del concreto, debido a que el mucilago de tuna contiene 5 compuestos químicos de los 7 componentes que posee el cemento. El porcentaje que aumenta en la resistencia del nuevo concreto a las pruebas de compresión y al incremento de la flexión es con la adición de los mucilagos de tuna al 2%.

Según Reyna, César (2016) en su tesis nombrada “Reutilización de plásticos PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo”. Publicada por la universidad Nacional de Trujillo, Perú. Se planteó que su objetivo principal es analizar los valores finales de la reutilización de residuos precisados como material base para la fabricación del hormigón ecológico en viviendas con inferior precio.

Las conclusiones finales que se plantearon en esta investigación fueron que se demostró que estas materias primas se pueden reutilizar en reemplazo de los áridos del concreto, bajo los porcentajes propuestos del 5%, 10% y 20%, de los cuales el porcentaje que logro una óptima resistencia del concreto es del 5% de residuos logrando un resultado sorprendente de 459.26 kg/cm<sup>2</sup>. En el cálculo de precios unitarios se demostró que existe un ahorro de s/. 14.25 en favor del concreto ecológico en relación al normal.

Rojas, Herbert (2009) en su proyecto de tesis “Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves)”. Publicada por la universidad Ricardo Palma, Lima-Perú. Se tiene como principal objetivo desarrollar un concreto nominal con un factor de resistencia de 175 kg/cm<sup>2</sup> adicionando el plumaje de las aves en sustitución a las fibras de material sintético para reducir las fisuras en las losas.

En dicha investigación se verifico que las fibras trabajan mejor aportando ductibilidad al concreto después del agrietamiento, la resistencia del concreto con filamentos de origen animal frente a la compresión fue disminuyendo a medida en que la dosificación del porcentaje de aditivo incremento, esto ocurrió posiblemente por la degradación de la fibra natural en el hormigón. Además, hubo un porcentaje considerable incremento en la resistencia a la flexión del 13% aproximadamente para fibras natural y sintética en relación a la mezcla normal.

El autor Toro, Jaime (2017) en la tesis “Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a la compresión y tracción del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>”. Publicada por la universidad Cesar Vallejo, Chimbote-Perú. Establece como principal objetivo identificar cuanto influye la fibra de polipropileno en distintos porcentajes en el volumen del cemento en las pruebas para el concreto ya definido.

Dicha Tesis concluye con un resultado desfavoralbe, ya que la resistencia a la compresión del concreto disminuye del 4.41% al 18.71% con la incorporación de filamentos en relación al concreto normal; sin embargo, en el caso de los ensayos de tracción los datos fueron favorables para el concreto desde el 4.03% al 11.38%. El porcentaje que se debe agregar de fibra de polipropileno al concreto es de 0.70% a fin de no perjudicar las propiedades mecánicas de este. Por ultimo en relación al costo de este nuevo concreto determina que los precios son muy elevados en comparación al concreto normal.

Según Villanueva, Edison y Yaranga, Huber (2015) en su proyecto de tesis “Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concreto de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lircay provincia de Angaraes, región Huancavelica”. Publicada por la universidad Nacional de Huancavelica, Perú. Se tiene como principal objetivo elaborar un hormigón con mejor resistencia en las pruebas a

tensión, compresión y menor propensión a la segmentación en una etapa dura y sólida, ofreciendo una superior repuesta a los esfuerzos.

En esta investigación se concluyó que las pruebas con fibras de polipropileno ofrecen una ganancia del 13.94% en el ensayo de resistencias a la compresión a diferencia de la muestra sin fibra, además una dosificación más óptima para tener mayor resistencia es incorporando el 10% de esta fibra, e incluso se comprobó que la adición de polipropileno ayudo a controlar las fisuras y grietas. La variación de los costos por m3 de concreto preparado con y sin los filamentos es de 0.68%, no siendo tan significativo para los beneficios en la resistencia y trabajabilidad obtenidos.

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

#### **1.3.1. Propiedades mecánicas del concreto**

Siendo objeto principal de conocimiento el concreto u hormigón en la presente tesis, es necesario conceptualizarlo, así como también los factores que afectan su desarrollo y las propiedades del mismo. Se llama concreto a la unión de agregados finos y gruesos, cemento Portland, agua y aire en cantidades adecuadas para obtener propiedades determinadas, en especial la resistencia de este producto. (Porreros, 2009, p. 245)

Las cualidades del concreto se encuentran prefijadas especialmente por las propiedades químicas y físicas de los elementos que lo componen, estas pueden ser más entendibles si se interpreta la naturaleza del hormigón teniendo como características principales las resistencias a la flexión, tracción y compresión. (Porreros, 2009, p. 245)

#### **Propiedades del concreto endurecido**

**Resistencia a la compresión:** El concreto es un elemento cuya característica más resaltante es su excelente resistencia a la compresión, esto se debe a las propiedades que tiene el cemento y los agregados que son parte de este, para poder determinar este parámetro se hace uso de la norma ASTM C39, y el ensayo de resistencia de compresión. (Sótil 2015, p.30)

**Resistencia a la flexión:** El objetivo de este ensayo es determinar el módulo de rotura, esta cifra se puede interpretar como el esfuerzo de tensión en asociación al agrietamiento del filamento inferior de la muestra, la viga quedara fraccionada en tres

tercios a causa de la acción de la carga aplicada. La capacidad de resistir la compresión esta entre el 10% - 20% según el módulo de rotura. (Portland Cement Asociation, 2014, p.45)

**Resistencia a la tracción:** El concreto presenta un buen comportamiento hacia la compresión; sin embargo, no sucede lo mismo para los esfuerzos de tensión o tracción ya que este material tiene limitada capacidad, es más se sabe que la resistencia frente a la tracción en la mayoría de concretos es de 10% en comparación con la compresión. (Portland Cement Asociation, 2014, p.30)

**Resistencia Nominal:** Según lo indicado en las Normas Vigentes (Norma peruana E.060 Concreto Armado y Norma ACI 318-14). Se entiende por resistencia, nominal, a la resistencia del elemento puesta de forma transversal o componente calculado con todas las presunciones, límites e hipótesis de los métodos de diseño por la resistencia, antes de poder utilizar cualquier factor con disminución de su resistencia.

Por conocimientos previos, conocemos que el concreto no tiene una estructura homogénea por lo tanto no es isotrópico, esto quiere decir que no conserva semejantes propiedades en las direcciones diferentes. Este comportamiento es debido a la intervención de los diferentes materiales de su composición, su variabilidad individual, además el proceso en si de su elaboración, en el transcurso de la etapa en que la mezcla se plastifica, se hace posible el orden y acomodo de los distintos componentes, hasta lograr su ubicación final al momento de endurecer. (Abanto, 2000 p. 140)

El agua y cemento actúan de forma químicamente enlazando las partículas de los agregados, siendo un elemento heterogéneo, en ocasiones se agrega algunas sustancias, más conocidas como aditivos, y estas alteran o mejoran ciertas características del hormigón. (Abanto, 2015, p. 102)

### 1.3.2. Fibras de nylon.

**Imagen 1:** Fibra de escoba de Nylon.



Fuente: Elaborado por los autores.

Las fibras de nylon son polímeros sintéticos que forman parte de la familia de las poliamidas. La fibra con capacidad de elasticidad y resistencia es el nylon. Es utilizada para la fabricación de medias, tejidos, también como material para sedal y cerda. El nylon modelado es utilizado como un duro material para fabricar utensilios, peines y mangos de cepillos.

Las fibras de nylon en el proceso de su elaboración, son sometidas a extrusión, texturización e hilado en temperaturas bajas hasta lograr casi 4 veces su longitud real, esto hace aumentar su cristalinidad y su resistencia a la tracción.

#### Resistencia:

Su viscosidad de fundido es muy baja, lo cual puede acarrear dificultades en la transformación industrial, y su exposición a la intemperie puede causar una fragilización y un cambio de color salvo si hay estabilización o protección previa. Al nylon se le puede agregar fibra de vidrio para proporcionar un incremento en la rigidez.

Es un polímero cristalino ya que se le da un tiempo para que se organice y se enfríe lentamente, siendo por esto muy resistente.

El nylon en cadenas con átomos en cantidades par de carbono, son más compactas dentro de los grupos de amida y en comparación a las que tienen cantidades impares de átomos de carbono estas resultan tener más altos sus puntos de fusión. Cuando el punto de fusión decrece, la resistencia al agua se incrementa a medida que el número de metileno aumenta entre los grupos amida.

**Punto de fusión y solubilidad:**

El nylon es soluble en cresol, ácido fórmico y fenol. Tiene un punto de 263,12 °C para su fusión.

**Flexibilidad:** Capacidad de un elemento para doblarse fácilmente y sin riesgo que este se rompa. El método para medir el comportamiento de esfuerzo-deformación y la resistencia a la flexión es el ensayo de flexión. El elemento debe ser capaz de resistir las fuerzas aplicadas de manera perpendicular a su eje longitudinal.

La fibra de paja de escoba en la actualidad varía debido a que con el transcurso del tiempo estas han ido experimentando cambios según su necesidad, estas pueden ser de fibras naturales o fibras sintéticas.

Según Martínez, las fibras son estructuras de una sola dimensión, estas son largas y esbeltas; se pueden doblar fácilmente y tiene como primordial propósito la formación de tejidos, estas se dividen en tres tipos: fibras vegetales y naturales, inorgánicas y provenientes de animales, fibras celulósicas elaboradas por el hombre.

### **1.3.3. Marco teórico**

#### **Origen de fibras de nylon de escoba**

La fibra de Nylon es un filamento sintético-textil, la cual se obtiene de los derivados de los productos aceitosos y petrolíferos, los cuales generan un solo filamento resistente, continuo y ligero con el cual se fabrican diversos tejidos.

Una de las poliamidas más populares es la fibra de nylon, esta es un sólido sin brillo, color claro, esta poliamida se puede mostrar de formas diferentes, sin embargo hay dos que son las más nombradas, estas son la fibra y la rígida. Estas son resistentes y duras frente al desgaste y rozamiento como también a los elementos químicos

## **Historia del Nylon.**

El nylon fue el primer filamento originado en EE.UU, esta no fue descubierta como tal, sino más bien fue el resultado de una investigación fundamental de un proyecto el cual estaba diseñado para incrementar el conocimiento que se tenía que las moléculas diminutas se unían con fin de formar átomos grandes conocidas como polímeros, dicha investigación la hizo Wallace Carothers.

Por los años 1928 se estableció un programa de investigación por la compañía Du pont, esto para asegurar que todo descubrimiento se utilice dentro de esta compañía, Du pont tenía como lema “Mejores cosas para una vida mejor a través de la química”. La empresa empleó a Carothers, este era un doctor que ya había investigado sobre los polímeros para liderar a una agrupación de científicos interesados en el tema.

Este conjunto de científicos instituyeron distintos tipos de polímeros, desde átomos sencillos hasta extensas cadenas de moléculas. Un ayudante del Dr. Carothers observó que al sacar de los destiladores de poliéster una varilla de vidrio, la solución se adhería a ella, formando así una fibra sólida. Este filamento podía estirarse tanto que no recuperaba su longitud natural. Dicho suceso motivo al grupo de científicos a poner más atención en los filamentos textiles. El filamento de poliéster no poseían las características que estos deseaban en aquel entonces así que concluyeron en desarrollar a otro grupo que presentaba menos problemas y estas fueron las poliamidas.

El nylon fue patentado por Wallace Hume Carothers por primera vez. Fue descubierto el 28 de febrero de 1935, pero fue patentado tres años después en septiembre de 1938. Luego de la muerte del Dr. Carothers, la empresa Du pont mantuvo la patente. Dichos laboratorios en el año 1938 produjeron la fibra sintética elástica y fuerte, que sería el remplazante del rayón y la seda.

Un año después en 1939, la empresa Du pont crea el Nylon 6,6 el cual en su presentación como medias para mujeres fue todo un éxito. El nombre que se le dio a la fibra fue Nylon, sin algún significado en especial si no más bien por su agradable sonido como rayón o algodón.

Por mucho tiempo el Nylon fue denominado el filamento milagroso. Era la mezcla de características que no se parecían a otra fibra artificial ni natural en uso en los 40's. Esta fibra era más resistente a la abrasión a comparación de las demás fibras, sus características

resaltantes era la elasticidad, ya que se estabilizaba en altas temperaturas y permitía crear una situación de los pliegues permanentes. Esta nueva lencería fabricada con esta fibra fue más liviana y delgada, esta duraba más tiempo y se podía lavar en máquina. Su gran resistencia, su poco peso y su alta tenacidad al agua marítima, lo convirtió en el material perfecto para las velas, cuerdas, entre otros.

Aparecieron ciertas desventajas tales como: acopio estático, la poca comodidad de las prendas hechas de este material, muy baja resistencia a los rayos solares de cortinas. Esto género que se siga estudiando a las fibras para así superar las desventajas.

Para el año 1960, eran cinco las fábricas que elaboraban Nylon en los EE.UU. Para 1977 ya eran 31 fábricas, las cuales 18 fabricaban Nylon 6.6 y solo una de Nylon 12.

### **Proceso de obtención.**

Tuvieron que pasar varios años para fabricar las soluciones de hiladura y proyectar los aparatos los cuales transformarían en fibras, para alcanzar a ser filamento y pueda pasar por los orificios de la tobera de las cuales ya saldrán transformadas en filamento, para poder ser cortado se necesita de transformaciones químicas, en este caso dicho proceso se llama policondensación.

Dicho proceso tiene tres períodos generales:

1. Elaborar una solución pegadiza tipo jarabe.
2. Extrudir esa solución por medio de una hilera o tobera para establecer el filamento.
3. Fragar la fibra por congelación, ebullición o congelación.

En el asunto de la poliamida se consigue por fusión, y los filamentos se fraguan por sencilla refrigeración.

A la salida del conducto, hallamos unas fibras sutiles y logramos exhibir de distintas maneras:

Multifilamento: la coalición de todos los filamentos que resultan de la tobera.

Texturizado: Este es el proceso por el cual los multifilamentos llanos, se encrespan, obteniendo una importante consecuencia de flexibilidad.

Fibras cortadas: las fibras anteriormente encrespadas o llanos, se trozan en fibras interrumpidas como los filamentos oriundos (lana, algodón, etc), mostrando diferentes propiedades y estudios desiguales que los filamentos perpetúo.

Ya ocasionada la fibra, logra resistir transformaciones, que se hacen trasformando la solución de hilatura, perturbando las situaciones de ésta o convirtiendo el proceso posteriormente de la hilatura, estas consiguen ser:

Empañado: El filamento básico frecuentemente es resplandeciente, sin embargo para empañar se adiciona un tinte claro llamado dióxido de titanio, a la solución de hilatura antes de extrudirla, trasformando la suma adquirimos fibra mate o semimate, pero su aguante es mínimo.

Teñido de la solución: Este proceso consiste en pigmentar la fibra con matices o algunos colorantes, estos deben ser buenos tintes para el teñido de la masa o las hilaturas por eso debe ser teñido por el mismo fabricante, el tinte provoca una coloración roja en la solución, esta hace que sea más durable la siguiente coloración, esos tintes están en el mercado al igual que la fibra.

Aclaradores y pulidores: se añaden a la solución de hilatura para originar fibras blancas que oponer resistencia al amarillamiento.

### **Propiedades químicas**

Resultado frente a ácidos: Las soluciones disueltas perturban levemente al Nylon 6. Estas al condensarse en fogosos ácidos inorgánicos malogran al nylon. Las soluciones condensadas en frío del ácido sulfúrico y nítrico diluyen el nylon.

Los solventes orgánicos tiene como consecuencia: el metracresol, el fenol y el ácido fórmico condensado, diluyen al nylon. Los solventes que son usados frecuentemente para el lavado doméstico o industrial no generan perturbación.

Consecuencia frente los álcalis: la fibra de nylon posee buenísima resistencia, frente a los álcalis frágiles como para los fuertes.

Tenacidad biológica: la fibra de nylon no sufre ataques de moho, insectos u otros microorganismos.

Colorantes aptos: Estos son muy parecidos a los del Nylon 6,6: colorantes dispersos, ácidos, algunos colorantes al cromo y colorantes directos.

En la fibra de Nylon 6,6 el tinte interviene mejor.

Las propiedades específicas.

Sus propiedades más resaltantes son las insuperables propiedades mecánicas que posee, su resistencia al deterioro, elevados puntos de fusión, bajo coeficiente de fricción, excelente resistencia frente un impacto y elevada resistencia de fatiga. Otras de sus características es que tiene buena resistencia a los disolventes orgánicos, excepto por ciertos disolventes como el cresol y el ácido fórmico.

Facilidad para ser moldeadas y manipuladas para elaborar extensa línea de productos como artículos de teñidos. Estas conservan un brillo muy superficial.

Los polímeros fortalecidos con vidrio se identifican por un elevado nivel de rigidez, óptima resistencia térmica, buena estabilidad dimensional, buena resistencia al desgaste, y bajos coeficientes de fricción.

Para la composición de las poliamidas más frecuentes tenemos:

Nylon 6: Es el elastómero perfeccionado por auto condensación de ácido 6-aminocaproico. También conocido como Coprolactama, durante la segunda guerra mundial este nylon fue elaborado en Alemania, bajo el pseudónimo de “Perlón L”.

Características principales:

Elevada consistencia mecánica, dureza, tenacidad y rigidez.

Excelente aguante a la fatiga.

Elevado dominio amortiguador.

Excelentes posesiones de deslizamiento.

Sobresaliente firmeza frente al deterioro.

Densidad: 1.14 - 1.15g/cm<sup>3</sup>

Higroscopicidad:

Fibra 6.25%

Fibra 5.75%

Comportamiento térmico:

Se pone de color amarillo en 150 °C

Se pone blando en 175 °C

Se disuelve entre 215- 218 °C

Absorbe la humedad: 8- 8.5%

**Nombres comerciales:** Grilon , Dederon, , Amilan, Perlon L, Lilion, Kapron, Caprolan Nylcor, Silon.

Este polímero proviene de ácido adípico y ácido hexametildiamina. La numeración colocada al costado de la palabra nylon muestra cuantos carbonos posee la materia prima. Por decir el Nylon 6.6 contiene 6 carbonos dentro de la hexametildiamina y otros 6 carbonos dentro del ácido adípico. Es por eso que ese nylon esta destacado en el mercado como “Perlón T”.

Principales peculiaridades:

Densidad: 1.14g/cm<sup>3</sup>

Higroscopicidad:

Filamento 5.75%

Fibra 6.25%

Procedimiento térmico:

Cuando alcanza 235 °C se pone blando.

Cuando alcanza 156 °C se pone de color amarillo.

Cuando alcanza 245 °C se disuelve.

Absorción a la humedad: 3- 4.5%

Seudónimos productivos: Perlon T Bri- Nylon, , Nygon, Nylon, Luron.

Poliamida más manipulada en plásticos, esto se debe a sus participaciones de equilibrio general.

Nylon 11: este polímero proviene del ácido aminoundecanoico, distinguido comercialmente como “Risal”.

Principales peculiaridades.

Densidad: 1.04g/cm<sup>3</sup>

Higroscopicidad:

Filamentos 3.50%

Fibras 3.50%

Procedimiento térmico:

Quando alcanza la temperatura de 150 °C se pone blando.

Quando alcanza la temperatura de 186 °C se disuelve.

Impregnación a la humedad: 1.2%

**Nombre comercial: Rilsan.**

El Nylon11 se establece, en correlación con los otros dos especímenes de filamentos por su menor peso, su menor impregnación a la humedad, su punto de fusión más bajo y su textura más dócil.

Nylon 6,10: Es un polímero elaborado por concentración del ácido se básico y ácido hexametilendiamida.

Nylon 12: Se fabrica a partir de polilaurilamida, que tiene doce átomos de carbono.

Estructura física:

El Nylon es fabricado como monofilamento, fibra corta, multifilamento, y una gran cantidad de deniers y extensiones. Esta fibra se origina como una fibra resplandeciente, semimate y mate. La fibra de nylon usualmente posee una sección perpendicular redonda y es afinadamente semejante a lo largo del filamento. Se alinean las cadenas con el estirador de frio las cuales están encaminadas hacia la dirección longitudinal de la fibra y son bastante cristalinas. Los filamentos más cortos después de la hilatura no pueden extenderse en el frio y es por eso que poseen menor cantidad de cristalitos. Y su constancia es menor al de las fibras.

Actualmente las bolas gimnásticas son más vistas, la cantidad de filamentos en el hilo perturba en gran manera y esa variación es la que define las propiedades del producto final. Si se mezcla diferentes tipos de hilos en un solo tejido entrecruzado o de punto, se puede conseguir un mix de colores y efecto bicolor al darle solo un baño de pintura.

Solubilidad y punto de fusión.

En lo habitual la fibra de nylon es accesible por medio del cresol, ácido fórmico y fenol. Tiene como punto de fusión una temperatura de 263 °C

Puntos de fusión de la poliamida:

Para el Nylon 6: una temperatura de 215°C

Para el Nylon 66: una temperatura de 263°C

Para el Nylon 11: una temperatura de 185°C

Aplicaciones y usos:

En la actualidad, la fibra de nylon es de los muchos productos provenientes de polímeros usados diariamente, común en muchos lugares. El filamento más utilizado en los EE.UU, debido a que es muy inestable y comparativamente fácil de hacer, que puede ser utilizada para la industria y elaboración del vestuario como en la producción de productos de aplicación técnica. Siendo uno de sus productos, el NOMEX, el cual se aprovecha para la elaboración de trajes cósmicos, usos militares, bomberos.

Los estudios más resaltantes de los homopolímeros se hallan en el área de la ingeniería mecánica. Estudios bien establecidos son los siguientes: asientos de válvulas, excéntricas, cojinetes, engranajes en general, rodamientos, etc. Las piezas de nylon pueden trabajar frecuentemente sin lubricación, son silenciosas, pudiendo en muchos casos moldearse en una sola pieza evitándose el ensamblado de las diferentes piezas metálicas o el uso de máquinas caras con la supeditada pérdida de material.

En farmacia y medicina se manipulan objetos moldeados y esterilizados, elaborados con poliamidas. Motivo a su durabilidad, pese a su costo muy elevado, los que tienen gran aceptación son los peines de nylon.

Los filamentos de nylon son cada vez más utilizados para la aplicación de embalaje en productos farmacéuticos y alimentos. En este tipo de aplicaciones el precio del nylon esta

eventualmente producido al hervir la bolsa con los alimentos en su interior y poca transferencia de olor.

No obstante la fibra de Nylon no son considerados habitualmente como un aislador, debido a su resistencia a la temperatura y su tenacidad, se ha puesto en marcha el camino al sector de arrollamiento, bloques terminales y bobinas. Presenta ventajas en algunos puntos los policarbonatos y las resinas acetáticas han perjudicado considerablemente la aplicación del Nylon en este ámbito del aislamiento eléctrico.

Para la fabricación de hilos y fibras se utilizan las poliamidas en tres procesos: húmedo, seco, y después de la hilatura de masas derretidas, Se fabrican ciertos perfiles y se maneja en la obtención de piezas técnicas por inyección, elaboración de películas por extrusión y láminas.

Se hace uso en la elaboración de tejidos, medias, también para sedales y cerdas. Este filamento de nylon de manera moldeada es el material que usan para la elaboración de diferentes utensilios de cocina, como peines, mangos de cepillos, etc.

Hay diferentes especies de poliamidas y estas tienen particularidades propias, que hacen a los materiales distintos unos de otros.

La Poliamida 6 o el nylon 6. es más popular y el más manipulado de los plásticos técnicos.

Ostenta excelentes características eléctricas, mecánicas, térmicas, químicas, y la eventualidad de ser transformado con aditivos (MOS2).

Concurren 2 prototipos básicos y disímiles de Poliamida 6.

Pladinyl (nylon 6 por colada).

Dicho plástico es principalmente planteado con fin de confeccionar fragmentos mecánicos como por ejemplo; polines, engranajes, ruedas, descansos, poleas y en ordinario todo tipo de fragmentos mecánicos para alto nivel de carga.

Bajo circunstancias de intervalo del PLADINYL, dicho plástico ostenta posesiones mecánicas muy principales a otros tipos de Nylon.

El nylon 66. Para la ingeniería este es el plástico más utilizado. Se producen con él poleas, engranajes, cojinetes, levas, bujes, ruedas, ruedas de cadena, arandelas, engranajes autolubricados, sellos, partes de válvulas, piezas, etc.

### **Fibras de Fibermesh**

Los filamentos de polipropileno Fibermesh brindan un refuerzo secundario multidimensional al hormigón. Esto da como resultado un refuerzo distribuido de manera uniforme, esto influye correctamente y ayuda combatir el agrietamiento en estado plástico. Dichos filamentos pueden disminuir de 80% a 100% las grietas.

Se mixea uniformemente las fibras con el hormigón cuidando de no estar afectando la hidratación química de este mismo, todos los diseños de concretos y aditivos son compatibles con este tipo de filamentos.

### **Fibras sintéticas**

La fibra sintética es aquella que resulta del desarrollo de las empresas petroquímicas y textil. Hay dos diferencias físicas de los filamentos: una de un solo filamento, y la otra que es producida de cinta de fibrillas. En la mayoría de las aplicaciones de este tipo de fibra están en un nivel de 0.1% por volumen. Es por eso que se estima que la resistencia del concreto no es afectada, solo se busca controlar las grietas.

Las fibras que se han analizado en las matrices del concreto incluyen: acrílico, carbón, polipropileno, poliéster, etc.

### **Fibras de las plumas de aves**

Los plumajes de las aves se obtienen en los diversos parajes de los mercados donde se venden pollos. Cada fibra es lavada con bastante agua, luego es llevada a secarse en el sol, para después ser escogidas separando las plumas que superen los 10 centímetros. Ninguna pluma recibió algún tratamiento químico.

### **Fibra natural**

Desde que las fibras de asbesto habían sido interrelacionadas como peligrosos potenciales para el ámbito de salud, provocó el impulso de la investigación de probables suplentes que brindaran al hormigón las características con resultados muy beneficiosos como el asbesto le daba al concreto, incluso por entrar en competencia en relación al precio y calidad.

La fibra de vidrio, de acero y más ahora también las de polipropileno, son opciones factibles para fortificar al concreto. Sin embargo, otro conjunto de fibras llamadas naturales (animales o vegetales) han sido impulso de varios estudios para su posible aplicación como refuerzo del concreto.

Los filamentos naturales están dispuestos razonablemente en cantidades grandes y en muchos países en desarrollo que representan un medio renovable continuo. Y nuestro Perú es un país que tiene abundante producción de fibras naturales.

### **1.3.3.2 Concreto**

El concreto es un material de construcción obtenido de la mezcla del cemento portland, los áridos, el agua y en numerosas aplicaciones el uso de aditivos, su principal característica es excelente capacidad para resistir esfuerzos de compresión, lo que la hace muy semejante a las rocas (De la Cruz, 2014, p.15).

#### **Componentes del concreto**

Como se mencionó líneas arriba, el concreto es una mezcla de una serie de materiales, en esta sección se estudian las características más importantes de cada uno de estos componentes.

#### **Los Agregados**

Los agregados son materiales provenientes de la trituración o molienda de rocas, ya sean estos formados a partir de la acción mecánica natural o artificial, estos objetos pueden ser encontrados de forma natural en los márgenes de los ríos y sus diámetros se encuentran disponibles de manera continua, es decir podemos disponer desde piedras de gran tamaño hasta partículas del orden micras (Sótil, 2015, p.30).

En específico si se hicieran mezclas de concreto que solo usaran cemento como componentes estaríamos frente a un material demasiado costoso, puesto que el proceso de obtención del cemento es muy complicado y costoso, mientras que los costos asociados a la obtención de agregados naturales son prácticamente nulos en comparación con los primeros, finalmente es importante agregar que el hecho de usar agregados le brinda a la mezcla resultante una mejor capacidad de abrasión.

#### **Aditivos en el Concreto**

Los aditivos son sustancias de origen natural o artificial que se agregan a la mezcla del concreto con la finalidad de controlar algunos problemas presentes o con el fin de mejorar algunas características deseadas.

De acuerdo con el aditivo es una sustancia química que se añade al concreto, con la finalidad de mejorar su comportamiento, nos permite obtener buenos procesos constructivos mejorando la calidad del concreto en una tarea específica. (De la Cruz et al., 2014, p.20)

## **Propiedades del concreto endurecido**

### **Resistencia a la compresión**

El concreto es un elemento cuya característica más resaltante es su excelente resistencia a la compresión, esto se debe a las propiedades que tiene el cemento y los agregados que son parte de este, para poder determinar este parámetro se hace uso de la norma ASTM C39, y el ensayo de resistencia de compresión. (Sótil 2015, p.30)

### **Resistencia a la flexión**

El objetivo de este ensayo es determinar el módulo de rotura, esta cifra se puede interpretar como el esfuerzo de tensión en asociación al agrietamiento del filamento inferior de la muestra, la viga quedara fraccionada en tres tercios a causa de la acción de la carga aplicada. La capacidad de resistir la compresión esta entre el 10% - 20% según el módulo de rotura. (Portland Cement Association, 2014, p.45)

### **Resistencia a la tracción**

El concreto presenta un buen comportamiento hacia la compresión; sin embargo, no sucede lo mismo para los esfuerzos de tensión o tracción ya que este material tiene limitada capacidad, es más se sabe que la resistencia frente a la tracción en la mayoría de concretos es de 10% en comparación con la compresión. (Portland Cement Association, 2014, p.30)

### **Resistencia Nominal**

Según lo indicado en las Normas Vigentes (Norma peruana E.060 Concreto Armado y Norma ACI 318-14). Se entiende por resistencia, nominal, a la resistencia del elemento puesta de forma transversal o componente calculado con todas las presunciones, límites e hipótesis de los métodos de diseño por la resistencia, antes de poder utilizar cualquier factor con disminución de su resistencia.

## **Propiedades del concreto fresco**

### **Trabajabilidad**

La trabajabilidad de la mixtura en estado fresco es la propiedad que nos dice que tan fluido se comporta el concreto ante la acción de la gravedad, esta propiedad resulta de gran importancia en la elaboración de los elementos de concreto armado, ya que dependiendo de si estas tienen una buena trabajabilidad, el concreto podrá acomodarse con facilidad al encofrado, sin embargo, es hay mucha probabilidad que aparezcan las cangrejas en muchas partes de los elementos (ACI, 2014, p.50).

### **Segregación**

La segregación es la propiedad que consiste en la disgregación en el concreto del agregado grueso de la mezcla. Esta característica es un acontecimiento perjudicial de gran magnitud para el concreto, esto es imposible evadir, para esto el proceso de diseño de mezcla ayuda a controlar que el agregado fino sea más que el grueso (Pasquel, 2012, p.10).

### **Exudación**

Es aquella característica que se origina cuando se deposita los sólidos y parte del agua de la mezcla asciendo a la superficie. Este fenómeno se produce por causa de una mala dosificación, aumento indisciplinado de agua, abundancia de los aditivos y del cambio de temperatura obtenido como resultado mientras mayor sea el aumento de temperatura mucho mayor exudación se presentará (Abanto, 2013, p.54).

### **Contracción**

Es la característica que guarda relación con las fisuraciones del hormigón. Se concibe que el concreto obligatoriamente se contrae y ante esto existen dos formas de contracciones una es la contracción por secado, en esta, el proceso se da en estado plástico y también en el concreto endurecido, se produce a causa de la inherencia de la mezcla del cemento. La otra forma se designa el intrínseco puesto que es un proceso inalterable, y es cuando se pierde grandes volúmenes originales de agua. (Pasquel, 2012, p.10).

## **1.4. Formulación del problema**

En base a la nuestra realidad problemática sustentada se consideraron los subsiguientes problemas de investigación:

### **1.4.1. Problema general**

El problema general de la investigación fue: ¿De qué manera las fibras de escoba de nylon influyen en las propiedades mecánicas  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho, 2018?

### **1.4.2. Problemas específicos**

La presente investigación tiene los siguientes problemas específicos:

¿De qué manera las fibras de escoba de nylon influyen en la compresión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho 2018?

¿De qué manera las fibras de escoba de nylon incrementan la resistencia a la flexión del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho 2018?

¿De qué manera las fibras de escoba de nylon contribuyen a la resistencia de tracción del concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho 2018?

## **1.5. Justificación del estudio**

La presente investigación brindará aportes que nos darán a conocer la justificación en cuanto a los teóricos, metodológica, tecnológica y económica.

### **1.5.1. Justificación teórica**

Este trabajo de investigación tiene como finalidad brindar un gran aporte al mejoramiento del medio ambiente, así como, extender conocimiento de uso que se le brindaría a los residuos plásticos dentro de la construcción, esto se da ante el estudio realizado de los antecedentes, gracias a los estudios que tenemos nos permitió generar ideas de cómo usar estos materiales por lo que también nos presentaron propuestas mencionando seguir con la investigación del uso de la fibra de paja de escoba en el concreto teniendo como base la tesis de Palacios recomienda el uso del PET como agregado en la mezcla para el concreto se use en forma de fibras (filamentos delgados), ya que se usó en forma de cuadrículas de una sola medida, (2014, p.65), Castro también en su tesis nos menciona

poder hacer el uso del PET en el concreto se use en forma de fibras teniendo en cuenta un parámetro en su longitud, además, adicionando unos minutos más al tiempo de mezcla de los componentes para mejorar la unión (2009, p.93), fue estos detalles el que nos permitió empezar con el proyecto.

### **1.5.2. Justificación metodológica**

En la realización de las prácticas y actividades de las evaluaciones de esfuerzos se requiere de una ficha técnica de los especímenes de concreto que serán evaluados a compresión, flexión y tracción detallando su comportamiento durante el proceso de sometimiento de cargas a tal punto de fracturar la probeta pues recordemos que, “para la consideración de propiedades y valores representativos obtenidos en un determinado número de ensayos siempre es recomendable preparar mezclas de prueba y comprobar en el laboratorio dichas propiedades especificadas” (Rivva López, 2012, p. 275).

### **1.5.3. Justificación tecnológica**

La tecnología es uno de los puntos muy importantes que se está tomando dentro del ámbito de la construcción permitiendo y facilitando el trabajo, por ello el uso de estas comodidades tecnológicas hace que nos facilite el proceso practico dentro de nuestra investigación ya que en el pasado fue muy difícil contar con dicha facilidad, por lo que ahora en el uso de estas ayuden a producir productos no convencionales en la mezcla y su diseño de para el concreto en el sector construcción, en tal caso para poder mejorar el concreto con características adecuadas, eficientes.

### **1.5.4. Justificación económica**

Este proyecto de investigación nos dará a conocer el beneficio - costo en función al concreto normal con el concreto incorporando fibras de paja de escoba, debido a que la competencia económica está siendo promovida por el aumento de la importancia de las novedades en la construcción.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

HG: La incorporación de fibras de escoba de nylon mejoraría las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho 2018.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

HE1: La incorporación de fibras de escoba de nylon mejoraría la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho 2018.

HE2: La incorporación de fibras de escoba de nylon incrementaría la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho 2018.

HE3: La incorporación de fibras de escoba de nylon contribuiría la resistencia a la tracción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Evaluar las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon en San Juan de Lurigancho, 2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Los objetivos específicos son los siguientes:

OE1: Determinar la influencia que tiene las fibras de escoba de nylon en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho, 2018.

OE2: Analizar el incremento que tienen las fibras de escoba de nylon en la resistencia a la flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho, 2018.

OE3: Determinar la contribución que tienen las fibras de escoba de nylon en la resistencia a la tracción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en San Juan de Lurigancho, 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Diseño de investigación**

Se tiene por conocimiento que en los estudios experimentales se usan cuando el investigador desea constituir la probable reacción de un origen que es manipulado. (Del Cil Pérez y Franco, 2007, p.29) Por lo tanto el estudio de investigación es experimental porque se desea contestar las interrogantes a base del experimento.

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **2.2.1. Variables**

Independiente:

Fibra de escoba de nylon

Dependiente:

Propiedades mecánicas concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

### **2.2.2. Operacionalización de las variables**

**Tabla 1** Matriz de operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADORES
<b>Variable dependiente:</b>  <b>Propiedades mecánicas del concreto <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b>	<p>Las cualidades del concreto se encuentran prefijadas especialmente por las propiedades químicas y físicas de los elementos que lo componen, estas pueden ser más entendibles si se interpreta la naturaleza del hormigón teniendo como características principales las resistencias a la flexión, tracción y compresión. (Porreros, 2009, p. 245)</p>	<p>Las cualidades del concreto se encuentran prefijadas especialmente por las propiedades químicas y físicas de los elementos que lo componen, estas pueden ser más entendibles si se interpreta la naturaleza del hormigón teniendo como características principales las resistencias a la flexión, tracción y compresión. (Porreros, 2009, p. 245)</p>	<p>D1: <b>Resistencia a la Compresión</b></p> <p>D2: <b>Resistencia a la Flexión</b></p> <p>D3: <b>Resistencia a la Tracción</b></p>	<p>Resistencia a la compresión: El concreto es un elemento cuya característica más resaltante es su excelente resistencia a la compresión, esto se debe a las propiedades que tiene el cemento y los agregados que son parte de este, para poder determinar este parámetro se hace uso de la norma ASTM C39, y el ensayo de resistencia de compresión. (Sótil 2015, p.30)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la compresión nominal</li> <li>- Resistencia a la compresión máxima</li> </ul>
	<p>Se sabe que la estructura del concreto no es homogénea y que en consecuencia no es isotrópico, es decir no mantiene las mismas propiedades en diferentes direcciones. Esto se debe principalmente a los diferentes materiales que intervienen, su variabilidad individual, así como el proceso mismo de elaboración, en que durante la etapa en que la pasta es plástica, se posibilita el acomodo de los diferentes componentes hasta su ubicación definitiva al endurecer. (Abanto, 2000 p. 140)</p>			<p><b>Resistencia a la flexión:</b> El objetivo de este ensayo es determinar el módulo de rotura, esta cifra se puede interpretar como el esfuerzo de tensión en asociación al agrietamiento del filamento inferior de la muestra, la viga quedara fraccionada en tres tercios a causa de la acción de la carga aplicada. La capacidad de resistir la compresión esta entre el 10% - 20% según el módulo de rotura. (Portland Cement Association, 2014, p.45)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la flexión nominal</li> <li>- Resistencia a la flexión máxima</li> </ul>
	<p>El agua y cemento actúan de forma químicamente enlazando las partículas de los agregados, siendo un elemento heterogéneo, en ocasiones se agrega algunas sustancias, más conocidas como aditivos, y estas alteran o mejoran</p>			<p><b>Resistencia a la tracción:</b> El concreto presenta un buen comportamiento hacia la compresión; sin embargo, no sucede lo mismo para los esfuerzos de tensión o tracción ya que este material tiene limitada capacidad, es más se sabe que la resistencia frente a la tracción en la</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la tracción nominal</li> <li>- Resistencia a la tracción máxima</li> </ul>

ciertas características del hormigón. (Abanto, 2015, p. 102)

mayoría de concretos es de 10% en comparación con la compresión. (Portland Cement Association, 2014, p.30)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p><b>Fibras de escoba de nylon</b></p>	<p>La fibra de escoba en la actualidad varia debido a que con el transcurso del tiempo estas han ido experimentando cambios según su necesidad, estas pueden ser de fibras naturales o fibras sintéticas. (Jiménez, 2015, p. 35)</p> <p>La fibra de Nylon es una fibra química textil sintética, obtenida a partir de derivados de productos petrolíferos y aceites, que generan un monofilamento continuo, resistente y ligero con el que se fabrican los tejidos. (Jiménez, 2013, p 50)</p> <p>Según Martínez, las fibras son estructuras de una sola dimensión, estas son largas y esbeltas; se pueden doblar fácilmente y tiene como primordial propósito la formación de tejidos, estas se dividen en tres tipos: fibras vegetales y naturales, inorgánicas y provenientes de animales, fibras celulósicas elaboradas por el hombre. (Martínez, 2016, p 140)</p>	<p>Según Martínez, las fibras son estructuras de una sola dimensión, estas son largas y esbeltas; se pueden doblar fácilmente y tiene como primordial propósito la formación de tejidos, estas se dividen en tres tipos: naturales, inorgánicas y celulósicas(nylon) este último es muy fino y tiene buena flexibilidad.(Martínez, 2016, p 140)</p>	<p><b>D1: Ligero</b></p>	<p><b>Ligero:</b> Adjetivo que define a un elemento u objeto que tiene poco peso o que es liviano. Y debido a esto hace que el cuerpo sea flexible, con la capacidad de doblarse fácilmente y sin riesgo alguno de que este elemento se rompa. (Martínez, 2016, p 140)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 0.23% de fibra de Nylon con respecto al peso del cemento.</li> <li>- 0.46% de fibra de Nylon con respecto al peso del cemento.</li> </ul>

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

En el año 2010, el autor Hernández y otros, afirmaron lo siguiente: las poblaciones para los problemas de investigación deben establecerse con respecto a las particularidades del tiempo, lugar y contenido. (p. 174)

Por consiguiente, la población correspondiente en esta investigación es el total de probetas que se utilizarán para los diferentes ensayos que realizaremos en esta investigación.

### 2.3.2. Muestra

La muestra es el subconjunto de la población establecida, es decir una porción del total, y que se tiene que delimitar con exactitud para obtener resultados similares a las que se obtendrán de toda población. (Hernández y otros, 2014 pág. 175)

En esta investigación se tomará como muestra a toda nuestra población ya planteada, se trabajó con 3 probetas para los 7, 14 y 28 días con una incorporación del 0% y 5%, de fibra de escoba, dando así 54 probetas como se explica en el siguiente cuadro.

**Tabla 2** Cantidad de probetas

<b>CANTIDAD DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>					
N° Días	0%	0.23%	0.46%	TOTAL	
7	2	2	2	6	
14	2	2	2	6	
28	2	2	2	6	
SUB TOTAL				18	
<b>CANTIDAD DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>					
N° Días	0%	0.23%	0.46%	TOTAL	
7	2	2	2	6	
14	2	2	2	6	
28	2	2	2	6	

SUB TOTAL					18
<b>CANTIDAD DE PROBETAS PARA EL ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN</b>					
N° Días	0%	0.23%	0.46%	TOTAL	
7	2	2	2	6	
14	2	2	2	6	
28	2	2	2	6	
SUB TOTAL					18
<b>TOTAL</b>					<b>54</b>

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

### 2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según Fidias (2012) nos menciona que el método para la recolección de datos nos sirve para obtener diversas informaciones. Por lo tanto, en esta investigación se usará la técnica de observación donde se tomará datos de los ensayos que se van a realizar en el laboratorio de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) garantizando la validez y confiabilidad nuestros resultados de los ensayos.

### 2.4.2. Instrumento de investigación

Son formatos para realizar en conteo vehicular y las planillas de cálculos para los ensayos en el laboratorio.

### 2.4.3. Validez

Es determinado como la cifra que una herramienta que mide la variable en estudio. (Ruiz, 2002, p.12).

**Tabla 3** Rangos y Magnitud de validez

Rangos	Magnitud
0.81 - 1.00	Muy alta
0.61 - 0.80	Alta
0.41 - 0.60	Moderada
0.21 - 0.40	Baja
0.01 - 0.20	Muy baja

#### **2.4.4. Confiabilidad**

Palella y otros (2012) nos menciona en referencia a la confiabilidad que señalan como la falta de errores aleatorios en los instrumentos para la recolección de datos.

En conclusión, en esta exploración confiabilidad no fue realizada porque que se usara una ficha técnica como instrumento de recolección de datos del laboratorio donde se realizaran los ensayos.

#### **2.5. Métodos de análisis de datos**

En la presente investigación, los materiales para el diseño de mezcla fueron sometidos a los ensayos granulométricos y de contenido de humedad el cual se utilizó fichas técnicas rellenas con los resultados arrojados, esta información es necesaria para iniciar el proceso de diseño de mezcla del concreto, para la segunda fase con la aplicación de los ensayos del ensayo de asentamiento con tronco de cono de Abrams, extraemos por inspección ocular el asentamiento de la mezcla de concreto y lo detallamos en la ficha técnica.

Para la tercera fase en la que consiste únicamente en el retiro del molde y el curado de las probetas procederemos a tomar los datos principalmente de temperatura y edad de los especímenes el cual quedara registrado en la ficha técnica de recolección de datos. Para la cuarta fase las muestras serán sometidas al ensayo de resistencia a la rotura por compresión obtendremos la máxima resistencia a compresión seguido de datos característicos de cada probeta como diámetro, peso y edad.

La información obtenida en las fichas técnicas es de dos naturalezas. La primera es de las características y evaluaciones de propiedades para el control de procesos. El segundo es resultado de la evaluación de resistencia. Las resistencias obtenidas de las diferentes probetas son operadas en base a métodos y técnicas estadísticas, las cuales con facilitadas con el programa SPSS para determinar el promedio de resistencia a edad y contenido de plástico incorporado que presenta el diseño de mezcla sin dejar de lado la desviación estándar de los resultados con respecto a la media.

Los métodos estadísticos serán dirigidos en base a datos cuantitativos los cuales nos arrojaran cual es la resistencia promedio a la que se alcanzó en dicho diseño de mezcla y

a tomar decisiones y conclusiones con respecto a lo planteado y determinado a nuestras hipótesis y a la realización de objetivos.

## **2.6. Aspectos éticos**

En cuanto a los aspectos éticos de esta investigación, se tuvo a consideración la veracidad y validez de los resultados, toda información extraída de otros investigadores será citada y referenciada bibliográficamente bajo el sistema de referencia de la norma APA.

Los investigadores nos responsabilizamos y comprometemos a respetar la autenticidad de los resultados de los ensayos a realizar, así mismo la confiabilidad de los datos que se obtendrán a través de los resultados de la investigación.

Asimismo, se desarrolló la investigación bajo los estatutos instituidos por el reglamento para grados y títulos de la universidad.

### **III. RESULTADOS**

### **3.1. Presentación de Resultados**

En la presente investigación se han ejecutado ciertos ensayos y estudios de los materiales, los cuales formaron parte del diseño para presentar mejoras en sus propiedades mecánicas. Para lo cual se realizaron tres tipos de diseño de mezcla para el concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon, en las siguientes proporciones; para el concreto nominal no se le agregó la fibra, para la segunda mezcla se incorporó 800g por  $\text{m}^3$  de fibra de escoba de nylon, para la tercera mezcla se incorporó una proporción de 1600g por  $\text{m}^3$  de fibra de escoba de nylon, para un concreto con cemento tipo HS.

Al elaborar los diseños de mezclas con diferentes proporciones de fibras de escoba de nylon, usando cemento tipo HS, se obtendrá lo siguiente:

Como muestra del diseño de mezcla nominal el concreto sin la incorporación de fibras de escoba de nylon, se consigue el revenimiento solicitado que es de 1" a 4" y por lo tanto así lograr alcanzar la mejora de las propiedades mecánicas del concreto a los 28 días de fraguado con cemento tipo HS, se pasa a dosificar la incorporación de las fibras de escoba de nylon en 0g, 800g y 1600g.

Alcanzando como resultado el volumen para el diseño de mezcla para el concreto con incorporación de fibras de escoba de nylon; para lo cual se obtiene que para un porcentaje de 800g por  $\text{m}^3$  se debe incorporar 60g de fibra de escoba de nylon y para un porcentaje de 1600g se debe incorporar 120g de fibra de escoba de nylon. Lo que se desea lograr es incrementar su resistencia a la compresión, flexión y tracción.

Se examinó al concreto fraguado y se observa que al incorporar las fibras de escoba de nylon recicladas, después se le realizan ensayos de resistencia y consistencias sin las fibras de escoba de nylon y otras con las fibras, luego de esto al obtener las características que deseamos del diseño de mezcla del concreto, se procede a elaborar las probetas para así analizar el comportamiento de las fibras en el hormigón ya fraguado.

### **3.2. Características físicas de los agregados**

Se realizaron las pruebas correspondientes para determinar sus propiedades físicas y mecánicas de los agregados mediante el ensayo granulométrico para la cual se necesitara 40 kg aproximadamente de agregado grueso (piedra chancada) y 30 kg de agregado fino

(arena gruesa), para esta prueba se recurre a la NTP la cual establece lo siguiente para poder lograr óptimos resultados.

- ✓ Análisis granulométrico por tamizaje (NTP 400.012)
- ✓ Contenido de humedad (NTP 339.185)
- ✓ Evaluación del material que pasa por la malla N° 200 (NTP 400.018)
- ✓ Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso (NTP 400.017)
- ✓ Peso unitario suelto y compactado del agregado fino (NTP 400.017)
- ✓ Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso (NTP 400.021)
- ✓ Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso (NTP 400.022)

### **3.2.1 Análisis granulométrico por tamizado (NTP 400.012)**

Se realizaron los ensayos granulométricos tanto para el agregado grueso como para el agregado fino, estableciéndolos como tal por pasar los tamices que se rigen por la NTP 400.12, con el objetivo de analizar si los materiales son los indicados para utilizarlos en el diseño de mezcla.

- ✓ Agregado fino.

Tienen como objetivo determinar el módulo de fineza y precisar los tamaños de las partículas de la arena gruesa. Para lo cual se hará uso de los tamices 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100, N° 200; balanza, bandejas, el tamizador y hornos aptos para mantener una temperatura de  $110\text{ C}^\circ \pm 5\text{ C}^\circ$ . Como procedimiento tenemos que la muestra extraída de la cantera La Molina se pone 2kg en el horno por 24 horas aproximadamente a  $110^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$ , luego se selecciona una muestra para realizar el cuarteo, hasta lograr 600g aprox. Se coloca en el tamiz por unos 2min y se toma nota de la cantidad del material que queda retenidos en las mallas. Con los datos obtenidos se grafica la curva granulométrica para la arena gruesa por los porcentajes que pasan por las mallas.

El módulo de fineza, se representa con la siguiente formula:

$$MF = \% \text{ RETENIDO ACUMULADO } (N^\circ 4 + N^\circ 8 + N^\circ 16 + N^\circ 30 + N^\circ 50 + N^\circ 100) / 100.$$

Por ende:

$$MF = \text{módulo de fineza}; 2.3 \leq MF \leq 3.1$$

Resultado.

**Tabla 4** Análisis granulométrico del agregado fino.

<b>AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA</b>							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	125.7	11.92	11.92	88.08	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	309.5	29.36	41.28	58.72	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	198.1	18.79	60.07	39.93	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	123.4	11.71	71.78	28.22	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	80.7	7.66	79.44	20.56	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	67.8	6.43	85.87	14.13	0.00	10.00
# 200	0.07 mm		0.00	85.87	14.13	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	148.9	14.13	100.00	0.00	0.00	0.00

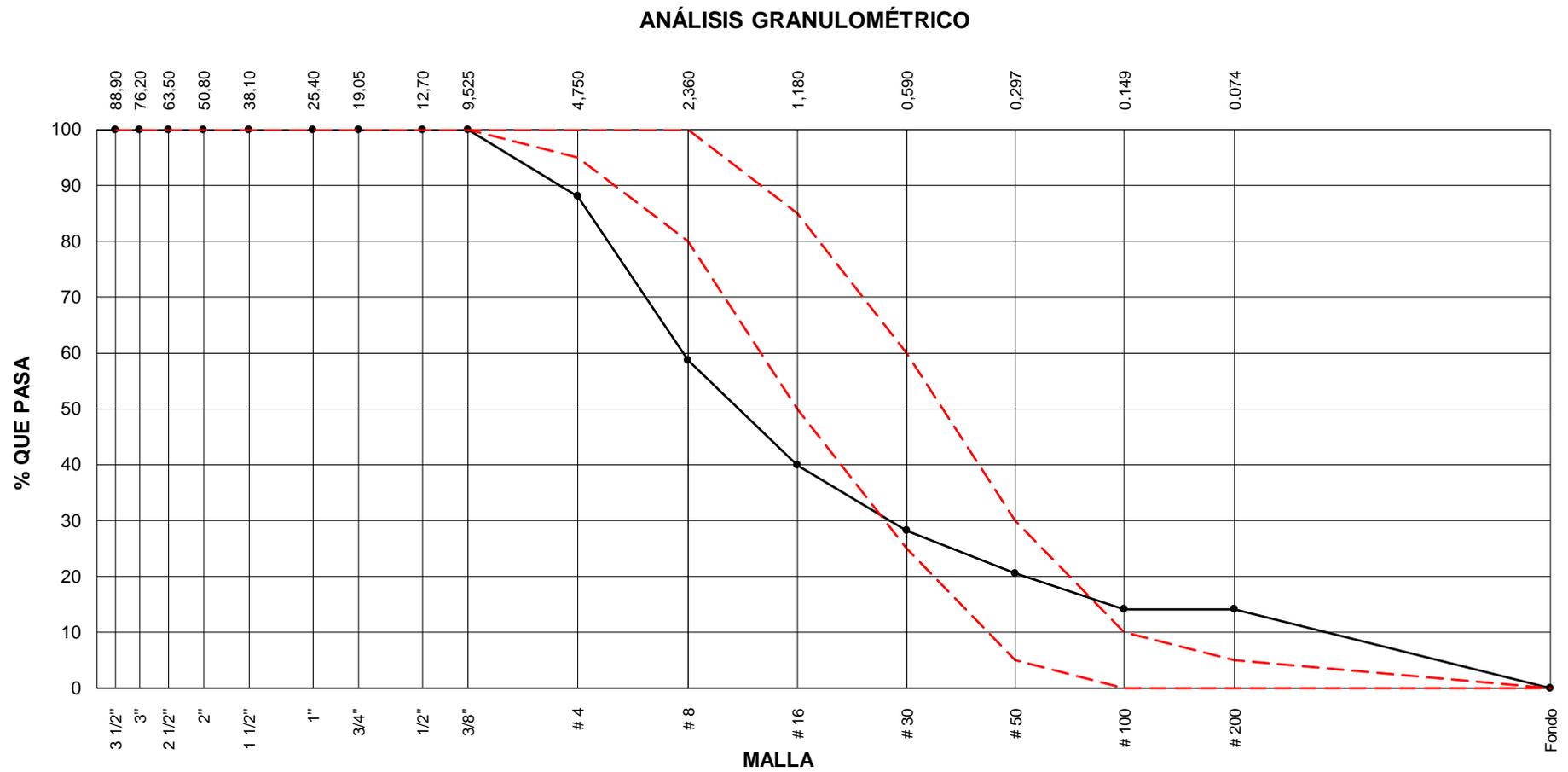
Fuente: Elaborado por los autores.

**Tabla 5** Características físicas del agregado fino

<b>CARACTERISTICAS FISICAS</b>	
P. Especif. De Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.615
P. Especif. De Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.662
P. Especif. De Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1580
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1720
Humedad de absorción (%)	1.8
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.50
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	4.29

Fuente: Elaborado por los autores.

**Imagen 2** Análisis granulométrico del agregado fino.



Fuente: Elaborado por los autores.

**Interpretación:** La gráfica muestra la curva granulométrica en la cual se ubica los rangos permisibles dados por la norma, asumiendo el límite superior que le corresponde al agregado fino (arena gruesa), el ensayo da como respuesta un agregado fino con módulo de finura igual a 3.50, estableciéndose como apta para la utilización en el concreto, debido a que este material está dentro de los límites.

✓ Agregado grueso

Tiene como objetivo precisar la selección del tamaño de toda partícula ensayada, establecer el tamaño máximo y tamaño nominal máximo (TNM). Para lo cual utilizaremos una balanza sensible a 0.1%, baldilejos, tamices (2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N° 4), bandejas, tamizador y un horno a temperatura de 110 °C +/- 5 °C.

El peso de la muestra deberá cumplir con el tamaño máximo de las partículas establecidas por la norma NTP 400.012

**Tabla 6** Tamaño máximo de partículas del agregado grueso

Tamaño máximo de las partículas (mm-pulg)	Peso aproximado de la muestra (kg)
9.5 - 3/8"	2
12.7 - 1/2"	4
19 - 3/4"	8
25.4 - 1"	12
38.1 - 1 1/2"	16
50.8 - 2"	20

Fuente: NTP 400.012

La muestra de piedra chancada también fue sacada de una cantera en La Molina, la cual se pone a seca en el horno a una temperatura de 110°C +/- 5°C en 24h aproximadamente. Se selecciona una parte del material, el cual se cuartea hasta lograr 10kg aproximadamente. Luego se coloca en el tamiz por 2 minutos aproximadamente, una vez terminado el tamizaje, se toma nota de todas las partículas retenidas en cada una de las mallas y en el fondo. Y para finalizar se obtiene la curva granulométrica de la piedra chancada (agregado grueso) por medio de los cálculos del porcentaje retenido.

**Tabla 7** Tamizaje del agregado grueso

**AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO #56**

Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	70.0	1.72	1.72	98.28	90.00
3/4"	19.05 mm	1702.0	41.77	43.49	56.51	40.00
1/2"	12.70 mm	1065.0	26.14	69.63	30.37	10.00
3/8"	9.53 mm	980.0	24.05	93.68	6.32	0.00
# 4	4.75 mm	17.0	0.42	94.10	5.90	0.00
# 8	2.36 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 16	1.18 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
Fondo	0.01 mm	240.5	5.90	100.00	0.00	0.00

Elaborado por los autores.

**Tabla 8** Características físicas del agregado grueso

---

**CARACTERISTICAS FISICAS**

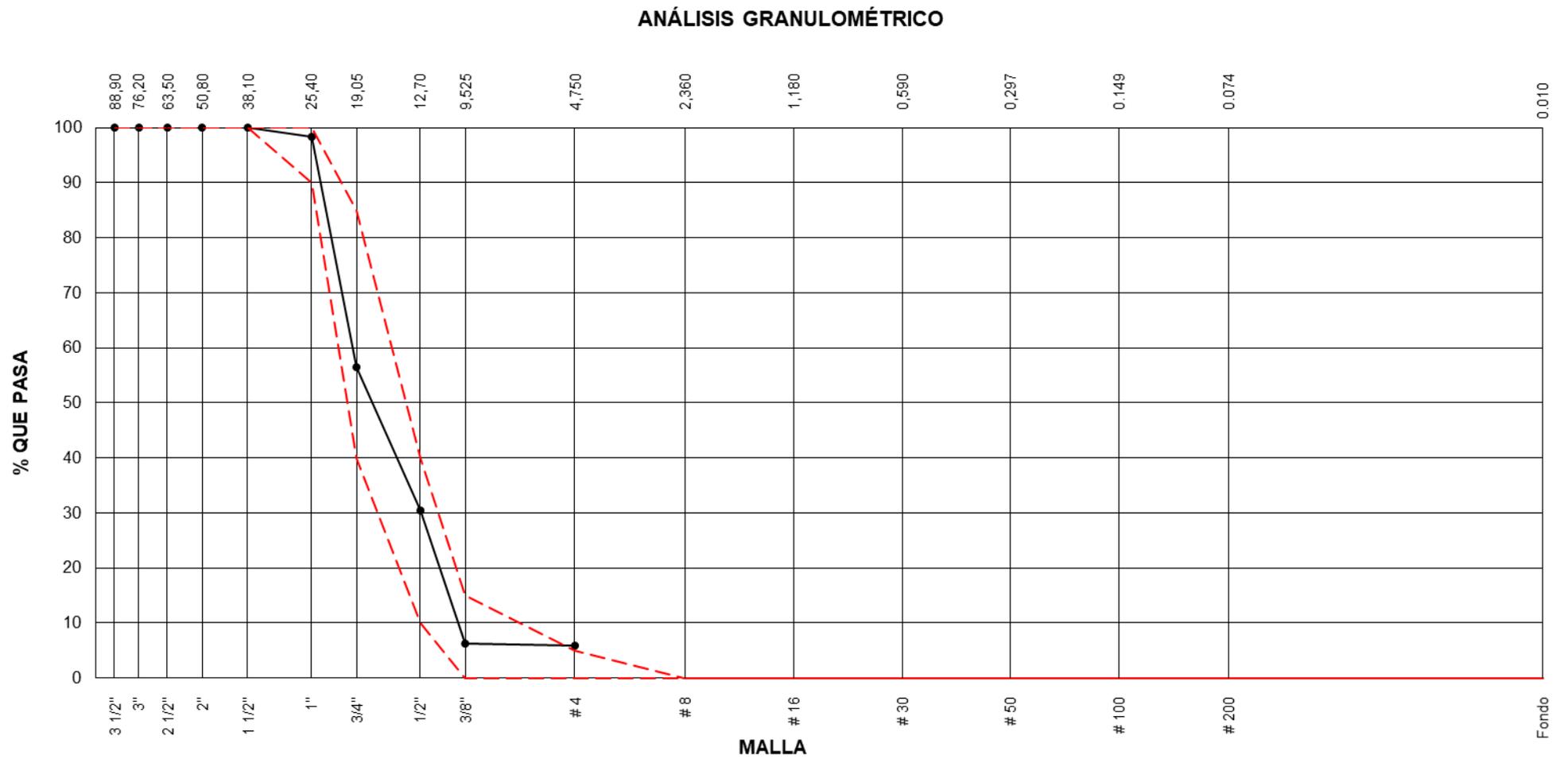
---

P. Especif. de Masa Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	2.633
P. Especif. de Masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )	2.653
P. Especif. de Masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	2.687
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1610
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1506
Humedad de absorción (%)	0.75
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.02
% < Malla N° 200 (0.75 mm)	0.62

---

Fuente: Elaborado por los autores.

Imagen 3 Análisis granulométrico del agregado grueso.



Fuente: Elaborado por los autores.

**Interpretación:** Se ejecutó el ensayo de granulometría nuestro agregado grueso proveniente de cantera La Molina, de la cual se obtuvo la curva, la cual se sitúa dentro de los márgenes que estable por la Norma Técnica Peruana 400.021, cuyo TMN (tamaño máximo nominal) representa 1” (25mm) estando este dentro de los límites para la elaboración del hormigón.

### 3.2.2. Contenido de humedad (TNP 339.185)

✓ Agregado fino

Tiene un fundamental objetivo que la determinación del porcentaje (%) de humedad que contiene la área gruesa (agregado fino). Para esto se utiliza bandejas, una balanza, un horno con temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Primero debemos seleccionar uno 500g de arena gruesa, pesar esta muestra húmeda, luego llevar la muestra al horno  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 24 horas aproximadamente, esperamos que la muestra este fría y luego se anota el peso de la muestra sin agua.

$$H = \frac{A - B}{B} \times 100$$

Donde:

H: Contenido de humedad (%)

A: Peso de la muestra húmeda

B: Peso de la muestra seca

#### CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO

DATOS		
1	PESO DE RECIPIENTE	0
2	PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	348.4
3	PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	336.4
RESULTADOS		
CONTENIDO DE HUMEDAD		3.6%

Fuente: Elaborado por los autores.

✓ Agregado grueso

Tiene como objetivo determinar el porcentaje (%) de humedad que contiene la piedra chancada (agregado grueso). Para lo cual se utilizara bandejas, balanza, un horno a temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ . Se procede a pesar la mezcla en forma a su estado natural con 0.1 % aproximadamente, teniendo

una cantidad muy cercana a la indicada, de acuerdo al tamaño máximo del agregado.

Tamaño máximo del agregado		Peso mínimo de la muestra de ensayo en gramos
9.5 mm	(3/8")	2000
19.0 mm	(3/4")	2500
38.1 mm	(1 1/2")	5000

Fuente: NTP 339.185

Se selecciona 1000g de agregado grueso (piedra chancada), se pesa a la muestra con humedad en la vasija, luego se lleva al horno con temperatura entre  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ , por 24 h. aproximadamente, después se saca la muestra seca y se deja enfriar para luego pesar la muestra sin humedad.

**Tabla 9** Contenido de humedad agregado grueso

DATOS		
1	PESO DE RECIPIENTE	0
2	PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA HÚMEDA	965.5
3	PESO DE RECIPIENTE + MUESTRA SECA	961.9

RESULTADOS	
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.4%

Fuente: Elaborado por los autores.

### 3.2.3. Peso unitario del agregado (NTP 400.017)

La prueba consta de conseguir el peso unitario del agregado suelto y sin humedad, el cual constituye al fraccionar el peso total de la muestra entre el volumen total de vacíos. El procedimiento que bajo el cual se rige se puede encontrar en la NTP 400.017.

✓ **Peso unitario del agregado fino**

Tiene como objetivo hallar el peso unitario del material que queda suelto (PUS) de la arena gruesa y determinar el cálculo de los vacíos de este agregado fino. Para la cual se utilizara una regla de 30cm, una balanza, badilejo, una barra de 5/8 de acero liso (16mm) y otro de aproximadamente 24" (600 mm) de largo con las puntas redondas. Para el procedimiento se utiliza un cucharón para tomar al agregado grueso y dejarlo caer dentro del

receptáculo a una altura de 5mm, hasta que se llene, después se nivela utilizando la regla de 30 cm. Acto seguido se establece el peso neto de la piedra chancada en el recipiente, obteniendo el PUS el cual duplica el peso neto por el factor (f) del recipiente.

Para obtener el peso unitario suelto se utiliza la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$PUS = f \times W_s$$

Donde:

F: Es el factor de calibración del receptáculo.

W<sub>a</sub>: Peso del agua

W<sub>s</sub>: peso de la muestra suelta

PUS: peso unitario seco.

**Tabla 10** Peso específico y absorción del agregado fino

DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO BALÓN + PESO AGUA	984.4
2	PESO DE LA ARENA SSS + PESO BALÓN	672.2
3	PESO DEL AGUA ( W = 1 - 2 )	312.2
4	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO BALÓN	663.3
5	PESO BALÓN	172.2
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO ( A = 4 - 5 )	491.1
7	VOLUMEN DEL BALÓN ( V = 500 )	500
RESULTADOS		
	PESO ESPECIFICO DE MASA	2.615
	PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.662
	PESO ESPECIFICO APARENTE	2.745
	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	1.8

Fuente: Elaborado por los autores.

- ✓ Peso unitario suelto del agregado grueso (piedra chancada)

Tiene como objetivo la determinación del peso unitario del agregado grueso suelto y hallar el cálculo de vacíos de la piedra chancada. Para la cual se hará uso de una balanza, una regla de 30 cm, badilejo y un recipiente. Para el

procedimiento se utiliza un cucharón para tomar al agregado grueso y dejarlo caer adentro del receptáculo a una altura de 5mm, hasta que esté lleno, después se nivela utilizando la regla de 30 cm. Acto seguido se establece el peso neto de la piedra chancada en el recipiente, obteniendo el PUS el cual duplica el peso neto por el factor (f) del receptáculo.

Para obtener el peso unitario suelto se utiliza la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1000}{W_a}$$

$$PUS = f \times W_s$$

Donde:

F: Es el factor de calibración del receptáculo.

W<sub>a</sub>: Peso del agua

W<sub>s</sub>: peso de la muestra suelta

PUS: peso unitario seco.

**Tabla 11** Peso específico y absorción del agregado grueso

DATOS		
1	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (A)	2794
2	PESO DE LA ARENA SSS (B)	2815
3	PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA + PESO DE LA CANASTILLA	
4	PESO DE LA CANASTILLA	
5	PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA ( C )	1754
RESULTADOS		
	PESO ESPECIFICO DE MASA	2.633
	PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S	2.653
	PESO ESPECIFICO APARENTE	2.687
	PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%)	0.8

Fuente: Elaborado por los autores.

- ✓ PUC del agregado grueso (piedra chancada)

Tiene como objetivo determinar el PUC del agregado grueso y el cálculo de los vacíos de la piedra chancada. Para lo cual se hará uso de una balanza, una

barra lisa de 5/8" (16mm) de largo y 24" (600mm), con los extremos de formas semiesféricas, una regla de 30 cm, baldilejo y recipientes. Los procedimientos son los siguientes: el tercio de la porción del receptáculo es nivelado en la superficie, la masa se apisona con la barra de acero liso de 5/8", se da unos 25 golpes distribuida de manera uniforme sobre la superficie. Luego las dos terceras partes que se llena nuevamente y otra vez se golpea 25 ciclos con la barra lisa, lo sobrante se elimina con la regla. Después se logrará determinar el peso neto del agregado grueso, duplicando el peso neto por el factor (f).

**Tabla 12** Peso unitario agregado grueso

DATOS		
1	PESO DEL MOLDE	2.362
2	VOLUMEN DEL MOLDE	0.002765
3	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	6.526
4	PESO DEL MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	6.814
RESULTADOS		
	PESO UNITARIO SUELTO	1506
	PESO UNITARIO COMPACTADO	1610

Fuente: Elaborado por los autores.

✓ PUC del agregado fino (arena gruesa)

Tiene como objetivo determinar el PUC del agregado fino y el cálculo de los vacíos de la piedra chancada. Para lo cual se hará uso de una balanza, una barra lisa de 5/8" (16mm) de largo y 24" (600mm), con los extremos de formas semiesféricas, una regla de 30 cm, baldilejo y recipientes. Los procedimientos son los siguientes: La tercera parte del recipiente se nivela la superficie, la masa se apisona con la barra de acero liso de 5/8", se da unos 25 golpes distribuida de manera uniforme sobre la superficie. Luego las dos terceras partes que se llena nuevamente y otra vez se golpea 25 veces con la barra lisa, lo sobrante se elimina con la regla. Después se lograra determinar el peso neto del agregado grueso, duplicando el peso neto por el factor (f).

**Tabla 13** Peso unitario Agregado fino

DATOS		
1	PESO DEL MOLDE	5.933
2	VOLUMEN DEL MOLDE	0.002123
3	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	9.287
4	PESO DEL MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	9.585

RESULTADOS		
	PESO UNITARIO SUELTO	1580
	PESO UNITARIO COMPACTADO	1720

Fuente: Elaborado por los autores.

### **3.3. Diseño de mezcla del concreto según el comité ACI 211.**

El diseño del concreto sin fibras de escoba de nylon nombrado concreto modelo o patrón, se empleó con el procedimiento comité ACI 211 para las propiedades mecánicas en el concreto. Se utilizan datos adquiridos de las propiedades físicas de los agregados de la cantera minera de la molina, se usara para intervenir en la mezcla de diseño. Para la elaboración del diseño de mezcla sin fibra de escoba de nylon, se procedió teniendo en cuenta lo siguiente:

- ✓ Las características físicas del agregado grueso y fino.
- ✓ Tamaño máximo nominal (TMN) del agregado.
- ✓ El asentamiento o revenimiento (slump).
- ✓ Determinar el diseño de mezcla de acuerdo a las tablas del ACI.
- ✓ Determinar la relación agua/cemento.

#### **3.3.1. Diseño de mezcla para un concreto de $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ sin fibras de escoba de nylon.**

##### **1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA**

$$F'_{cr} = 294$$

##### **2. RELACIÓN AGUA CEMENTO**

$$R_{a/c} = 0.56$$

### 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

### 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 1.5%

### 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 345 kg

### 6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m<sup>3</sup> = 8.1 Bolsas

### 7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

**Tabla 14** Cálculo del volumen de agregados

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Andino tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>
---	---	0.0000 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	2633 kg/m <sup>3</sup>	0.3276 m <sup>3</sup>
Arena Gruesa	2615 kg/m <sup>3</sup>	0.3549 m <sup>3</sup>
	Volumen de pasta	0.3174 m <sup>3</sup>
	Volumen de agregados	0.6826 m <sup>3</sup>

HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO
0.20%	0.75%	7.02	1506	1610
1.60%	1.80%	3.5	1580	1720

Fuente: Elaborado por los autores.

### 8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso	48.0% $\approx$ 0.3276 m <sup>3</sup>	$\approx$ 863 kg
Arena Gruesa	52.0% $\approx$ 0.3549 m <sup>3</sup>	$\approx$ 928 kg
Fibras de escoba	0.00 g x m <sup>3</sup>	

#### 9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso	864 kg
Arena Gruesa	943 kg
Fibras de escoba	0.00 kg x m <sup>3</sup>

#### 10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua	200 L
------	-------

#### 11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.080 m<sup>3</sup>

Andino tipo HS	25.85 kg
Agua	15.97 L
Agregado grueso	69.2kg
Arena Gruesa	75.4 kg
Fibras de escoba	0.00 g
Slump Obtenido	4 1/4"
PUC Obtenido	2361 kg
PUT	2352 kg
Rendimiento	1.00

## 12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.F.	A.G.	AGUA	FIBRA
1	: 2.6	: 2.5	: 24.6 L / bolsa	: 98.7 g x bolsa

### 3.3 Evaluación del ensayo de resistencia a la compresión

Para este ensayo se tomaron en cuenta las siguientes prescripciones de las normas ASTM C39 y la NTP 339.034:

- ✓ Se demanda una máquina de ensayo capacitada para conservar una velocidad de carga perenne y uniforme.
- ✓ Es necesario que se mida en la muestra con forma de cilindro su diámetro y altura, con el calibrador micrométrico con aproximación de 0.1mm.
- ✓ Se posiciona el espécimen encima del bloque de apoyo inferior para luego centrarlo sobre su eje.
- ✓ Aplicar una carga de manera constante y continúa evadiendo choques. Se tendrá en cuenta los rangos del  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s para la velocidad de carga.
- ✓ Tomar apuntes de las cargas máximas, los tipos de rotura y alguna otra información concerniente a la reacción y aspecto del concreto.
- ✓ Para el cálculo:

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

Donde:

R = Resistencia a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Carga o fuerza máxima (kg)

A = Sección de la probeta (cm<sup>2</sup>)

**Imagen 4** Ensayo de resistencia a la compresión



**Fuente:** Elaborado por los autores.

### Ensayo a los siete días de curado

A los 7 días se llevaron los especímenes cilíndricos 6" x 12", para ser evaluadas y comprobar cuanta fuerza son capaces de resistir a través de la prensa hidráulica, 2 del diseño patrón, 2 con 0.23% con la incorporación de fibra de escoba de nylon con respecto al peso del cemento y 2 con 0.46% con incorporación de fibra de escoba de nylon en lo que respecta al peso del cemento, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

**Tabla 15** Resultados de los ensayos a la compresión de la muestra patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRÓN	7 días	30.10	15.22	181.9	30030	165 kg/cm <sup>2</sup>	78.6
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN	7 días	30.15	15.16	180.5	29187	162 kg/cm <sup>2</sup>	77.0
Variación						2.1%	

**Fuente:** Elaboración propia.

**Interpretación de la tabla N°16**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño patrón, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 165 kg/cm<sup>2</sup> y 162 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 16** Resultados de los ensayos a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	7 días	30.11	15.19	181.2	31710	177 kg/cm <sup>2</sup>	84.1
PROBETA N° 02 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	7 días	30.14	15.23	182.2	30438	169 kg/cm <sup>2</sup>	80.3
Variación						4.6%	

**Fuente:** Elaborado por los autores..

**Interpretación de la tabla N°17**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.23% de fibra, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 177 kg/cm<sup>2</sup> y 169 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 17** Resultados de los ensayos a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	7 días	30.09	15.20	181.5	34022	188 kg/cm <sup>2</sup>	89.4
PROBETA N° 02 FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	7 días	30.16	15.23	182.2	32977	181 kg/cm <sup>2</sup>	86.2
Variación						3.6%	

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°18**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.46% de fibra, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 188 kg/cm<sup>2</sup> y 181 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 18** Resultados finales de los ensayos a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon a los 7 días

MUESTRA	N°	ESFUERZO	F'c	%
DISEÑO	1°	165 kg/cm <sup>2</sup>	164 Kg/cm <sup>2</sup>	78%
PATRÓN	2°	162 kg/cm <sup>2</sup>		

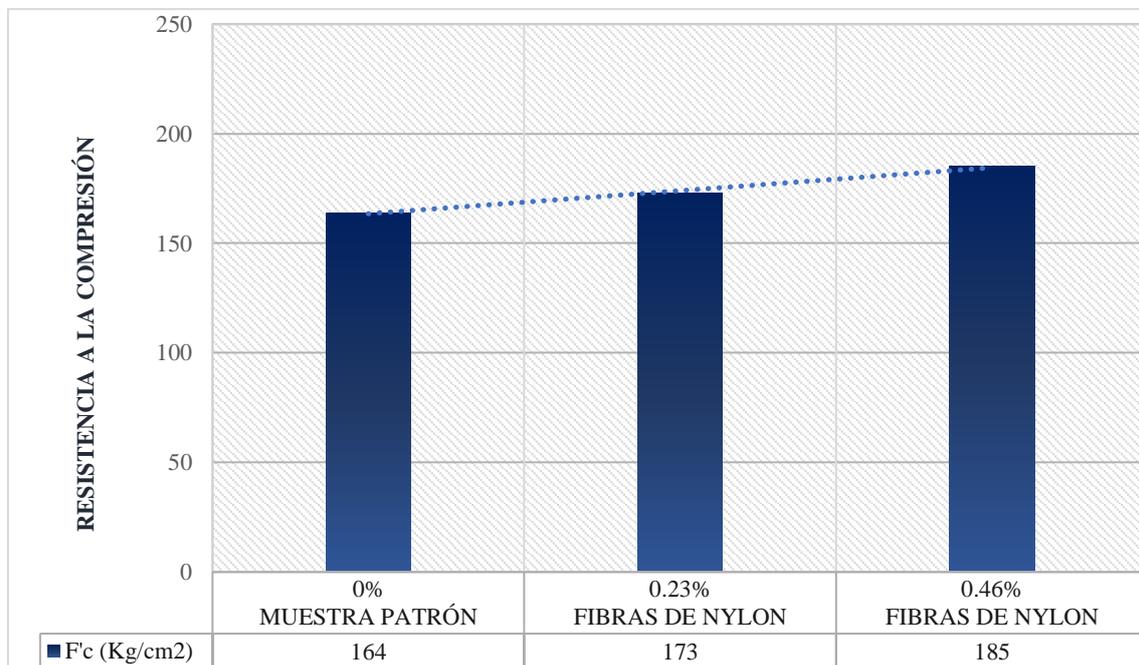
0.23% FIBRA DE NYLON	1°	177 kg/cm <sup>2</sup>	173 Kg/cm <sup>2</sup>	82%
	2°	169 kg/cm <sup>2</sup>		
0.46% FIBRA DE NYLON	1°	188 kg/cm <sup>2</sup>	185 Kg/cm <sup>2</sup>	88%
	2°	181 kg/cm <sup>2</sup>		

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°19,** esta tabla nos muestra el promedio de la resistencia a la compresión de los 2 especímenes del diseño patrón, 2 con 0.23% de fibras y 2 con 0.46% con incorporación de fibras de escoba de nylon, obteniendo el  $f'c$  de 164 kg/cm<sup>2</sup>, 164 kg/cm<sup>2</sup> y 173 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

El grafico N°19, nos muestra la comparación de la resistencia a la compresión a los siete días para cada una de los tres diseños de mezclas:

**Imagen 5** Resistencia a la compresión a los 7 días



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Análisis del grafico N°5:** Como se puede visualizar, a medida que se va adicionando las fibras de escoba de nylon influyen aumentando en la resistencia a la compresión a los 7 días; en esta edad según la norma la resistencia del concreto debe estar por el 65% en relación a la resistencia de diseño (210 Kg/cm<sup>2</sup>), y con respecto al diseño patrón se obtuvo un  $f'c$ =164 kg/cm<sup>2</sup> siendo el 78%, si incorporamos el 0.23% con fibras de escoba de nylon el  $f'c$ =173 kg/cm<sup>2</sup> llegando al 82%. Al incorporar el 0.46% de fibras el concreto alcanza

un  $f'c=185 \text{ kg/cm}^2$  el porcentaje representativo aumenta a un 88% obteniendo a un punto máximo, superando en ambos casos lo reglamentado.

### Ensayo a los catorce días de curado

En los 14 días se llevaron los especímenes cilíndricos 6" x 12", para ser evaluadas y comprobar cuanta fuerza son capaces de resistir a través de la prensa hidráulica, 2 del diseño patrón, 2 con 0.23% con la incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento y 2 con 0.46% con incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

**Tabla 19** Resultados de los ensayos a la compresión de la muestra patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRÓN	14 días	30.14	15.18	181.0	33977.4	188 kg/cm <sup>2</sup>	89.4
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRÓN	14 días	30.15	15.16	180.5	33205.6	184 kg/cm <sup>2</sup>	87.6
Variación						2.0%	

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°20**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño patrón, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 188 kg/cm<sup>2</sup> y 184 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 20** Resultados de los ensayos a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 03 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	14 días	30.10	15.14	180.0	35197.4	196 kg/cm <sup>2</sup>	93.1
PROBETA N° 04 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	14 días	30.18	15.16	180.5	36389.7	202 kg/cm <sup>2</sup>	96.0
Variación						3.1%	

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°21**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.23% de fibra, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 196 kg/cm<sup>2</sup> y 202 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 21** Resultados de los ensayos a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 03	14 días	30.10	15.16	180.5	37409.1	207 kg/cm <sup>2</sup>	98.7
FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>							
PROBETA N° 04	14 días	30.15	15.13	179.8	36585.7	203 kg/cm <sup>2</sup>	96.9
FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>							
Variación						1.8%	

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°22**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.46% de fibra, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 207 kg/cm<sup>2</sup> y 203 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 22** Resultados finales de los ensayos a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon a los 14 días

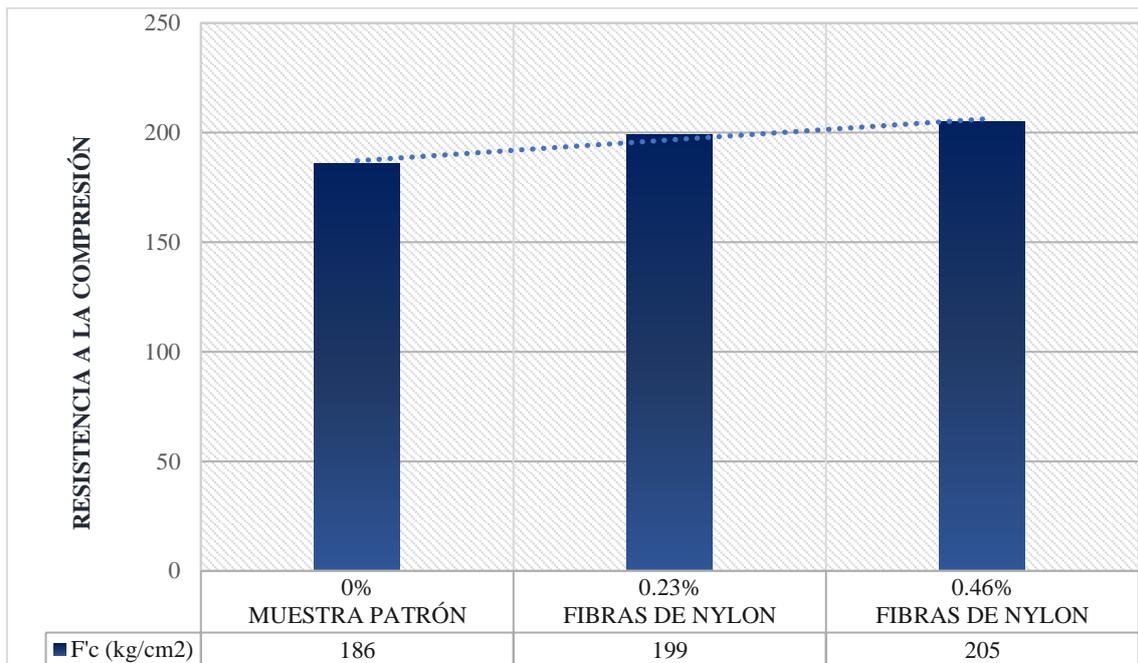
MUESTRA	N°	ESFUERZO	F'c	%
DISEÑO	3°	188 kg/cm <sup>2</sup>	186 Kg/cm <sup>2</sup>	89%
PATRÓN	4°	184 kg/cm <sup>2</sup>		
0.23% FIBRA DE NYLON	3°	196 kg/cm <sup>2</sup>	199 Kg/cm <sup>2</sup>	95%
	4°	202 kg/cm <sup>2</sup>		
0.46% FIBRA DE NYLON	3°	207 kg/cm <sup>2</sup>	205 Kg/cm <sup>2</sup>	98%
	4°	203 kg/cm <sup>2</sup>		

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°23**, esta tabla nos muestra el promedio de la resistencia a la compresión de los 2 especímenes del diseño patrón, 2 con 0.23% de fibras y 2 con 0.46% con incorporación de fibras de escoba de nylon, obteniendo el  $f'c$  de 186 kg/cm<sup>2</sup>, 199 kg/cm<sup>2</sup> y 205 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

El grafico N° 6, nos muestra la comparación de la resistencia a la compresión a los catorce días para cada una de los tres diseños de mezclas:

**Imagen 6 Resistencia a la compresión a los 14 días**



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Análisis del gráfico N°6:** Como se puede visualizar, a medida que se va adicionando las fibras de escoba de nylon influyen aumentando en la resistencia a la compresión a los 14 días; en esta edad según la normativa la resistencia del concreto debe estar por el 90% en relación a la resistencia de diseño ( $210 \text{ Kg/cm}^2$ ), y con respecto al diseño patrón se obtuvo un  $f'c=186 \text{ kg/cm}^2$  siendo el 89%, si incorporamos el 0.23% con fibras de escoba de nylon el  $f'c=199 \text{ kg/cm}^2$  llegando al 95%. Al incorporar el 0.46% de fibras el concreto alcanza un  $f'c=205 \text{ kg/cm}^2$  el porcentaje representativo aumenta a un 98% obteniendo a un punto máximo, superando en ambos casos lo reglamentado.

### **Ensayo a los veintiocho días de curado**

En la edad de 28 días se llevaron los especímenes cilíndricos 6" x 12", para ser evaluadas y comprobar cuanta fuerza son capaces de resistir a través de la prensa hidráulica, 2 del diseño patrón, 2 con 0.23% con la incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento y 2 con 0.46% con incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

**Tabla 23** Resultados de los ensayos a la compresión de la muestra patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 05	28	30.14	15.13	179.8	39945.9	222 kg/cm <sup>2</sup>	105.8
DISEÑO PATRÓN	días						
PROBETA N° 06	28	30.15	15.22	181.9	41683.4	229 kg/cm <sup>2</sup>	109.1
DISEÑO PATRÓN	días						
Variación						3.1%	

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°24**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño patrón, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 222 kg/cm<sup>2</sup> y 229 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 24** Resultados de los ensayos a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 05	28	30.10	15.19	181.2	43383.9	239 kg/cm <sup>2</sup>	114.0
FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	días						
PROBETA N° 06	28	30.18	15.11	179.3	44095.5	246 kg/cm <sup>2</sup>	117.1
FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	días						
Variación						2.7%	

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°25**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.23% de fibra, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 239 kg/cm<sup>2</sup> y 246 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 25** Resultados de los ensayos a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	ALTURA	DIÁMETRO	SECCIÓN	FUERZA MÁXIMA	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 05	28	30.14	15.16	180.5	46927.5	260 kg/cm <sup>2</sup>	123.8
FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	días						
PROBETA N° 06	28	30.18	15.13	179.8	47987.9	267 kg/cm <sup>2</sup>	127.1
FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	días						

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°26**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la compresión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.46% de fibra, a través de la carga que se ejerce sobre la sección de la probeta, obteniendo el  $f'c$  de 260 kg/cm<sup>2</sup> y 267 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 26** Resultados finales de los ensayos a compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon a los 28 días

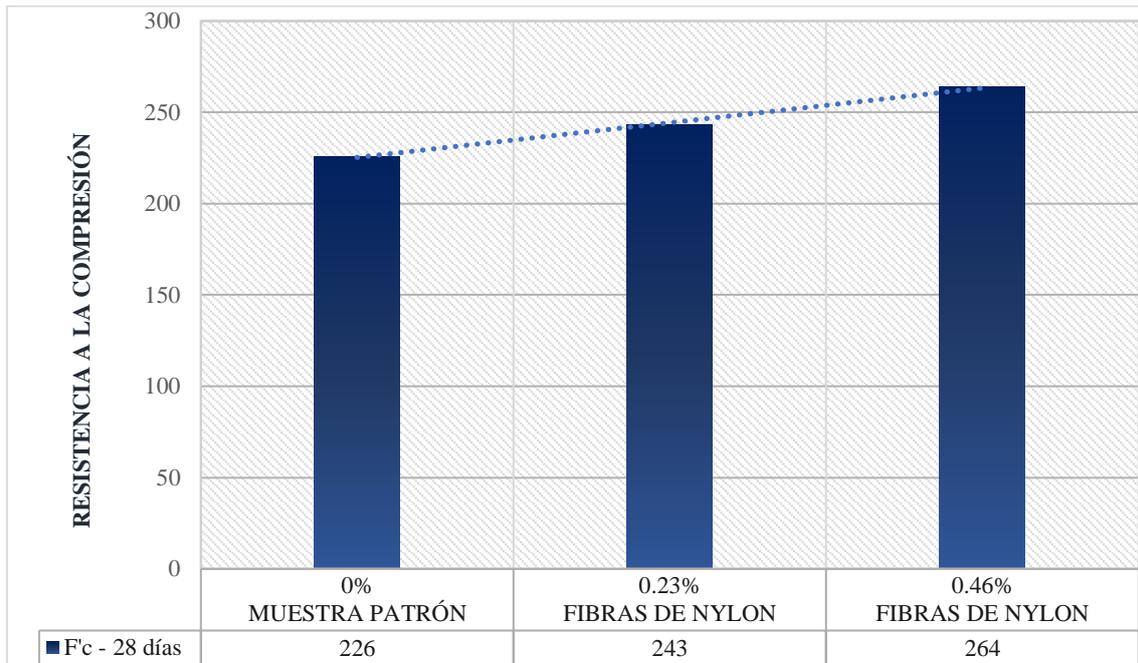
MUESTRA	N°	ESFUERZO	F'c	%
DISEÑO	5°	222 kg/cm <sup>2</sup>	226 Kg/cm <sup>2</sup>	108%
PATRÓN	6°	229 kg/cm <sup>2</sup>		
0.23% FIBRA	5°	239 kg/cm <sup>2</sup>	243 Kg/cm <sup>2</sup>	116%
DE NYLON	6°	246 kg/cm <sup>2</sup>		
0.46% FIBRA	5°	260 kg/cm <sup>2</sup>	264 Kg/cm <sup>2</sup>	126%
DE NYLON	6°	267 kg/cm <sup>2</sup>		

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°27**, esta tabla nos muestra el promedio de la resistencia a la flexión de los del diseño patrón obteniendo el  $f'c$  de 226 kg/cm<sup>2</sup>; en el diseño con 0.23% de fibras el  $f'c$  es 243 kg/cm<sup>2</sup> aumentando el porcentaje un 116% en relación al diseño patrón y en el diseño con 0.46% de fibras el  $f'c$  es 264 kg/cm<sup>2</sup> llegando a un porcentaje máximo de 126% en relación al diseño patrón.

El grafico N°7: nos muestra la comparación de la resistencia a la compresión a los veintiocho días para cada una de los tres diseños de mezclas:

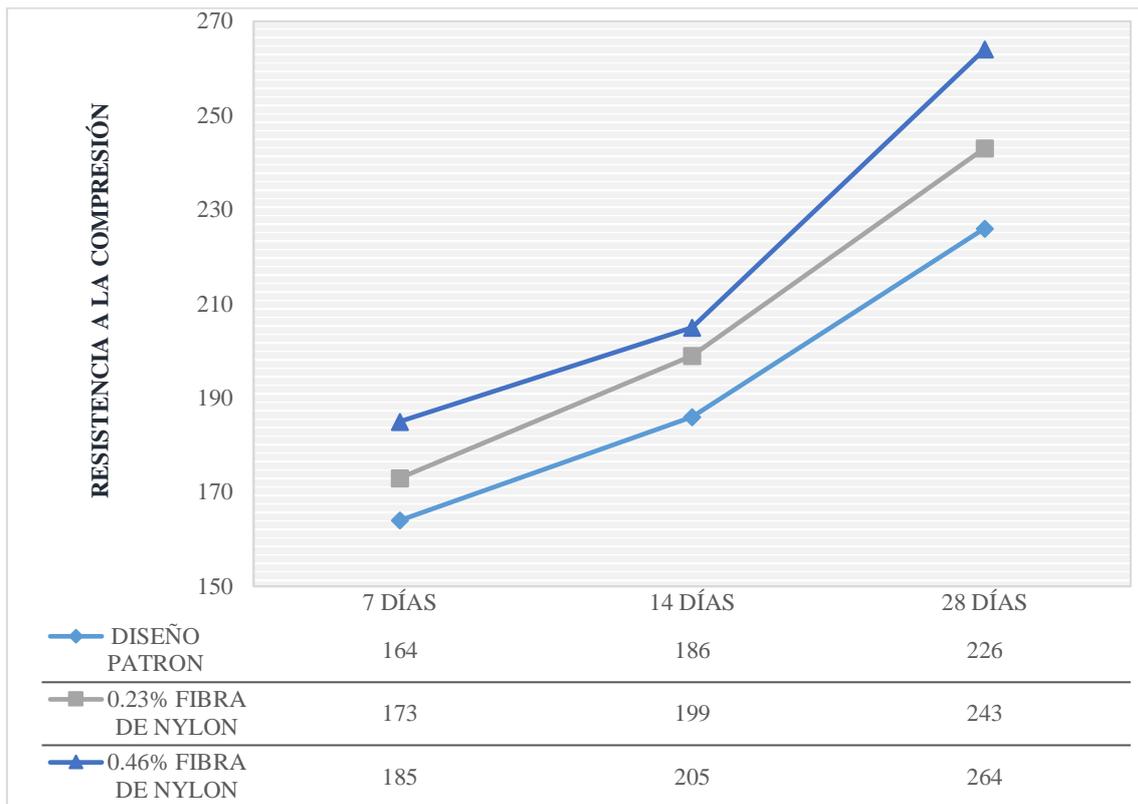
**Imagen 7** Resistencia a la compresión a los 28 días



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Análisis del gráfico N°7:** Como se puede visualizar, a medida que se va adicionando las fibras de escoba de nylon influyen aumentando en la resistencia a la compresión a los 28 días; en esta edad según la normativa la resistencia del concreto debe estar por el 99% en relación a la resistencia de diseño ( $210 \text{ Kg/cm}^2$ ), y con respecto al diseño patrón se obtuvo un  $f'c=226 \text{ kg/cm}^2$  siendo el 108%, si incorporamos el 0.23% con fibras de escoba de nylon el  $f'c=243 \text{ kg/cm}^2$  llegando al 116%. Al incorporar el 0.46% de fibras el concreto alcanza un  $f'c=264 \text{ kg/cm}^2$  el porcentaje representativo aumenta a un 126% obteniendo a un punto máximo, superando en ambos casos lo reglamentado.

**Imagen 8** Resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días.



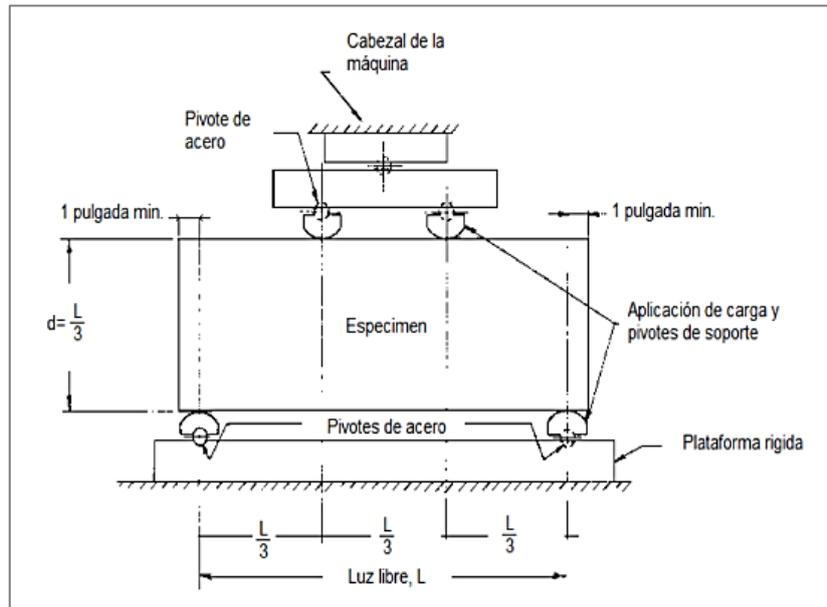
**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Análisis del gráfico N°8:** Al analizar este gráfico lineal, el comportamiento de cada tipo de diseño en sus respectivas edades, se puede concluir que la respuesta del diseño patrón ante los ensayos de compresión fue que estuvo dentro de los parámetros reglamentados, pero fue inferior ante los otros dos diseños con fibra; sin embargo, el diseño que tuvo mayor capacidad de resistencia a la compresión superando la resistencia diseñada, fue el concreto con el 0.46% con fibra de escoba de nylon, obteniendo a los 28 días una resistencia final de 264 kg/cm<sup>2</sup>.

### 3.4 Evaluación del ensayo de resistencia a la flexión

Para este ensayo se tomaron en cuenta las siguientes prescripciones de las normas ASTM C78 y NTP 339.078/ 339.079:

**Imagen 9** Esquema del ensayo a flexión



**Fuente:** ASTM C78

- ✓ Se contrastan las muestras de concreto como aparece en la imagen.
- ✓ Se ubica en la prensa automática para ser ensayada.
- ✓ Tomar apuntes de las cargas máximas y alguna otra información concerniente a la reacción del concreto.
- ✓ Para el cálculo:

$$Mr = \frac{P \times L}{b \times h^2}$$

Donde:

Mr = Modulo de rotura (kg/cm<sup>2</sup>)

P = Carga máxima aplicada (kg)

L = Luz libre (cm)

b = Ancho promedio de la viga

h = Altura promedio de la viga(cm)

**Imagen 10** Ensayo de resistencia a la flexión



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Ensayo a los veintiocho días de curado**

A los 28 días de edad se llevaron los especímenes prismáticos, para ser evaluadas y comprobar cuanta fuerza son capaces de resistir a través de la prensa hidráulica, 2 vigas del diseño patrón, 2 vigas con el 0.23% con la incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento y 2 vigas con el 0.46% con incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

**Tabla 27** Resultados de los ensayos a la flexión de la muestra patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	LUZ	ANCHO	ALTURA	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 DISEÑO PATRÓN	28 días	3077.4 Kg	45.0 cm	15.2 cm	15.1 cm	40 $\text{kg/cm}^2$
VIGA N° 02 DISEÑO PATRÓN	28 días	3168.3 Kg	45.0 cm	15.1 cm	15.2 cm	41 $\text{kg/cm}^2$

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N° 28**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la flexión de cada espécimen cilíndrico del diseño patrón, a través de la fórmula ya explicada con anterioridad, obteniendo el  $M_r$  de  $40\text{ kg/cm}^2$  y  $41\text{ kg/cm}^2$  respectivamente.

**Tabla 28** Resultados de los ensayos a la flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	LUZ	ANCHO	ALTURA	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 03 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	28 días	3481.3 Kg	45.0 cm	15.2 cm	15.1 cm	45 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 04 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	28 días	3522.1 Kg	45.0 cm	15.1 cm	15.2 cm	45 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°29**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la flexión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.23% de fibra, a través de la fórmula ya explicada con anterioridad, obteniendo el  $M_r$  de 45 kg/cm<sup>2</sup> y 45 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 29** Resultados de los ensayos a la flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	LUZ	ANCHO	ALTURA	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 05 FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	28 días	3657.4 Kg	45.0 cm	15.2 cm	15.1 cm	47 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	28 días	3708.1 Kg	45.0 cm	15.1 cm	15.2 cm	48 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°30**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la flexión de cada espécimen cilíndrico del diseño con 0.46% de fibra, a través de la fórmula ya explicada con anterioridad, obteniendo el  $M_r$  de 47 kg/cm<sup>2</sup> y 48 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 30** Resultados finales de los ensayos a flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon a los 28 días

MUESTRA	N°	MÓDULO DE ROTURA	$M_r$	%
DISEÑO	1°	40 kg/cm <sup>2</sup>		
PATRÓN	2°	41 kg/cm <sup>2</sup>	41 Kg/cm <sup>2</sup>	19.5%
0.23% FIBRA	3°	45 kg/cm <sup>2</sup>		
DE NYLON	4°	45 kg/cm <sup>2</sup>	45 Kg/cm <sup>2</sup>	21.4%

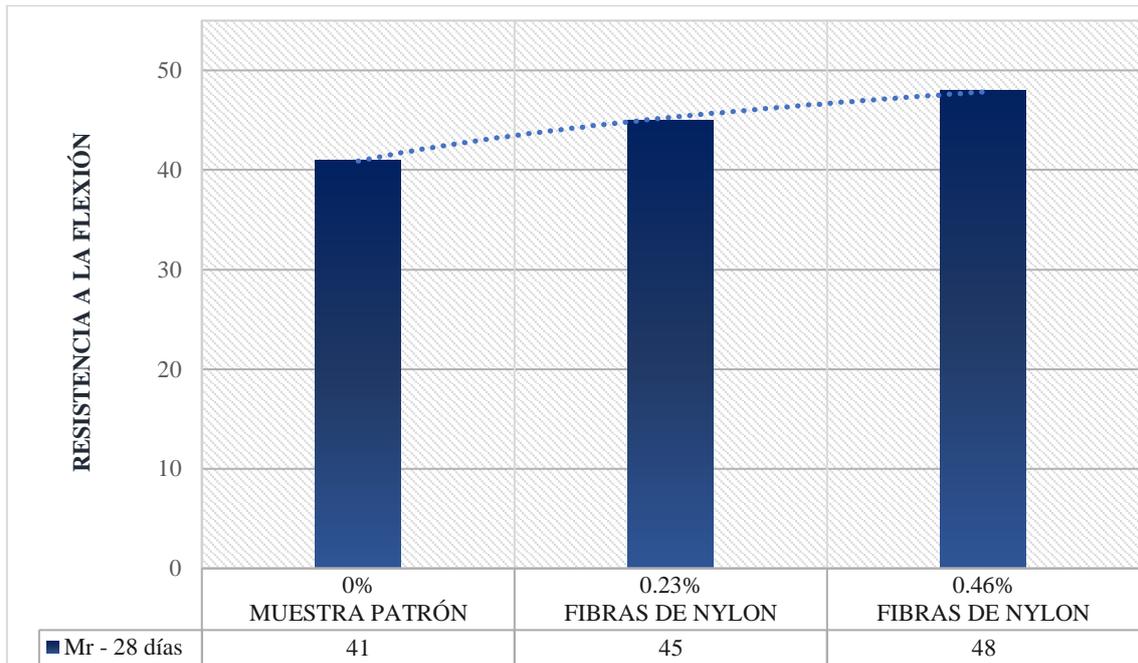
0.46% FIBRA DE NYLON	5°	47 kg/cm <sup>2</sup>	48 Kg/cm <sup>2</sup>	22.9%
	6°	48 kg/cm <sup>2</sup>		

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°31,** esta tabla nos muestra el promedio de la resistencia a la flexión de los del diseño patrón obteniendo el  $M_R$  de 41 kg/cm<sup>2</sup>; en el diseño con 0.23% de fibras el  $R_T$  es 45 kg/cm<sup>2</sup> mejorando un 21.4% en relación al diseño patrón y en el diseño con 0.46% de fibras el  $R_T$  es 48 kg/cm<sup>2</sup> se alcanza a un porcentaje máximo de 22.86% en relación al valor proporcional del 10% del  $f'c= 210Kg/cm^2$  según norma.

El grafico N°11, nos muestra la comparación de la resistencia a la flexión a los veintiocho días para cada una de los tres diseños de mezclas:

**Imagen 11** Resistencia a la flexión a los 28 días



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Análisis del grafico N°11:** Como se puede visualizar, a medida que se va adicionando las fibras de escoba de nylon influyen aumentando en la resistencia a la flexión a los 28 días; a esta edad el resultado de la muestra patrón se tiene un  $M_r=41kg/cm^2$  que supera el 10% del  $f'c$  según norma en un 19.5%, se observa que si incorporamos 0.23% de fibra de escoba de nylon se obtuvo un  $M_r=45 kg/cm^2$  equivalente al 21.4% el cual supera los parámetros de la norma. Al añadirle el 0.46% de fibra de escoba de nylon continúa

creciendo el  $M_r=48 \text{ kg/cm}^2$  equivalente al 22.9% sobrepasando los parámetros de la norma.

### 3.5 Evaluación del ensayo de resistencia a la tracción

Para este ensayo se tomaron en cuenta las siguientes prescripciones de las normas ASTM C496

- ✓ Se marcan los especímenes de concreto como se muestra en la Figura.
- ✓ Se coloca en la prensa automática y se ensaya.
- ✓ Tomar apuntes de las cargas máximas y alguna otra información concerniente a la reacción del concreto.
- ✓ Para el cálculo:

$$R_T = \frac{2 \times P}{\pi \times D \times L}$$

Donde:

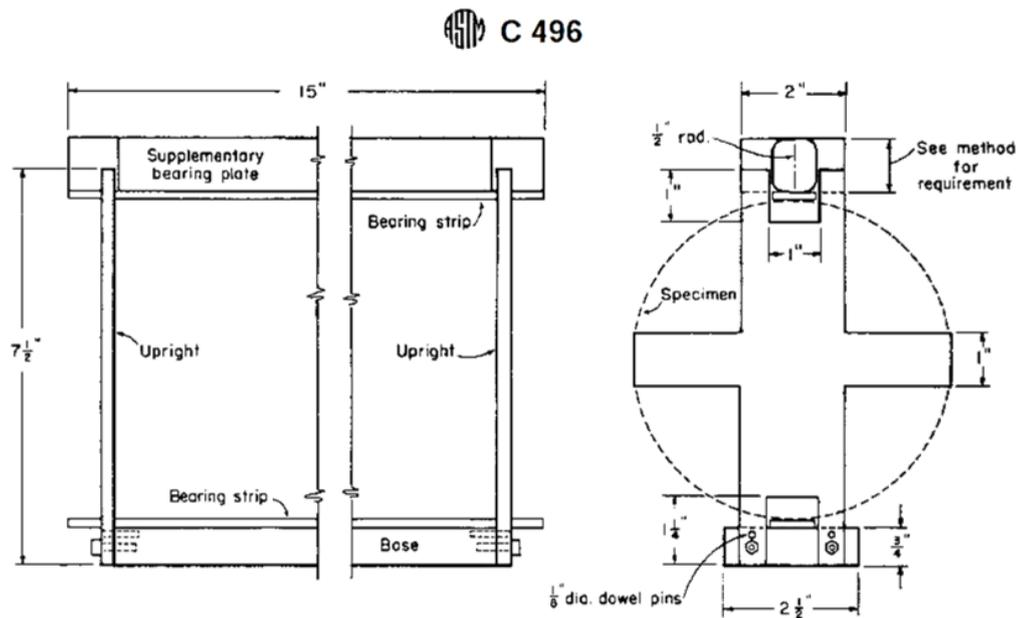
$R_T$  = Resistencia a la tracción ( $\text{kg/cm}^2$ )

$P$  = Carga máxima aplicada (kg)

$D$  = Diámetro (cm)

$L$  = Longitud (cm)

**Imagen 12** Esquema del ensayo a tracción



**Fuente:** ASTM C496

**Imagen 13** Ensayo de resistencia a la tracción



**Fuente:** Elaboración propia.

**Ensayo a los veintiocho días de curado**

En los 28 días se llevaron los especímenes cilíndricos 6" x 12", para ser evaluadas y comprobar cuanta fuerza son capaces de resistir a través de la prensa hidráulica, 2 del diseño patrón, 2 con el 0.23% con la incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento y 2 con el 0.46% con incorporación de fibras de escoba de nylon con respecto al peso del cemento, obteniendo los resultados mostrados a continuación:

**Tabla 31** Resultados de los ensayos a tracción de la muestra patrón de  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	LONGITUD	DIÁMETRO	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRÓN	28 días	10787.6 Kg.	30.2 cm	15.1 cm	15.1 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN	28 días	11678.3 Kg.	30.1 cm	15.2 cm	16.2 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°32**, esta tabla nos muestra el cálculo de la resistencia a la tracción de cada espécimen cilíndrico del diseño patrón, a través de la fórmula ya explicada anteriormente, obteniendo el  $f'c$  de 15.1 kg/cm<sup>2</sup> y 16.2 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Tabla 32** Resultados de los ensayos a la tracción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.23% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	LONGITUD	DIÁMETRO	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 03 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	28 días	13769.3 Kg.	30.11 cm	15.1 cm	19.3 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 04 FIBRA 800 g/m <sup>3</sup>	28 días	13273.0 Kg.	30.18 cm	15.2 cm	18.4 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Tabla 33** Resultados de los ensayos a la tracción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando 0.46% de fibra de escoba de nylon.

IDENTIFICACIÓN	EDAD	FUERZA MÁXIMA	LONGITUD	DIÁMETRO	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 05 FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	28 días	15572.7 Kg.	30.14 cm	15.1 cm	21.6 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 06 FIBRA 1600 g/m <sup>3</sup>	28 días	16424.7 Kg.	30.16 cm	15.2 cm	23.0 kg/cm <sup>2</sup>

**Fuente:** Elaboración por los autores.

**Tabla 34** Resultados finales de los ensayos a tracción del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon a los 28 días

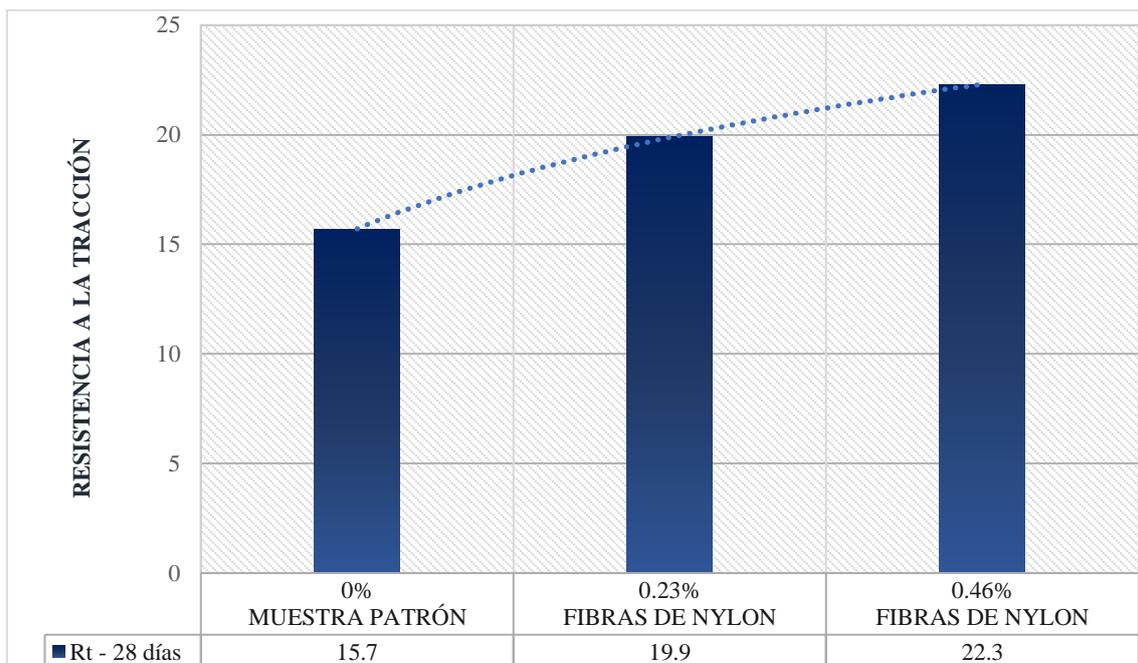
MUESTRA	N°	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL	TRACCIÓN	%
DISEÑO	1°	15.1 kg/cm <sup>2</sup>	15.7 Kg/cm <sup>2</sup>	7.5%
PATRÓN	2°	16.2 kg/cm <sup>2</sup>		
0.23% FIBRA DE NYLON	3°	19.3 kg/cm <sup>2</sup>	19.9 Kg/cm <sup>2</sup>	9.5%
	4°	18.4 kg/cm <sup>2</sup>		
0.46% FIBRA DE NYLON	5°	21.6 kg/cm <sup>2</sup>	22.3 Kg/cm <sup>2</sup>	10.6%
	6°	23.0 kg/cm <sup>2</sup>		

**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Interpretación de la tabla N°35**, esta tabla nos muestra el promedio de la resistencia a la tracción de los del diseño patrón obteniendo el  $R_T$  de  $15.7 \text{ kg/cm}^2$ ; en el diseño con 0.23% de fibras el  $R_T$  es  $19.9 \text{ kg/cm}^2$  aumentando el porcentaje un 9.5% en relación al diseño patrón y en el diseño con 0.46% de fibras el  $R_T$  es  $22.3 \text{ kg/cm}^2$  en el cual se alcanza un máximo de 10.6% en relación al valor proporcional que oscila por 8% del  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  según norma.

El grafico N°14, nos muestra la comparación de la resistencia a la flexión a los veintiocho días para cada una de los tres diseños de mezclas:

**Imagen 14** Resistencia a la tracción a los 28 días



**Fuente:** Elaborado por los autores.

**Análisis del gráfico N°14:** Como se puede visualizar, a medida que se va adicionando las fibras de escoba de nylon influyen aumentando en la resistencia a la tracción a los 28 días; a esta edad el resultado de la muestra patrón se tiene un  $R_t = 15.7 \text{ kg/cm}^2$  que supera el 8% del  $f'c$  según norma en un 7.5%, se observa que si incorporamos 0.23% de fibra de escoba de nylon se obtuvo un  $R_t = 19.9 \text{ kg/cm}^2$  equivalente al 9.5% el cual supera los parámetros de la norma. Al añadirle el 0.46% de fibra de escoba de nylon continúa creciendo el  $R_t = 22.3 \text{ kg/cm}^2$  equivalente al 10.6% sobrepasando los parámetros de la norma.

#### **IV. CONCLUSIONES**

1. Se concluyó que al incorporar fibras de escoba de nylon influyó de manera positiva en las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , debido a que en los dos diseños presentados con el 0.23% y 0.46% de fibra, con respecto al peso del cemento, los resultados registrados mostraron una buena respuesta del concreto ante la incorporación de las fibras, siendo el diseño con mayor fibra el que tuvo un mejor comportamiento.
2. La incorporación de fibras de escoba de nylon influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . En el diseño con 0.23% de fibra de escoba de nylon, la capacidad de resistencia a compresión aumentó el 16%; en el diseño con el 0.46% de fibra, los resultados siguieron aumentando el 26%.
3. La incorporación de fibras de escoba de nylon incrementó de manera considerable en la resistencia a la flexión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Para diseño con 0.23% de fibras de escoba de nylon la capacidad de resistencia a la flexión incrementó el 11.4%; para el diseño con el 0.46% de fibra, los resultados continuaron incrementando el 12.9%.
4. La incorporación de fibras de escoba de nylon contribuyó de forma positiva en la resistencia a la tracción del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . Para diseño con 0.23% de fibras de escoba de nylon la capacidad de resistencia a la tracción aumentó 1.5%; en el diseño con 0.46% de fibras, los resultados aumentaron 2.6%.

## **V. DISCUSIONES**

Según el resultado obtenido de la investigación, la incorporación de fibras de escoba de nylon a un concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  aumenta la resistencia a la compresión ya que al adicionar el 0.23% de fibras de nylon mejora la resistencia a la compresión a los 28 días de curado con el +16%, al adicionar 0.43% de fibras mejora la resistencia a la compresión con el +26%; sin embargo, en relación a los resultados de la tesis con fibras de bagazo de caña de azúcar de Espinoza Carvajal, Jonathan los ensayos realizados en esta muestra no lograron alcanzar la resistencia obtenida, solo el diseño con 1.5% de fibra se considera aceptable, y los demás diseños 2.5%, 5% y 8% reducen más del 50% la resistencia a la compresión.

Según el resultado obtenido de la investigación, la incorporación de fibras de escoba de nylon a un concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  aumenta la resistencia a la tracción +2.6% con una dosificación del 0.46% de fibras de nylon; la resistencia a la flexión a los 28 días de curado con la misma dosificación el módulo de rotura incrementa +12.9%; además, con esta misma proporción 0.43% de fibra la resistencia a la compresión incrementa +26%; al comparar los resultados en relación a de la tesis con fibras de acero de Carranza Vergaray, Johan los ensayos realizados en esta muestra, se lograron incrementar la resistencia a la tracción +39%, de la misma manera para la resistencia a la flexión +95% con una dosificación del 5.2%; sin embargo, disminuye la resistencia a la compresión -26%, siendo aplicable este diseño en losas de concreto, ya que estos elementos están sometidos a grandes esfuerzos de flexión.

Según el resultado obtenido de la investigación, la incorporación de fibras de escoba de nylon a un concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  aumenta la resistencia a la compresión ya que al adicionar el 0.23% de fibras de nylon mejora +16% la resistencia a la compresión a los 28 días de curado, al adicionar 0.43% de fibras mejora +26% la resistencia a la compresión; al comparar, la relación a los resultados de la tesis con fibras de vidrio de García Chambilla, Bleger los ensayos realizados en esta muestra lograron alcanzar la resistencia obtenida, el diseño con 0.025% incremento +6.65%, el diseño con 0.075% incremento +2.26% y el diseño con 0.125% incremento +1.26%.

Según el resultado obtenido de la investigación, la incorporación de fibras de escoba de nylon a un concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ , con una proporción de 0.46% de fibra aumenta la resistencia a la compresión +16%, la resistencia a la flexión +26% a los 28 días de

curado, pero la trabajabilidad disminuye; en relación a los resultados de la tesis con fibras metálicas de Lao Odicio, Wendy se concluyó que también estas fibras mejoraban la compresión y flexión, recomendando de igual manera utilizar un plastificante para mejorar la trabajabilidad .

Según el resultado obtenido de la investigación, la incorporación de fibras de escoba de nylon a un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , aumenta la resistencia a la compresión  $264 \text{ kg/cm}^2$  con una dosificación del 0.46% de fibras de nylon; la resistencia a la flexión incrementa  $48 \text{ kg/cm}^2$ ; al comparar, la relación a los resultados de la tesis con fibras de vidrio tipo E de Mantilla Arias, Jessica los ensayos realizados en esta muestra lograron alcanzar la resistencia obtenida, el diseño con el 3% de fibra se obtiene una resistencia de  $274.64 \text{ kg/cm}^2$ , con respecto a la resistencia a la flexión la viga en la se incorporó el 3% de fibra de vidrio en los ensayos llegan a mostrar una resistencia de 38.85%.

Peña, Wagner (2017) en la tesis “reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de Carbono armado con láminas de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar Mi vivienda Parioco Breña – Lima 2017”. Publicada por la Universidad César Vallejo, Perú. Se tiene como objetivo principal determinar la relación con la lámina de las fibras de carbono y el concreto armado reforzado en las vigas.

En dicha investigación se verifico el incremento en la resistencia a compresión y el buen confinamiento en las probetas que estaban con los refuerzos de láminas de fibra de carbono en el concreto, además mejora la ductilidad porque al someter a esfuerzos al elementos mejorando se deforma mas no disminuye su capacidad resistentes y también mejoró la resistencia notablemente en la prueba a la flexión. La fibra de carbón no sufrió daño alguno cuando se realizaron las pruebas de falla de rotura, siendo el concreto el cual recibió el daño.

Según los efectos que se lograron de esta investigación la incorporación de fibras de escoba de nylon a un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con una proporción de 0.46% de fibra aumenta la resistencia a la compresión +16%, la resistencia a la flexión +26% a los 28 días de curado, pero la trabajabilidad disminuye; en relación a los resultados de la tesis de láminas de fibra de carbono de Peña Ponte, Wagner se concluyó que también estas fibras mejoraban la resistencia a la compresión y flexión, siendo la fibra de carbón la que no sufrió daño alguno cuando se realizaron las pruebas de falla de rotura.

Según el resultado obtenido de la investigación, la incorporación de fibras de escoba de nylon a un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con una dosificación del 0.46% de fibras de nylon la resistencia a la compresión incrementa +26%; la resistencia a la flexión a los 28 días de curado con la misma dosificación el módulo de rotura incrementa +12.9%; además, con esta misma proporción 0.43% de fibra aumenta la resistencia a la tracción +2.6% ; al comparar los resultados en relación a de la tesis con mucilago de tuna de Ramos Vásquez, Jhosselyn los ensayos realizados en esta muestra, aumenta la resistencia a la compresión +25.46% de la misma forma para la resistencia a la flexión +4.0% con una dosificación del 2%; además incrementa la resistencia a la tracción +8.68%, siendo aplicable este diseño en losas de concreto, ya que estos elementos están sometidos a grandes esfuerzos de flexión.

## **V. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que las fibras de escoba de nylon tengan un tamaño de 5 cm de longitud, y para futuras investigaciones realizar más de dos diseños de mezcla con incorporaciones de fibra a fin de hallar el porcentaje más óptimo.
2. Se recomienda usar un plastificante para obtener una mayor trabajabilidad de la mezcla con mayores porcentajes de incorporaciones de fibras de escoba de nylon; ya que, a medida que se va aumentando la cantidad de fibra, esta también causa que se disminuya la trabajabilidad.
3. Se recomienda incorporar las fibras de escoba de nylon al final del proceso, a fin de obtener una mejor trabajabilidad y una mezcla más uniforme.
4. Es recomendable ajustar bien los moldes de acero para las vigas; ya que, de no estar bien aseguradas tendrán medidas ligeramente mayores; y estas, al momento de posicionarlas serán muy difíciles de hacerlas encajar y también de retirar, o inclusive hay la posibilidad que no se realice el ensayo a ese espécimen.
5. Se recomendaría realizar un ensayo de control de fisuras para evaluar el comportamiento de concreto sin fibra en relación al concreto con los diferentes porcentajes de fibra de escoba de nylon.
6. A los futuros tesistas se recomienda realizar los ensayos de resistencia a flexión y tracción en sus diferentes edades, como en el caso del ensayo por compresión para obtener más información de su comportamiento.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Carranza, J. (2018). Aplicación de fibras de acero para mejorar el comportamiento mecánico del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en losas industriales en el distrito de Huarochirí-Lima. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/19529>

Carrión, F. (2015). Materiales para el diseño de productos textiles. (Tesis pregrado). Recuperado de [https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=320076/2014/1/54816/poliamida\\_word-5467.pdf](https://ocw.upc.edu/sites/all/modules/ocw/estadistiques/download.php?file=320076/2014/1/54816/poliamida_word-5467.pdf)

Castagne, A. (2013). Es conveniente reforzar el concreto con viruta de cuero, en Lima. (Tesis de título, Universidad Ricardo Palma). (Acceso 15 de junio del 2018).

Castellón, H. y De la Ossa, K. (2013). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. (Tesis, Universidad de Cartagena), (Acceso 10 de abril de 2018).

Costa, A. (2012). Estudio de hormigones y morteros aligerados con agregados de plástico reciclado como árido y carga en la mezcla. (Tesis de grado, Universidad Politécnica de Cataluña). (Acceso 25 de mayo de 2018).

Dávila, M. (2010) Efecto de la adición de fibras sintéticas sobre las propiedades plásticas y mecánicas del concreto. (Tesis de Magister). Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México, México.

Espinoza, J. (2015) Comportamiento mecánico del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. (Tesis de Magister). Universidad de Cuenca, Azuay, Ecuador.

Estrada, J. (2016) Estudio de propiedades físicas mecánicas y de durabilidad del hormigón con caucho. (Tesis de Magister). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.

- Ferdinand et al., (2013). Mecánica de materiales. México D.F.: Edamsa Impresiones S.A.
- García, B. (2017). Efecto de la fibra de vidrio en las propiedades mecánicas del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Puno. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5431>
- Gutiérrez, L. (2003). El concreto y otros materiales para la construcción. (2<sup>a</sup> ed.). Colombia: Centro de Publicaciones Universidad Nacional de Colombia.
- Hernández, R. (2014). Metodología de la investigación. (6<sup>a</sup> ed.). México D.F., México: Edamsa Impresiones S.A. de C.V.
- Herrera, I. (2012). Resistencia de Materiales. Badajoz: Editorial Bellisco.
- Hibbeler, R. (2010). Ingeniería Mecánica - Estática. México D.F.: Pearson Educación de México S.A.
- Hibbeler, R. (2011). Mecánica de materiales. México D.F.: Pearson Educación de México S.A.
- Jimenez, E. (2015). Limpieza, tratamiento y mantenimiento de suelos, paredes y techos en edificios y locales. España.: Elearning S.L.
- Jminez, E. (2013). Mantenimiento y limpieza en alojamientos rurales. España.: Elearning S.L.
- Lao, W. (2007). Utilización de fibras metálicas para la construcción de concreto reforzado en la ciudad de Pucallpa. (Tesis de pregrado). Recuperado de [http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/145/1/lao\\_wj.pdf](http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/145/1/lao_wj.pdf)
- López, J. (2015) Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: Influencia del tipo y consumo de fibra adicionado.” (Tesis de Maestría). Universidad nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- Mantilla, J. (2017). Influencia de la fibra de vidrio tipo E en las propiedades mecánicas resistencia a la compresión y flexión del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10228>
- Méndez, E. (2012). Propuesta para situación de agregados pétreos por agregados PET, en diseño de mezclas de concreto con resistencia  $f'_c=150$  kg/cm<sup>2</sup>, usando para

banquetas, guarniciones y firmes. (Tesis, Universidad de Veracruzana). (Acceso 14 de mayo de 2018).

Norma Técnica Peruana. (2013), NTP 334.090 2013. (5ª ed.). Lima, Perú: INDECOPI.

Paricaguán, B. (2015) Contribución al estudio del comportamiento mecánico y fisicoquímico del concreto reforzado con fibras naturales de coco y bagazo de caña de azúcar para su uso en construcción. (Tesis de Doctorado). Universidad de Carabobo de Venezuela, Valencia, Venezuela.

Parra, K. y Bautista, M. (2010) Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. (Tesis de título profesional). Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Medellín, Colombia.

Paz, O. (16 de abril de 2018). Contaminación: el rastro del plástico en el mar. El Comercio.

Peña, W. (2017). Reforzamiento de vigas de concreto armado con láminas de fibra de carbono en viviendas del proyecto multifamiliar Mi Vivienda Pariacoto Breña – Lima 2017. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/19780>

Quintero, C. y Mahecha, J. (2015) Propiedades mecánicas de un concreto reforzado con fibras de PET reciclado. (Tesis de título profesional). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

RAE, (2018) Significado de paja de escoba. Recuperado de: <https://boletinagrario.com/ap-6,paja,163.html>

Ramos, J. (2017). Influencia en las propiedades mecánicas de un concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con la adición de mucílago de tuna Chimbote, Ancash – 2017”. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/12231>

Recuperado de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/contaminacion-rastro-plastico-mar-noticia-512417>

Reyna, C. (2016). Reutilización de plástico PET, papel y bagazo de caña de azúcar, como materia prima en la elaboración de concreto ecológico para la construcción de viviendas de bajo costo. (Tesis de magister). Recuperado de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3158>

- Rivva, E. (2012). Tecnología del concreto. (2ª ed.). Lima, Perú: Williams E.I.R.L.
- Rojas, H. (2009). Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves). (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://cybertesis.urp.edu.pe/handle/urp/166>
- Rojas, H. (2009). Concreto reforzado con fibra natural de origen animal (plumas de aves). (Tesis de título, Universidad Ricardo Palma). (Acceso 15 de junio del 2018).
- Sánchez, D. (2001). Tecnología del concreto y mortero. (5ª ed.). Bhandar Editores.
- Tamayo, M. (2004). El proceso de la investigación científica. (4ª ed.). México: Limusa.
- Terreros, L. y Carvajal, I. (2016) Análisis de las propiedades mecánicas de un concreto convencional adicionando fibra de cáñamo. (Tesis de título profesional). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Toro, J. (2017). Influencia de la fibra de polipropileno con 5%, 10% y 15% del volumen del cemento en la resistencia a la compresión y tracción del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10235>
- Urrura, I. (2006) Hormigón con caucho: determinación del módulo de elasticidad (Tesis de título profesional). Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Vásquez, E. (2016). Desarrollo de mezclas de concreto utilizando los residuos de plásticos de poliestireno expandible (EPS) y tereftalato de polietileno (PET) en mezclas de concreto convencional. (Tesis de licenciatura, Universidad Latina de Costa Rica). (Acceso 10 de junio de 2018).
- Villanueva, E. y Yaranga, H. (2015). Estudio de la influencia de fibras de polipropileno provenientes de plásticos reciclados en concretos de  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en el distrito de Lircay provincia de Angaraes, región Huancavelica. (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/260>

## **VII. ANEXOS**

## Anexo 1. Matriz de Consistencia

**TÍTULO:** Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018.

**Tabla 35** Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera las fibras de escoba de nylon influyen en las propiedades mecánicas $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho, 2018?	Evaluar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon en San Juan de Lurigancho, 2018.	La incorporación de fibras de escoba de nylon mejorarían las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho 2018.	<b>Variable 1:</b>  <b>Propiedades mecánicas del concreto</b>	D1: Compresión	- Resistencia a la compresión nominal - Resistencia a la compresión máxima
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>		D2: Flexión	- Resistencia a la flexión nominal - Resistencia a la flexión máxima
¿De qué manera las fibras de escoba de nylon influyen en la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho 2018?	Determinar la influencia que tiene las fibras de escoba de nylon en la resistencia a la compresión del concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho,2018.	La incorporación de fibras de escoba de nylon mejorarían la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho 2018.		D3: Tracción	- Resistencia a la tracción nominal - Resistencia a la tracción máxima
¿De qué manera las fibras de escoba de nylon incrementan la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho 2018?	Analizar el incremento que tiene la fibras de escoba de nylon en la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho, 2018.	La incorporación de fibras de escoba de nylon incrementarían la resistencia a la flexión del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho 2018.		<b>Variable 2:</b>  <b>Fibras de escoba de nylon</b>	D1: Finura
¿De qué manera las fibras de escoba de nylon contribuye a la resistencia de tracción del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho 2018?	Determinar la contribución que tiene las fibras de escoba de nylon en la resistencia a la tracción del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho,2018.	La incorporación de fibras de escoba de nylon contribuirían la resistencia a la tracción del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en San Juan de Lurigancho 2018.	D2: Flexibilidad		- Resistencia a la flexión

## Anexo 2. Certificados de calibración

### Anexo 2.1. Certificado de calibración de la Balanza 3kg. X 0.1g.

		<b>PERUTEST S.A.C</b>	
		CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO	
		SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA	
		RUC N° 20602182721	
		<b>CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN</b>	
		<b>PT - LM - 069 - 2018</b>	
		Página 1 de 4	
<b>Área de Metrología</b> <i>Laboratorio de Masas</i>			
1. Expediente	695-2018	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).	
2. Solicitante	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.	
3. Dirección	Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc.Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.	
Capacidad Máxima	3000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.	
División de escala (d)	0.1 g		
Div. de verificación (e)	0.1 g		
Clase de exactitud	II		
Marca	OHAUS		
Modelo	SE3001F		
Número de Serie	8346750775		
Capacidad mínima	2.00 g		
Procedencia	U.S.A.		
Identificación	LM - 069		
5. Fecha de Calibración	2018-08-20		
Fecha de Emisión	2018-08-21	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
		 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	
Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe			

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 069 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Vív. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56%	56%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 069 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

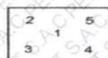
#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.6 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,500.00 g			Carga L2 = 3,000.00 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1,500.00	50	0	3,000.00	50	0
2	1,500.00	30	20	3,000.00	50	0
3	1,500.10	50	100	3,000.00	60	-10
4	1,500.00	40	10	3,000.00	50	0
5	1,500.00	40	10	3,000.00	20	-30
6	1,499.90	20	-70	2,999.90	40	-90
7	1,500.00	50	0	3,000.00	60	-10
8	1,500.00	40	10	3,000.00	50	0
9	1,500.00	40	10	2,999.90	30	-80
10	1,499.90	30	-80	3,000.00	50	0
Diferencia Máxima	180			120		
Error Máximo Permisible	± 200			± 300		



#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.7 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1.00	50	0		1,000.00	50	0	0
2		1.00	50	0		1,000.00	50	0	0
3	1.00 g	1.00	50	0	2500.00	999.90	30	-80	-80
4		1.00	50	0		1,000.00	50	0	0
5		1.00	50	0		1,000.00	60	-10	-10
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible ± 200				

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 069 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial 21.8 °C	Final 21.9 °C
-------------	--------------------	------------------

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.00	1.00	60	-10						
2.00	2.00	50	0	10	2.00	60	-10	0	100
10.00	10.00	40	10	20	10.00	50	0	10	100
100.00	100.00	50	0	10	100.00	50	0	10	100
500.00	500.00	60	-10	0	500.00	50	0	10	200
800.00	800.00	50	0	10	800.00	60	-10	0	200
1,000.00	1,000.00	30	20	30	1,000.00	50	0	10	200
1,500.00	1,500.00	50	0	10	1,500.00	50	0	10	200
2,000.00	2,000.00	60	-10	0	2,000.00	40	10	20	300
2,500.00	2,499.90	30	-80	-70	2,499.90	30	-80	-70	300
3,000.00	2,999.90	20	-70	-60	2,999.90	20	-70	-60	300

\*\* error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0.0041544 \text{ g}^2 + 0.00000000060 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{CORREGIDA} = R - 0.0000150 R$

#### 12. 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.

## Anexo 2.2. Certificado de calibración de la Balanza 15 kg. X 1g.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

LM - 0088 - 2018

O.T. : 0293-0531

Fecha de emisión : 2018 - 02 - 17

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE:** INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
Dirección : Cal. 16 Mz. G2, Lote 11 - As. San Francisco de Cayrán 3era etapa - SMP

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : V11P15T  
N° de Serie : 20911195  
Capacidad Máxima : 15000 g  
División de Escala (d) : 1 g  
División de Verificación (e) : 1 g  
Clase de Exactitud<sup>[1]</sup> : II  
Capacidad Mínima<sup>[1]</sup> : 100 g  
Procedencia : China  
Identificación : M-010  
Intervalo de  $\Delta T$  Local : 18 °C hasta 22 °C  
Fecha de Calibración : 2018 - 02 - 16

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

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

  
Lic. Nicolás Ramos / *Ramos*  
Gerente Técnico  
CFP:0316  


PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores.



TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E1 DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-152-2017
Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1	LM-239-2017
Pesa 5 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-240-2017
Pesa 10 kg Clase de Exactitud E2	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-241-2017

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,52 °C	20,32 °C
Humedad Relativa	51,95 %	51,71 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	7 500	7 500	1 800	-800	1	15 000	15 000	1 200	-200
2		7 500	1 800	-800	2		15 000	1 000	0
3		7 500	1 600	-600	3		15 000	1 200	-200
4		7 500	1 000	0	4		15 002	1 200	1 800
5		7 500	1 000	0	5		15 000	1 000	0
6		7 500	1 000	0	6		15 000	1 000	0
7		7 500	1 000	0	7		15 002	1 200	1 800
8		7 500	1 000	0	8		15 000	1 200	-200
9		7 500	1 000	0	9		15 000	1 200	-200
10		7 500	1 000	0	10		15 000	1 000	0
E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				800 mg	E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				2 000 mg
<b>error máximo permitido</b>				± 2 000 mg	<b>error máximo permitido</b>				± 4 000 mg

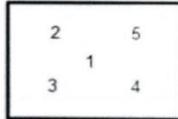
PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,32 °C	20,01 °C
Humedad Relativa	51,71 %	52,06 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	20	20	800	200	5 000	5 000	1 000	0	-200	2 000
2		20	800	200		5 000	1 000	0	-200	
3		20	800	200		5 000	1 000	0	-200	
4		20	1 000	0		5 000	1 800	-800	-800	
5		20	600	400		5 000	1 800	-800	-1 200	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,01 °C	19,71 °C
Humedad Relativa	52,06 %	51,83 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
20	20	800	200						
100	100	1 000	0	-200	100	800	200	0	2 000
200	200	800	200	0	200	800	200	0	2 000
500	500	1 000	0	-200	500	800	200	0	2 000
1 000	1 000	1 000	0	-200	1 000	1 000	0	-200	2 000
2 000	2 000	1 000	0	-200	2 000	1 000	0	-200	2 000
5 000	5 000	1 800	-800	-1 000	5 000	1 800	-800	-1 000	2 000
7 500	7 500	1 800	-800	-1 000	7 500	1 600	-600	-800	2 000
10 000	10 000	1 800	-800	-1 000	9 998	800	-1 800	-2 000	2 000
12 000	12 000	1 800	-800	-1 000	12 000	1 800	-800	-1 000	4 000
15 000	15 000	1 800	-800	-1 000	15 000	1 800	-800	-1 000	4 000

Donde: I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración E : Error del instrumento Ec : Error corregido

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 1,15 \times 10^{-4} \times R$

Incertidumbre de Medición :  $U_R = 2 \times \sqrt{1,40 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 4,95 \times 10^{-9} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

[1] Calculada según la NMP 003-2009

El cliente realiza ajustes periódicos a la balanza, por lo que no se consideró la contribución a la incertidumbre por deriva instrumental.

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 14994 g para una carga de 15000 g.

El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de Test & Control S.A.C.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

**Anexo 2.3.** Certificado de calibración de la Balanza 30 kg. X 1g.



**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

**PERUTEST S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

---

*Área de Metrología*  
Laboratorio de Masas

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LM - 068 - 2018**

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	695-2018	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc.Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Capacidad Máxima</b>	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>División de escala (d)</b>	1 g	
<b>Div. de verificación (e)</b>	10 g	
<b>Clase de exactitud</b>	III	
<b>Marca</b>	OHAUS	
<b>Modelo</b>	R21PE30ZH	
<b>Número de Serie</b>	B845372630	
<b>Capacidad mínima</b>	20 g	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2018-08-20	

---

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2018-08-21	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

---

**Principal:** Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
**Sucursal:** Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
**Teléfono:** 913028621 - 913028623 - 913028624 **Oficina:** (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
**E-mail :** ventas@perutest.com.pe **Web:** www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 068 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOP, Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc.Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 068 - 2018

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

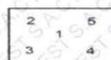
#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	14,999	300	-800	30,000	500	0
2	15,000	500	0	30,000	400	100
3	15,000	600	-100	30,000	500	0
4	15,000	600	-100	30,000	400	100
5	15,000	500	0	29,999	300	-800
6	14,999	300	-800	30,000	500	0
7	15,000	400	100	30,000	400	100
8	15,000	600	-100	29,999	300	-800
9	15,000	500	0	30,000	500	0
10	15,000	500	0	30,000	400	100
Diferencia Máxima	900			900		
Error Máximo Permissible	± 20,000			± 30,000		



#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	10 g	10	600	-100	10,000	10,000	500	0	100	
2		10	500	0		10,000	500	0	0	
3		10	400	100		10,000	10,000	600	-100	-200
4		10	500	0		10,000	500	0	0	0
5		10	600	-100		10,000	600	-100	0	0
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible ± 20,000					

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA- QUÍMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 068 - 2018

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
10	10	500	0						
20	20	500	0	0	20	500	0	0	10,000
100	100	500	0	0	100	600	-100	-100	10,000
500	500	400	100	100	500	600	-100	-100	10,000
1,000	1,000	600	-100	-100	1,000	500	0	0	10,000
5,000	5,000	500	0	0	5,000	500	0	0	20,000
10,000	10,000	400	100	100	10,000	400	100	100	20,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	20,000
20,000	20,000	600	-100	-100	19,999	400	-900	-900	30,000
25,000	24,999	300	-800	-800	24,999	400	-900	-900	30,000
30,000	29,999	300	-800	-800	29,999	300	-800	-800	30,000

\*\* error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 I: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0.3506667 \text{ g}^2 + 0.0000000015 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{CORREGIDA} = R - 0.0000181 \text{ R}$

### 12. 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.

Anexo 2.4. Certificado de calibración de la Balanza 30kg. X 1g.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

---

**Área de Metrología**  
Laboratorio de Masas

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### PT - LM - 067 - 2018

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	695-2018	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc.Viv. San Francisco De Cayran - San Martin De Porres - Lima - LIMA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	WALTOX	
Modelo	LDC30N2	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LM-067	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2018-08-20</b>	

---

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2018-08-21	 MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

---

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 067 - 2018

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 067 - 2018

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

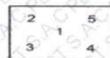
#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura	Inicial	Final
	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	400	100	30,000	500	0
2	14,999	300	-800	30,000	500	0
3	15,000	600	-100	29,999	300	-800
4	15,000	600	-100	30,000	400	100
5	15,000	500	0	30,000	500	0
6	15,000	400	100	30,000	500	0
7	15,000	400	100	30,000	400	100
8	14,999	300	-800	30,000	500	0
9	15,000	500	0	30,000	500	0
10	15,000	500	0	29,999	300	-800
Diferencia Máxima	900			900		
Error Máximo Permissible	± 20,000			± 30,000		



#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura	Inicial	Final
	21.7 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	10 g	10	500	0	10,000	10,000	500	0	0
2		10	500	0		10,000	500	0	0
3		10	600	-100		10,000	500	0	100
4		10	500	0		10,000	500	0	0
5		10	600	-100		10,000	600	-100	0
* Valor entre 0 y 10e					Error máximo permisible ± 20,000				

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LM - 067 - 2018

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L ( g )	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** ( ± mg )
	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	l ( g )	ΔL ( mg )	E ( mg )	Ec ( mg )	
10	10	500	0	0	20	500	0	0	10,000
100	100	500	0	0	100	600	-100	-100	10,000
500	500	400	100	100	500	600	-100	-100	10,000
1,000	1,000	600	-100	-100	1,000	500	0	0	10,000
5,000	5,000	500	0	0	5,000	500	0	0	20,000
10,000	10,000	400	100	100	10,000	400	100	100	20,000
15,000	15,000	500	0	0	15,000	500	0	0	20,000
20,000	20,000	600	-100	-100	20,000	400	100	100	30,000
25,000	25,001	800	700	700	25,000	600	-100	-100	30,000
30,000	30,000	500	0	0	30,000	500	0	0	30,000

\*\* error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.  
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.  
E: Error encontrado

E<sub>0</sub>: Error en cero.  
E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición

$$U = 2 \times \sqrt{(0.3427778 \text{ g}^2 + 0.0000000007 \text{ R}^2)}$$

Lectura corregida

$$R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.000073 R$$

### 12. 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, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

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

Fin del documento



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.

## Anexo 2.5. Certificado de calibración de la Balanza 2200 x 0.01g.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

### CERTIFICADO DE CALIBRACION

LMA - 0021 - 2018

O.T. : 0359-0531

Fecha de emisión : 2018 - 03 - 03

Página : 1 de 3

**SOLICITANTE :** INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
Dirección : Calle 16 Mz. G2 Lote 11 - San Martín de Porres - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC2201S  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
División de Escala (d) : 0,01 g  
División de Verificación (e) : 0,01 g  
Clase de Exactitud<sup>[1]</sup> : I  
Capacidad Mínima<sup>[1]</sup> : 1 g  
Procedencia : Alemania  
Identificación : No Indica  
Intervalo de  $\Delta T$  Local : 16 °C hasta 30 °C  
Fecha de Calibración : 2018 - 02 - 23  
Ubicación<sup>[2]</sup> : LABORATORIO DE SUELOS

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

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

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

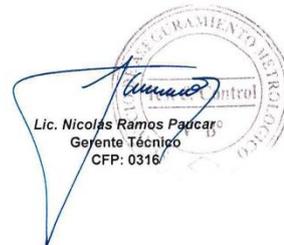
Los resultados en el presente documento no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II", Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.

  
Lic. Nicolás Ramos Padilla  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LMA - 0021 - 2018

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E1 DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-152-2017
Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1	LM-239-2017

RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCION VISUAL

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene	Dispositivo Indicador Auxiliar	Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,42 °C	27,42 °C
Humedad Relativa	61,10 %	61,10 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,00	1 100,00	4	1	1	2 200,00	2 200,00	3	2
2		1 100,00	4	1	2		2 200,00	4	1
3		1 100,00	5	0	3		2 200,00	4	1
4		1 100,00	5	0	4		2 200,00	4	1
5		1 100,00	4	1	5		2 200,00	3	2
6		1 100,00	4	1	6		2 200,00	3	2
7		1 100,00	6	-1	7		2 200,00	4	1
8		1 100,00	5	0	8		2 200,00	4	1
9		1 100,00	6	-1	9		2 200,00	4	1
10		1 100,00	4	1	10		2 200,00	3	2
E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				2 mg	E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				1 mg
error máximo permitido				± 20 mg	error máximo permitido				± 30 mg

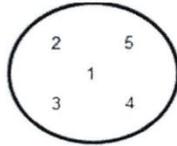


PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores.



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,42 °C	27,42 °C
Humedad Relativa	61,10 %	61,10 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,10	0,10	4	1	700,00	699,99	2	-7	-8	20
2		0,10	6	-1		699,99	4	-9	-8	
3		0,10	6	-1		699,99	3	-8	-7	
4		0,10	5	0		699,99	3	-8	-8	
5		0,10	4	1		699,99	2	-7	-8	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,42 °C	27,42 °C
Humedad Relativa	61,10 %	61,10 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	6	-1						
1,00	1,00	6	-1	0	1,00	5	0	1	10
10,00	9,99	4	-9	-8	9,99	4	-9	-8	10
100,00	100,00	8	-3	-2	100,00	7	-2	-1	10
500,00	499,99	4	-9	-8	499,99	6	-11	-10	10
700,00	699,99	2	-7	-6	699,99	4	-9	-8	20
900,00	899,99	2	-7	-6	899,99	3	-8	-7	20
1 100,00	1 099,98	4	-19	-18	1 099,98	2	-17	-16	20
1 500,00	1 499,98	3	-18	-17	1 499,98	2	-17	-16	20
2 000,00	1 999,98	3	-18	-17	1 999,98	2	-17	-16	20
2 200,00	2 199,98	2	-17	-16	2 199,98	2	-17	-16	30

Donde: I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración E : Error del instrumento Ec : Error corregido

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 1,01 \times 10^{-6} \times R$   
 Incertidumbre de Medición :  $U_R = 2 \times \sqrt{1,77 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,63 \times 10^{-9} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

[1] Calculada según la NMP 003-2009

[2] Dato proporcionado por el cliente

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Anexo 2.6. Certificado de calibración del Horno.



**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

**PERUTEST S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

---

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LT - 039 - 2018**

Página 1 de 5

*Área de Metrología*  
Laboratorio de Temperatura

<b>1. Expediente</b>	696-2018	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc.Viv. San Francisco De Cayran - San Martin De Porres - Lima - LIMA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>4. Equipo</b>	<b>HORNO</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Alcance Máximo	300 °C	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
Marca	PERUTEST	
Modelo	PT-H	
Número de Serie	0105	
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	NO INDICA	

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	30 °C a 300 °C	30 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0.1 °C	0.1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRONICO	TERMÓMETRO DIGITAL

**5. Fecha de Calibración**      2018-08-20

---

Fecha de Emisión	Jefe del Laboratorio de Metrología	Sello
2018-08-21	MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

---

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624    Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe    Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 5

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT 90), se consideró como referencia el Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con aire como Medio Termostático PC-018; 2da edición; Junio 2009, del SNM-INDECOPI.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.  
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc.Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22.5	22.5
Humedad Relativa	63 %	63 %

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o informe de calibración
Patrones de referencia de INACAL LT-466-2017	Digisense de 10 Canales con incertidumbre de 0.09°C a 0.15°C	METRINDUST TH-0036-2017

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALBRADO**.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherido al equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

Área de Metrología  
 Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 5

### 11. Resultados de Medición

Temperatura ambiental promedio 21 °C  
 Tiempo de calentamiento y estabilización del equipo 2 horas  
 El controlador se seteo en 110

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.2	109.0	112.4	115.9	109.7	110.4	11.7
02	110.0	107.3	107.1	109.7	115.7	113.0	104.0	108.6	113.0	115.5	109.7	110.4	11.7
04	110.0	107.0	106.9	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	116.1	109.6	110.4	11.9
06	110.0	107.4	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	112.4	115.7	109.7	110.3	11.7
08	110.0	106.9	107.1	111.0	115.1	112.4	104.0	109.0	113.0	115.9	109.7	110.4	11.9
10	110.0	107.3	107.0	109.7	115.7	113.0	104.1	108.6	112.6	115.5	109.6	110.3	11.6
12	110.0	107.0	107.1	111.0	115.4	112.6	104.0	108.6	112.6	116.1	109.7	110.4	12.1
14	110.0	107.4	106.9	109.7	115.3	112.6	104.1	109.0	113.0	115.7	109.7	110.3	11.6
16	110.0	106.9	107.0	111.3	115.1	112.4	104.2	108.6	112.6	115.9	109.6	110.4	11.7
18	110.0	107.3	107.1	110.5	115.7	113.0	104.0	109.0	113.0	115.5	109.7	110.5	11.7
20	110.0	107.0	107.1	111.3	115.4	112.6	104.2	108.6	112.6	116.1	109.7	110.5	11.9
22	110.0	107.4	107.1	110.5	115.1	112.6	104.0	108.6	112.6	115.9	109.6	110.3	11.9
24	110.0	106.9	106.9	111.0	115.7	112.6	104.2	108.6	113.0	115.5	109.7	110.4	11.5
26	110.0	107.3	107.0	109.7	115.4	112.4	104.0	108.6	112.4	116.1	109.7	110.3	12.1
28	110.0	106.9	106.9	111.3	115.3	113.0	104.2	108.6	113.0	115.7	109.6	110.4	11.5
30	110.0	107.3	107.0	110.5	115.4	112.4	104.0	109.0	112.4	115.5	109.7	110.3	11.5
32	110.0	107.0	107.1	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	113.0	115.9	109.7	110.5	11.9
34	110.0	107.4	107.0	109.7	115.1	112.6	104.0	109.0	112.6	115.5	109.6	110.2	11.5
36	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	112.6	104.2	108.6	112.6	116.1	109.7	110.5	11.9
38	110.0	106.9	107.1	110.5	115.1	113.0	104.0	108.6	113.0	115.7	109.7	110.4	11.7
40	110.0	107.3	106.9	111.0	115.7	112.6	104.0	109.0	112.6	115.5	109.6	110.4	11.7
42	110.0	107.0	107.0	109.7	115.4	112.4	104.2	108.6	112.6	116.1	109.7	110.3	11.9
44	110.0	107.4	107.0	111.0	115.3	113.0	104.0	108.6	112.4	115.7	109.7	110.4	11.7
46	110.0	106.9	107.1	109.7	115.1	112.6	104.2	108.6	113.0	115.9	109.6	110.3	11.7
48	110.0	107.3	107.1	111.3	115.7	112.6	104.1	109.0	112.6	115.5	109.7	110.5	11.6
50	110.0	106.9	106.9	110.5	115.4	112.4	104.2	108.6	113.0	116.1	109.7	110.4	11.9
52	110.0	107.0	107.0	111.3	115.3	113.0	104.0	108.6	112.6	115.7	109.6	110.4	11.7
54	110.0	107.4	107.1	111.0	115.1	112.6	104.0	108.6	113.0	115.9	109.6	110.4	11.9
56	110.0	106.9	107.1	109.7	115.7	112.6	104.0	108.6	112.6	115.5	109.7	110.2	11.7
58	110.0	107.3	106.9	111.3	115.4	113.0	104.2	109.0	112.6	116.1	109.7	110.5	11.9
60	110.0	106.9	107.0	110.5	115.3	112.6	104.0	108.6	113.0	115.7	109.6	110.3	11.7
T.PROM	110.0	107.1	107.0	110.6	115.4	112.7	104.1	108.7	112.7	115.8	109.7	110.4	
T.MAX	110.0	107.4	107.1	111.3	115.7	113.0	104.2	109.0	113.0	116.1	109.7		
T.MIN	110.0	106.9	106.9	109.7	115.1	112.4	104.0	108.6	112.4	115.5	109.6		
DTT	0.0	0.5	0.2	1.6	0.6	0.6	0.2	0.4	0.6	0.6	0.1		



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 5

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	116.1	8.3
Mínima Temperatura Medida	104.0	0.0
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.6	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11.7	7.5
Estabilidad Medida (±)	0.8	0.04
Uniformidad Medida	12.1	7.5

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0.06 °C

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

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo SI CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

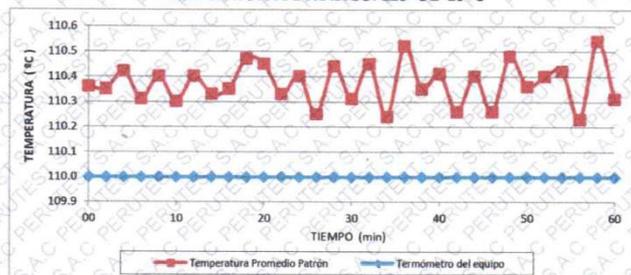
RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 039 - 2018

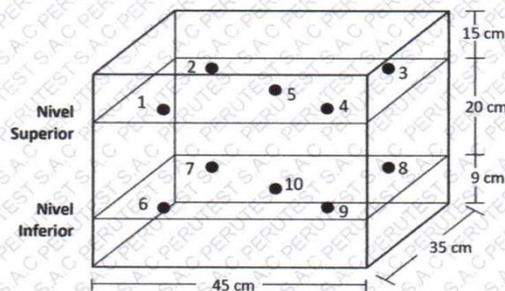
Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 5

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$



### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 9 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

#### 12. 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  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores.

**Anexo 2.7. Certificado de calibración de la Prensa Compresión ELE.**



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LF-0265-2018**

OT : 1743-2565 Fecha de emisión : 2018-08-15 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
DIRECCIÓN : Calle 16 Mz. G2 Lote 11 As. San Francisco de Cayrán 3era etapa - SMP - Lima

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA  
Marca : ELE Capacidad Máxima : 120000 kgf  
Modelo : ADR TOUCH División de Escala, d : 0.1 kgf  
N° Serie : 1867-1-00074 Procedencia : No Indica  
Código de Ident. : NO INDICA Ubicación : Laboratorio

3. FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.  
La calibración se realizó el día 14 de agosto del 2018 en las instalaciones de INGEOCONTROL S.A.C.

4. MÉTODO.  
La calibración se efectuó por comparación directa utilizando el PIC-023 " Procedimiento para la Calibración de Prensas, celdas y anillos de carga".

5. PATRÓN.

INSTRUMENTO	ALCANCE DE INDICACIÓN	CLASE DE EXACTITUD	CERTIFICADO	ENTIDAD
Manómetro Digital	0 bar a 700 bar	0.05%	LFP-C-150-2017	DM - INACAL

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	19.1 °C	19.3 °C
HUMEDAD RELATIVA	71.5 %	69.9 %

7. OBSERVACIONES.  
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura k=2, para un nivel de confianza de 95%.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde sobre el equipo.  
Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.  
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.  
Se deja a criterio del usuario el adecuado uso del equipo de acuerdo a los resultados adjuntos.

  
Lic. Nicolás Ramos Egucar  
Gerente Técnico  
CFP:0316  


Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado N° : LF-0265-2018  
Página : 2 de 2

RESULTADOS				
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		VALOR CONVENCIONALMENTE VERDADERO	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
kgf	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>	kgf/cm <sup>2</sup>
102,1	0,62	0,61	-0,01	0,02
200,1	1,11	1,11	0,00	0,02
500,4	2,73	2,68	-0,05	0,02
800,3	4,34	4,26	-0,08	0,02
1000,2	5,40	5,30	-0,10	0,02
5000,7	26,78	26,26	-0,52	0,02
10000,4	53,47	52,44	-1,03	0,03
20000,8	107,18	105,12	-2,06	0,05
50000,6	266,49	261,35	-5,14	0,07
80002,5	423,47	415,30	-8,17	0,09

*Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar + Corrección*

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida de medida se ha obtenido multiplicando la incertidumbre típica de medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores.



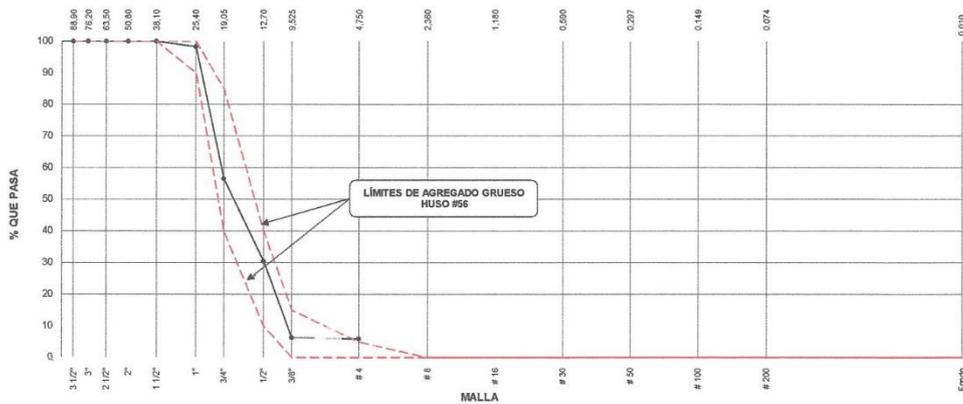
## Anexo 4. Ensayos Granulométricos.

	FORMATO		Código	AE-FO-150
	ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de Nylon, San Juan de Lurigancho 2018		Registro N°:	IGC18-LEM-481-02
Solicitante	: Luis Miguel Huayta Silvestre / Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros		Muestreado por :	N. Pizarro
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	N. Pizarro
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGENEOCONTROL		Fecha de Ensayo:	26/10/2018
Material	: Agregado grueso (Piedra chancada)		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---			
Lote	: No indica procedencia			
N° de Muestra	: ---			
Progresiva	: ---			

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 56						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM $\phi_{LIM}^{SUP}$	ASTM $\phi_{LIM}^{INF}$
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	70.0	1.72	1.72	96.28	90.00
3/4"	19.05 mm	1702.0	41.77	43.49	56.51	40.00
1/2"	12.70 mm	1065.0	26.14	69.63	30.37	10.00
3/8"	9.53 mm	980.0	24.05	93.68	6.32	0.00
# 4	4.75 mm	17.0	0.42	94.10	5.90	0.00
# 8	2.36 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 16	1.18 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	94.10	5.90	0.00
Fondo	0.01 mm	240.5	5.90	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.633
P. Especif. de Masa SSS ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.653
P. Especif. de Masa Aparente ( $\text{gr/cm}^3$ )	2.687
P. Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ )	1610
P. Unitario Suelto ( $\text{kg/m}^3$ )	1506
Humedad de absorción (%)	0.75
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fineza	7.02
% < Malla N° 200 (0.75 $\mu\text{m}$ )	0.62

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190

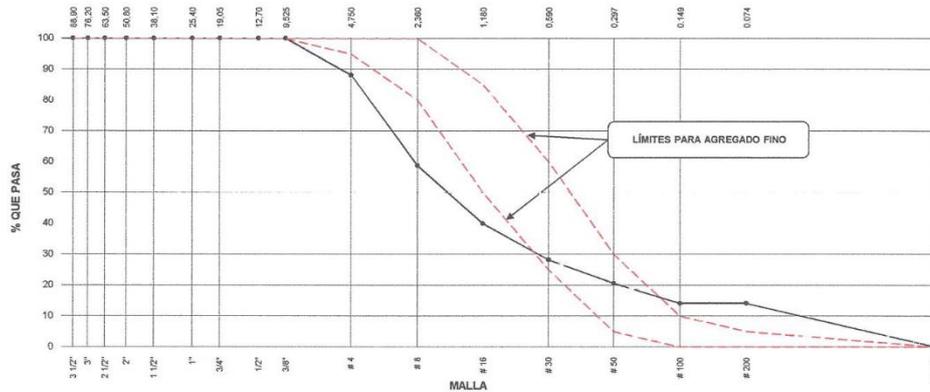
Fuente: Elaborado por los autores.

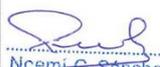
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-150
	<b>ENSAYOS FÍSICOS EN AGREGADOS</b>		Versión	01
			Fecha	07-05-2018
			Página	1 de 1
Proyecto	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de Nylon, San Juan de Lurigancho 2018		Registro N°:	IGC18-LEM-496-01
Solicitante	: Luis Miguel Huayta Silvestre / Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerrero		Muestreado por :	N. Pizarro
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por :	N. Pizarro
Ubicación de Proyecto	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		Fecha de Ensayo:	29/10/2018
Material	: Agregado fino (Arena gruesa)		Turno:	Diurno
Código de Muestra	: ---			
Lote	: No indica procedencia			
N° de Muestra	: ---			
Progresiva	: ---			

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA						
Malla	Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1"	25.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/4"	19.05 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	12.70 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	9.53 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00
# 4	4.75 mm	125.7	11.92	11.92	88.08	95.00
# 8	2.36 mm	309.5	29.36	41.29	58.71	80.00
# 16	1.18 mm	198.1	18.79	60.08	39.92	50.00
# 30	0.59 mm	123.4	11.71	71.79	28.21	25.00
# 50	0.30 mm	80.7	7.66	79.44	20.56	5.00
# 100	0.15 mm	67.8	6.45	85.87	14.13	0.00
# 200	0.07 mm	67.8	6.45	85.87	14.13	0.00
Fondo	0.01 mm	148.9	14.13	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Especif. de Masa Seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.615
P. Especif. de Masa SSS (g/cm <sup>3</sup> )	2.892
P. Especif. de Masa Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.745
P. Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1580
P. Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1720
Humedad de absorción (%)	1.8
Tamaño Máximo	-
Tamaño Máximo Nominal	-
Módulo de Fineza	3.50
% < Malla N° 200 (0.75 µm)	4.29

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO**



INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Nceimi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

## Anexo 5. Diseño de mezcla

### Anexo 5.1. Diseño de mezcla nominal.

	FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																								
	<b>DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO</b> REFERENCIA ACI 211		Versión	01																																																																								
			Fecha	30-04-2018																																																																								
			Página	1 de 1																																																																								
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de Nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-455-03																																																																								
SOLICITANTE	: Luis Miguel Huayta Silvestre / Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros		REALIZADO POR :	R. Leiva																																																																								
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez																																																																								
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE VACIADO :	14/11/2018																																																																								
FECHA DE EMISIÓN	: 16/11/2018		TURNO :	Diurno																																																																								
Agregado	: Ag. Grueso No indica procedencia / Ag. Fino No indica procedencia		F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>																																																																								
Procedencia	: No indica		Asentamiento:	3" - 4"																																																																								
Cemento	: Andino tipo HS		Código de mezcla:	210N-P																																																																								
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA $F_{cr} = 294$																																																																												
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO $R_{a/c} = 0.56$																																																																												
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 193 L																																																																												
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 1.5%																																																																												
5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 345 kg																																																																												
6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m <sup>3</sup> = 8.1 Bolsas																																																																												
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P. U. SUELTO</th> <th>P. U. COMPACTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Andino tipo HS</td> <td>3150 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.1094 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.1930 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0150 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>0.0000 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2633 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.3276 m<sup>3</sup></td> <td>0.20%</td> <td>0.75%</td> <td>7.02</td> <td>1506</td> <td>1610</td> </tr> <tr> <td>Arena Gruesa</td> <td>2615 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.3549 m<sup>3</sup></td> <td>1.60%</td> <td>1.80%</td> <td>3.5</td> <td>1580</td> <td>1720</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3174 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6826 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P. U. SUELTO	P. U. COMPACTADO	Andino tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>						Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>						Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>						---	---	0.0000 m <sup>3</sup>						Agregado grueso	2633 kg/m <sup>3</sup>	0.3276 m <sup>3</sup>	0.20%	0.75%	7.02	1506	1610	Arena Gruesa	2615 kg/m <sup>3</sup>	0.3549 m <sup>3</sup>	1.60%	1.80%	3.5	1580	1720	Volumen de pasta		0.3174 m <sup>3</sup>						Volumen de agregados		0.6826 m <sup>3</sup>					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P. U. SUELTO	P. U. COMPACTADO																																																																					
Andino tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>																																																																										
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>																																																																										
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>																																																																										
---	---	0.0000 m <sup>3</sup>																																																																										
Agregado grueso	2633 kg/m <sup>3</sup>	0.3276 m <sup>3</sup>	0.20%	0.75%	7.02	1506	1610																																																																					
Arena Gruesa	2615 kg/m <sup>3</sup>	0.3549 m <sup>3</sup>	1.60%	1.80%	3.5	1580	1720																																																																					
Volumen de pasta		0.3174 m <sup>3</sup>																																																																										
Volumen de agregados		0.6826 m <sup>3</sup>																																																																										
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS Agregado grueso 48.0% $\approx 0.3276 \text{ m}^3 \approx 883 \text{ kg}$ Arena Gruesa 52.0% $\approx 0.3549 \text{ m}^3 \approx 928 \text{ kg}$ Fibras de escoba 0 g x m <sup>3</sup>																																																																												
9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD Agregado grueso 864 kg Arena Gruesa 943 kg Fibras de escoba 0 g x m <sup>3</sup>																																																																												
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD Agua 200 L																																																																												
11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.080 m <sup>3</sup> Andino tipo HS 27.57 kg Agua 15.97 L Agregado grueso 69.2 kg Arena Gruesa 75.4 kg Fibras de escoba 0.0 kg Slump Obtenido 4.14" PUC Obtenido 2361 kg PUT 2352 kg Rendimiento 1.00																																																																												
12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA CEM A F A G AGUA FIBRA 1 : 2.6 : 2.5 : 24.6 L / bolsa : 0.0 g x bolsa																																																																												
OBSERVACIONES: * Muestras provistas e identificadas por el solicitante * Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL																																																																												

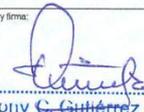
INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM Nombre y firma: 	D:	JEFE LEM Nombre y firma:  Nancy C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
	M:		M:
	A:		A:
		COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	D:
			M:
			A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 467-8957 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

## Anexo 5.2. Diseño de mezcla con 0.23% de incorporación de fibras de escoba de Nylon.

	FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																								
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO REFERENCIA ACI 211		Versión	01																																																																								
			Fecha	30-04-2018																																																																								
			Página	1 de 1																																																																								
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de Nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-04																																																																								
SOLICITANTE	: Luis Miguel Huaya Silvestre / Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros		REALIZADO POR :	R. Leiva																																																																								
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez																																																																								
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE VACIADO :	5/11/2018																																																																								
FECHA DE EMISIÓN	: 07/11/2018		TURNO :	Diurno																																																																								
Agregado	: Ag. Grueso No indica procedencia / Ag. Fino No indica procedencia		F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>																																																																								
Procedencia	: No indica		Asentamiento:	3" - 4"																																																																								
Cemento	: Andino tipo HS		Código de mezcla:	210N-FE800																																																																								
1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA																																																																												
F'cr = 294																																																																												
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO																																																																												
R a/c = 0.56																																																																												
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA																																																																												
Agua = 193 L																																																																												
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO																																																																												
Aire = 1.5%																																																																												
7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>P.U. COMPACTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Andino tipo HS</td> <td>3150 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.1094 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.1930 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0150 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>0.0000 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2633 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.3276 m<sup>3</sup></td> <td>0.20%</td> <td>0.75%</td> <td>7.02</td> <td>1506</td> <td>1610</td> </tr> <tr> <td>Arena Gruesa</td> <td>2615 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.3549 m<sup>3</sup></td> <td>1.60%</td> <td>1.80%</td> <td>3.5</td> <td>1580</td> <td>1720</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3174 m<sup>3</sup></td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6826 m<sup>3</sup></td> <td colspan="5"></td> </tr> </tbody> </table>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	Andino tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>						Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>						Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>						---	---	0.0000 m <sup>3</sup>						Agregado grueso	2633 kg/m <sup>3</sup>	0.3276 m <sup>3</sup>	0.20%	0.75%	7.02	1506	1610	Arena Gruesa	2615 kg/m <sup>3</sup>	0.3549 m <sup>3</sup>	1.60%	1.80%	3.5	1580	1720	Volumen de pasta		0.3174 m <sup>3</sup>						Volumen de agregados		0.6826 m <sup>3</sup>					
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO																																																																					
Andino tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>																																																																										
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>																																																																										
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>																																																																										
---	---	0.0000 m <sup>3</sup>																																																																										
Agregado grueso	2633 kg/m <sup>3</sup>	0.3276 m <sup>3</sup>	0.20%	0.75%	7.02	1506	1610																																																																					
Arena Gruesa	2615 kg/m <sup>3</sup>	0.3549 m <sup>3</sup>	1.60%	1.80%	3.5	1580	1720																																																																					
Volumen de pasta		0.3174 m <sup>3</sup>																																																																										
Volumen de agregados		0.6826 m <sup>3</sup>																																																																										
8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS																																																																												
Agregado grueso 48.0% $\approx 0.3276 \text{ m}^3 \approx 863 \text{ kg}$																																																																												
Arena Gruesa 52.0% $\approx 0.3549 \text{ m}^3 \approx 928 \text{ kg}$																																																																												
Fibras de escoba 800 g x m <sup>3</sup> $\approx 0.23 \%$																																																																												
9. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD																																																																												
Agregado grueso 864 kg																																																																												
Arena Gruesa 943 kg																																																																												
Fibras de escoba 800 g x m <sup>3</sup>																																																																												
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD																																																																												
Agua 200 L																																																																												
11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.075 m <sup>3</sup>																																																																												
Andino tipo HS 25.05 kg																																																																												
Agua 14.97 L																																																																												
Agregado grueso 64.8 kg																																																																												
Arena Gruesa 70.7 kg																																																																												
Fibras de escoba 60.0 g																																																																												
Slump Obtenido 2"																																																																												
PUC Obtenido 2361 kg																																																																												
PUT 3152 kg																																																																												
Rendimiento 1.33																																																																												
12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA																																																																												
CEM A.F. A.G. AGUA FIBRA																																																																												
1 : 2.6 : 2.5 : 24.6 L / bolsa : 98.7 g x bolsa																																																																												
OBSERVACIONES:																																																																												
* Muestras provistas e identificadas por el solicitante																																																																												
* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGEOCONTROL.																																																																												

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Néstor C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

### Anexo 5.3. Diseño de mezcla con 0.46% de incorporación de fibras de escoba de Nylon.

	FORMATO		Código	AE-FO-93																																																																																																																								
	DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO REFERENCIA ACI 211		Versión	01																																																																																																																								
			Fecha	30-04-2018																																																																																																																								
			Página	1 de 1																																																																																																																								
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> incorporando fibras de escoba de Nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-05																																																																																																																								
SOLICITANTE	: Luis Miguel Huayta Silvestre / Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerrero		REALIZADO POR :	R. Leiva																																																																																																																								
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	N. Sánchez																																																																																																																								
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD		FECHA DE VACIADO :	5/11/2018																																																																																																																								
FECHA DE EMISIÓN	: 07/11/2018		TURNO :	Diurno																																																																																																																								
Agregado	: Ag. Grueso No indica procedencia / Ag. Fino No indica procedencia		F'c de diseño:	210 kg/cm <sup>2</sup>																																																																																																																								
Procedencia	: No indica		Asentamiento:	3" - 4"																																																																																																																								
Cemento	: Andino tipo HS		Código de mezcla:	210N-FE1600																																																																																																																								
<p>1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA F'cr = 294</p> <p>2. RELACIÓN AGUA CEMENTO R a/c = 0.59</p> <p>3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA Agua = 193 L</p> <p>4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO Aire = 1.5%</p> <p>5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO Cemento = 345 kg</p> <p>6. FACTOR CEMENTO Bolsas x m<sup>3</sup> = 8.1 Bolsas</p> <p>7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>INSUMO</th> <th>PESO ESPECÍFICO</th> <th>VOLUMEN ABSOLUTO</th> <th>HUMEDAD</th> <th>ABSORCIÓN</th> <th>MÓD. FINEZA</th> <th>P.U. SUELTO</th> <th>P.U. COMPACTADO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Andino tipo HS</td> <td>3150 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.1094 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>1000 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.1930 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Aire</td> <td>---</td> <td>0.0150 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>---</td> <td>---</td> <td>0.0000 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>2633 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.3276 m<sup>3</sup></td> <td>0.20%</td> <td>0.75%</td> <td>7.02</td> <td>1506</td> <td>1610</td> </tr> <tr> <td>Arena Gruesa</td> <td>2615 kg/m<sup>3</sup></td> <td>0.3549 m<sup>3</sup></td> <td>1.60%</td> <td>1.80%</td> <td>3.5</td> <td>1580</td> <td>1720</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de pasta</td> <td>0.3174 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Volumen de agregados</td> <td>0.6826 m<sup>3</sup></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>48.0%</td> <td>≈ 0.3276 m<sup>3</sup></td> <td>≈ 863 kg</td> </tr> <tr> <td>Arena Gruesa</td> <td>52.0%</td> <td>≈ 0.3549 m<sup>3</sup></td> <td>≈ 928 kg</td> </tr> <tr> <td>Fibras de escoba</td> <td>1600 g x m<sup>3</sup></td> <td></td> <td>≈ 0.46 %</td> </tr> </table> <p>9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>864 kg</td> </tr> <tr> <td>Arena Gruesa</td> <td>943 kg</td> </tr> <tr> <td>Fibras de escoba</td> <td>1600 g x m<sup>3</sup></td> </tr> </table> <p>10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Agua</td> <td>200 L</td> </tr> </table> <p>11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.075 m<sup>3</sup></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>Andino tipo HS</td> <td>25.85 kg</td> </tr> <tr> <td>Agua</td> <td>14.97 L</td> </tr> <tr> <td>Agregado grueso</td> <td>64.8 kg</td> </tr> <tr> <td>Arena Gruesa</td> <td>70.7 kg</td> </tr> <tr> <td>Fibras de escoba</td> <td>120.0 g</td> </tr> <tr> <td>Slump Obtenido</td> <td>34"</td> </tr> <tr> <td>PUC Obtenido</td> <td>2361 kg</td> </tr> <tr> <td>PUT</td> <td>3952 kg</td> </tr> <tr> <td>Rendimiento</td> <td>1.67</td> </tr> </table> <p>12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td>CEM</td> <td>A.F.</td> <td>A.G.</td> <td>AGUA</td> <td>FIBRA</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>2.6</td> <td>2.5</td> <td>24.6 L / Bolsa</td> <td>197.3 g x bolsa</td> </tr> </table> <p>OBSERVACIONES:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* Muestras provistas e identificadas por el solicitante</li> <li>* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD.</li> </ul>					INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO	Andino tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>						Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>						Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>						---	---	0.0000 m <sup>3</sup>						Agregado grueso	2633 kg/m <sup>3</sup>	0.3276 m <sup>3</sup>	0.20%	0.75%	7.02	1506	1610	Arena Gruesa	2615 kg/m <sup>3</sup>	0.3549 m <sup>3</sup>	1.60%	1.80%	3.5	1580	1720	Volumen de pasta		0.3174 m <sup>3</sup>						Volumen de agregados		0.6826 m <sup>3</sup>						Agregado grueso	48.0%	≈ 0.3276 m <sup>3</sup>	≈ 863 kg	Arena Gruesa	52.0%	≈ 0.3549 m <sup>3</sup>	≈ 928 kg	Fibras de escoba	1600 g x m <sup>3</sup>		≈ 0.46 %	Agregado grueso	864 kg	Arena Gruesa	943 kg	Fibras de escoba	1600 g x m <sup>3</sup>	Agua	200 L	Andino tipo HS	25.85 kg	Agua	14.97 L	Agregado grueso	64.8 kg	Arena Gruesa	70.7 kg	Fibras de escoba	120.0 g	Slump Obtenido	34"	PUC Obtenido	2361 kg	PUT	3952 kg	Rendimiento	1.67	CEM	A.F.	A.G.	AGUA	FIBRA	1	2.6	2.5	24.6 L / Bolsa	197.3 g x bolsa
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	P.U. SUELTO	P.U. COMPACTADO																																																																																																																					
Andino tipo HS	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1094 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.1930 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Aire	---	0.0150 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
---	---	0.0000 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Agregado grueso	2633 kg/m <sup>3</sup>	0.3276 m <sup>3</sup>	0.20%	0.75%	7.02	1506	1610																																																																																																																					
Arena Gruesa	2615 kg/m <sup>3</sup>	0.3549 m <sup>3</sup>	1.60%	1.80%	3.5	1580	1720																																																																																																																					
Volumen de pasta		0.3174 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Volumen de agregados		0.6826 m <sup>3</sup>																																																																																																																										
Agregado grueso	48.0%	≈ 0.3276 m <sup>3</sup>	≈ 863 kg																																																																																																																									
Arena Gruesa	52.0%	≈ 0.3549 m <sup>3</sup>	≈ 928 kg																																																																																																																									
Fibras de escoba	1600 g x m <sup>3</sup>		≈ 0.46 %																																																																																																																									
Agregado grueso	864 kg																																																																																																																											
Arena Gruesa	943 kg																																																																																																																											
Fibras de escoba	1600 g x m <sup>3</sup>																																																																																																																											
Agua	200 L																																																																																																																											
Andino tipo HS	25.85 kg																																																																																																																											
Agua	14.97 L																																																																																																																											
Agregado grueso	64.8 kg																																																																																																																											
Arena Gruesa	70.7 kg																																																																																																																											
Fibras de escoba	120.0 g																																																																																																																											
Slump Obtenido	34"																																																																																																																											
PUC Obtenido	2361 kg																																																																																																																											
PUT	3952 kg																																																																																																																											
Rendimiento	1.67																																																																																																																											
CEM	A.F.	A.G.	AGUA	FIBRA																																																																																																																								
1	2.6	2.5	24.6 L / Bolsa	197.3 g x bolsa																																																																																																																								

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

## Anexo 6. Ensayo de Compresión.

	FORMATO	Código	AE-FO-101
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 1

**PROYECTO** : Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018 REGISTRO N°: IGC18-LEM-496-08  
**SOLICITANTE** : Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca REALIZADO POR : R. Leiva  
**CÓDIGO DE PROYECTO** : --- REVISADO POR : J. Gutiérrez  
**UBICACIÓN DE PROYECTO** : Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL FECHA DE ENSAYO : 12/11/2018  
**FECHA DE EMISIÓN** : 12/11/2018 TURNO : Diurno

**Tipo de muestra** : Concreto endurecido  
**Presentación** : Especímenes cilíndricos 6" x 12"  
**Fc de diseño** : 210 kg/cm<sup>2</sup>

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	12/11/2018	7 días	1.98	165 kg/cm <sup>2</sup>	78.6
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	12/11/2018	7 días	1.99	162 kg/cm <sup>2</sup>	77.0
Variación					2.1%	

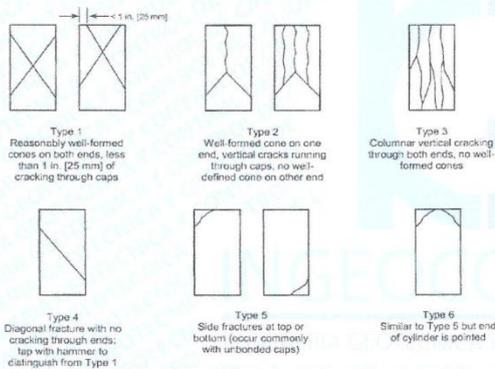


FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

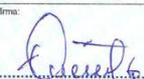
Fuente: ASTM C39

	Coefficient of Variation <sup>1</sup>	Acceptable Range <sup>2</sup> of Individual Cylinder Strengths	
		2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]	Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %
	Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]	Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
			10.6 %

Fuente: ASTM C39

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

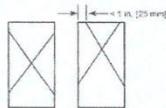
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

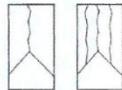
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup> incorporando fibras_ de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-09
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Píscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	12/11/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 12/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
F <sub>c</sub> de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 01 FIBRA DE 800g x m3	5/11/2018	12/11/2018	7 días	1.99	177 kg/cm <sup>2</sup>	84.1
PROBETA N° 02 FIBRA DE 800g x m3	5/11/2018	12/11/2018	7 días	1.99	169 kg/cm <sup>2</sup>	80.3
Variación					4.6%	



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



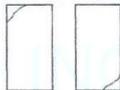
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends, tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbanded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Laboratory conditions Field conditions	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:		A:
			
		GOC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
			A:
			

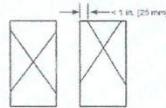
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

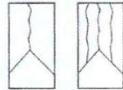
	<b>FORMATO</b>		<b>Código</b>	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		<b>Versión</b>	01
			<b>Fecha</b>	30-04-2018
			<b>Página</b>	1 de 1
<b>PROYECTO</b>	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 210 Kg/cm2 incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		<b>REGISTRO N°:</b> IGC18-LEM-486-10	
<b>SOLICITANTE</b>	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		<b>REALIZADO POR</b>	: R. Leiva
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---		<b>REVISADO POR</b>	: J. Gutiérrez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 12/11/2018
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 12/11/2018		<b>TURNO</b>	: Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido			
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
<b>F'c de diseño</b>	: 210 kg/cm2			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	12/11/2018	7 días	1.98	188 kg/cm2	89.4
PROBETA N° 02 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	12/11/2018	7 días	1.98	181 kg/cm2	86.2
Variación					3.6%	



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



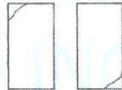
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbanded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table **Note 11:**

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>1</sup>	Acceptable Range <sup>2</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]		
Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]		
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohíbe la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

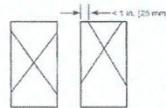
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

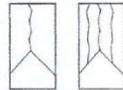
	<b>FORMATO</b>		<b>Código</b>	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		<b>Versión</b>	01
			<b>Fecha</b>	30-04-2018
			<b>Página</b>	1 de 1
<b>PROYECTO</b>	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		<b>REGISTRO N°:</b>	IGC18-LEM-496-11
<b>SOLICITANTE</b>	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		<b>REALIZADO POR :</b>	R. Leiva
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---		<b>REVISADO POR :</b>	J. Gutiérrez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		<b>FECHA DE ENSAYO :</b>	19/11/2018
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 12/11/2018		<b>TURNO :</b>	Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido			
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
<b>F<sub>c</sub> de diseño</b>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	19/11/2018	14 días	1.99	188 kg/cm <sup>2</sup>	89.4
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	19/11/2018	14 días	1.99	184 kg/cm <sup>2</sup>	87.6
Variación					2.0%	



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps



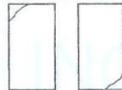
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table **Note 11:**

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

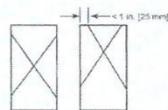
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

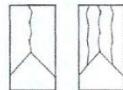
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 210 Kg/cm2 incorporando fibras_ de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-12
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Píscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	19/11/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 12/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
F'c de diseño	: 210 kg/cm2			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 03 FIBRA DE 800g x m3	5/11/2018	19/11/2018	14 días	1.99	196 kg/cm2	93.1
PROBETA N° 04 FIBRA DE 800g x m3	5/11/2018	19/11/2018	14 días	1.99	202 kg/cm2	96.0
Variación					3.1%	



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



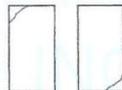
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends, tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbanded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation<sup>a</sup>

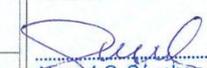
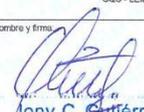
Acceptable Range<sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths

Specimen Size	Laboratory conditions	Field conditions	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm]	2.4 %	2.9 %	6.6 %	7.8 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]	3.2 %		8.0 %	9.5 %
			9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA DE TÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA DE TÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

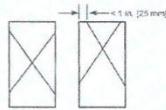
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

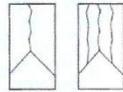
	<b>FORMATO</b>		<b>Código</b>	<b>AE-FO-101</b>
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		<b>Versión</b>	<b>01</b>
			<b>Fecha</b>	<b>30-04-2018</b>
			<b>Página</b>	<b>1 de 1</b>
<b>PROYECTO</b>	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		<b>REGISTRO N°:</b> IGC18-LEM-496-13	
<b>SOLICITANTE</b>	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		<b>REALIZADO POR</b>	: R. Leiva
<b>CÓDIGO DE PROYECTO</b>	: ---		<b>REVISADO POR</b>	: J. Gutiérrez
<b>UBICACIÓN DE PROYECTO</b>	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 19/11/2018
<b>FECHA DE EMISIÓN</b>	: 12/11/2018		<b>TURNO</b>	: Diurno
<b>Tipo de muestra</b>	: Concreto endurecido			
<b>Presentación</b>	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
<b>F<sub>c</sub> de diseño</b>	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 03 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	19/11/2018	14 días	1.99	207 kg/cm <sup>2</sup>	98.7
PROBETA N° 04 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	19/11/2018	14 días	1.99	203 kg/cm <sup>2</sup>	96.9
Variación					1.8%	



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



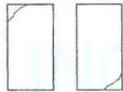
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends; tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D Factor	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.97

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma.	M:	Nombre y firma.	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

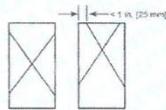
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

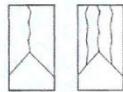
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto f'c= 210 Kg/cm2 incorporando fibras_ de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-14
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Allamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 12/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
F'c de diseño	: 210 kg/cm2			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	1.99	222 kg/cm2	105.8
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	1.98	229 kg/cm2	109.1
Variación					3.1%	



Type 1  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



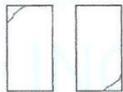
Type 2  
Well formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



Type 3  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



Type 4  
Diagonal fracture with no cracking through ends, tap with hammer to distinguish from Type 1



Type 5  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbanded caps)



Type 6  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation\*      Acceptable Range\* of Individual Cylinder Strengths

6 by 12 in. [150 by 300 mm]			
Laboratory conditions	2.4 %	6.6 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %	9.5 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm]			
Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %	10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		GOC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jory C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

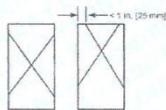
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

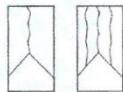
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras_ de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°: IGC18-LEM-496-15	
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR	: R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO	: 3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 12/11/2018		TURNO	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
Fc de diseño	: 210 kg/cm2			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F <sub>c</sub>
PROBETA N° 03 FIBRA DE 800g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	1.98	239 kg/cm2	114.0
PROBETA N° 04 FIBRA DL 800g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	2.00	246 kg/cm2	117.1
Variación					2.7%	



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. [25 mm] of cracking through caps



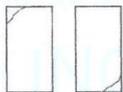
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends, tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbonded caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D:	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor:	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation*	Acceptable Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4%	7.8%
Field conditions	2.9%	9.5%
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2%	10.6%

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - SIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		GOC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

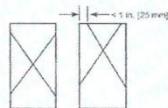
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

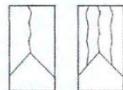
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-101
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras_ de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-16
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 12/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes cilíndricos 6" x 12"			
Fc de diseño	: 210 kg/cm2			

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 05 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	1.99	260 kg/cm2	123.8
PROBETA N° 06 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	1.99	267 kg/cm2	127.1
Variación					2.6%	



**Type 1**  
Reasonably well-formed cones on both ends, less than 1 in. (25 mm) of cracking through caps



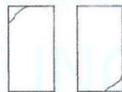
**Type 2**  
Well-formed cone on one end, vertical cracks running through caps, no well-defined cone on other end



**Type 3**  
Columnar vertical cracking through both ends, no well-formed cones



**Type 4**  
Diagonal fracture with no cracking through ends, tap with hammer to distinguish from Type 1



**Type 5**  
Side fractures at top or bottom (occur commonly with unbordered caps)



**Type 6**  
Similar to Type 5 but end of cylinder is pointed

FIG. 2 Schematic of Typical Fracture Patterns

Fuente: ASTM C39

8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the result obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 11:

L/D	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Use interpolation to determine correction factors for L/D values between those given in the table.

Fuente: ASTM C39

Coefficient of Variation <sup>a</sup>	Acceptable Range <sup>a</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. [150 by 300 mm] Laboratory conditions	2.4 %	7.8 %
Field conditions	2.9 %	8.0 %
4 by 8 in. [100 by 200 mm] Laboratory conditions	3.2 %	9.0 %
		10.6 %

Fuente: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemí C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		GCG - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

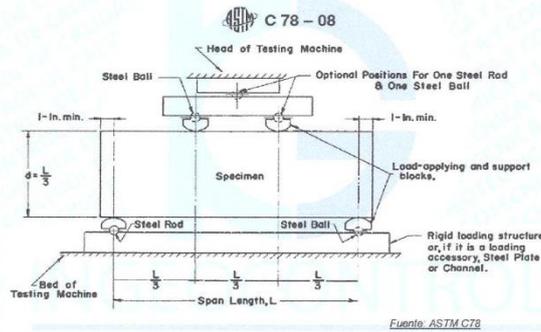
Fuente: Elaborado por los autores.

## Anexo 7. Módulo de rotura de probetas.

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-17
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
Fc de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 01 PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	40 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 02 PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>



#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
			 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

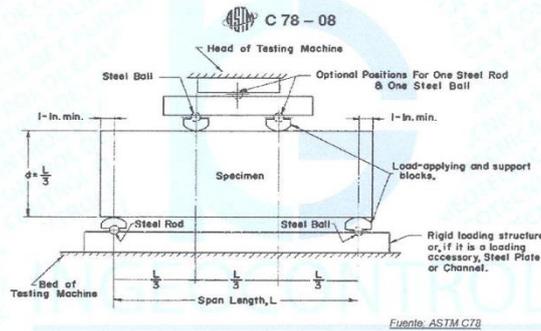
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-124
	<b>MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-18
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
Fc de diseño	: 210 kg/cm2			

**RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 03 800gr. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45 kg/cm2
VIGA N° 04 800gr. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	45 kg/cm2



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sapez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

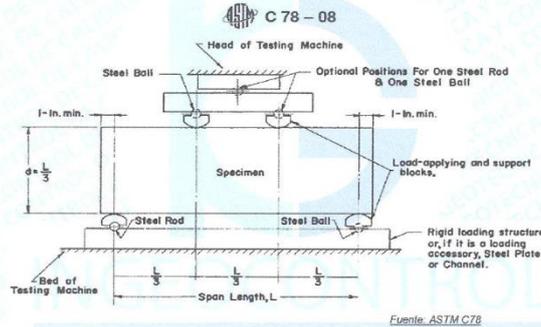
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-19
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes prismáticos			
F <sub>c</sub> de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

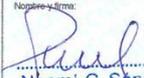
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
VIGA N° 05 1600g. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	47 kg/cm <sup>2</sup>
VIGA N° 06 1600g. x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	48 kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D.	JEFE LEM	D.
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Nberni C. Sanchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190

Fuente: Elaborado por los autores.

## Anexo 8. Ensayo de Tracción.

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-20
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerrero, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: --		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes CILINDRICOS DE 6" x 12"			
Fc de diseño	: 210 kg/cm2			

### RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	15.1 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN	5/11/2018	3/12/2018	28 días	16.2 kg/cm <sup>2</sup>

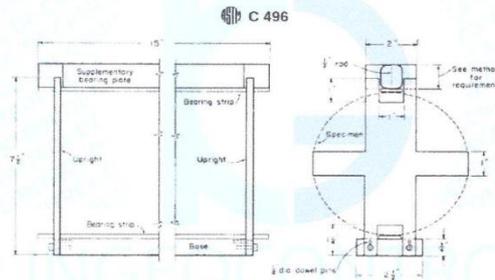
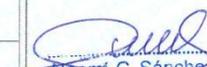


FIG. 4 Detailed Plans for a Suitable Aligning Jig

Fuente: ASTM C496

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		COO - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190  
[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com) / [informes@ingeocontrol.com](mailto:informes@ingeocontrol.com)

Fuente: Elaborado por los autores.

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210$ Kg/cm <sup>2</sup> incorporando fibras_ de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°:	IGC18-LEM-496-21
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscila Rebeca		REALIZADO POR :	R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR :	J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO :	3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNO :	Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes CILINDRICOS DE 6" x 12"			
F <sub>c</sub> de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 03 FIBRA DE 600g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	10.3 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 04 FIBRA DE 600g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	18.4 kg/cm <sup>2</sup>

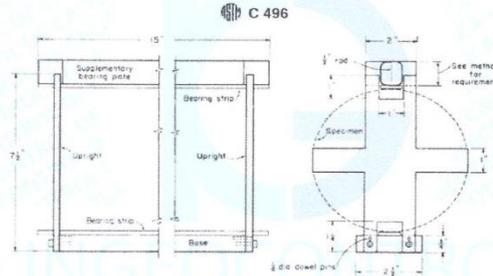


FIG. 4 Detailed Plans for a Suitable Aligning Jig

Fuente: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO LEM Nombre y firma:	D:	JEFE LEM Nombre y firma:	D:	CGC - LEM Nombre y firma:	D:
	M:	 Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:	 Jony C. Guíñez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M:
	A:		A:		

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: Elaborado por los autores.

	FORMATO		Código	AE-FO-124
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL - MÉTODO BRASILEIRO		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 1
PROYECTO	: Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018		REGISTRO N°: IGC18-LEM-496-21	
SOLICITANTE	: Huayta Silvestre Luis Miguel / Altamirano Guerreros, Damaris Piscilla Rebeca		REALIZADO POR	: R. Leiva
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---		REVISADO POR	: J. Gutiérrez
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de INGEOCONTROL		FECHA DE ENSAYO	: 3/12/2018
FECHA DE EMISIÓN	: 22/11/2018		TURNOS	: Diurno
Tipo de muestra	: Concreto endurecido			
Presentación	: Especímenes CILINDRICOS DE 6" x 12"			
Fc de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>			

**RESISTENCIA A LA TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C496**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	TRACCIÓN POR COMPRESIÓN DIAMETRAL
PROBETA N° 05 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	21.6 kg/cm <sup>2</sup>
PROBETA N° 06 FIBRA DE 1600g x m3	5/11/2018	3/12/2018	28 días	23.0 kg/cm <sup>2</sup>

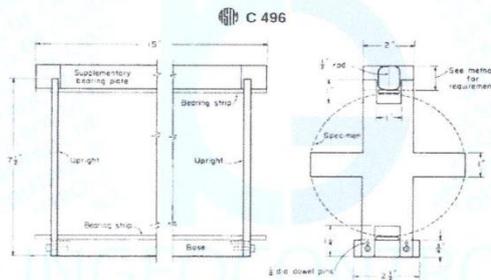


FIG. 4 Detailed Plans for a Suitable Aligning Jig

Fuente: ASTM C496

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de INGEOCONTROL.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo
- \* Prohibida la reproducción total o parcial del presente documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D:	JEFE LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
	A:	 <b>Noemi C. Sánchez-Huamán</b> INGENIERA CIVIL - SIS N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:
		GCC - LEM	D:
		Nombre y firma:	M:
		 <b>Jony C. Guzmán Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A:

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: Elaborado por los autores.

**Anexos 9. Fotografías tomadas In situ.**

**Imagen 15**



**Descripción:** En la imagen se muestra el corte de la fibra la cual quedara a 5cm de largo.

**Imagen 16**



**Descripción:** Fibra de escoba de Nylon cortada en 5 cm.

**Anexo 9.1.** Ensayo granulométrico del agregado grueso.

*Imagen 17*



*Imagen 18*



**Descripción:** En la imagen se muestra el inicio del ensayo granulométrico para el agregado grueso; se pesa la piedra chancada la cual luego pasará a tamizarse.

*Imagen 19*



*Imagen 20*



**Descripción:** En la imagen podemos ver como el agregado grueso pasa a los tamices de los cuales se tomara nota de la cantidad retenida en cada tamiz.

### Anexo 9.1.1 Peso específico del agregado grueso.

*Imagen 21*



*Imagen 22*



**Descripción:** En la imagen podemos ver el proceso para obtener el peso específico del agregado grueso, en el cual se toma una porción de la piedra chancada la cual es pesada previamente y se cubre de agua, esto se hace secar por 24 horas al sol y se vuelve a pesar

*Imagen 23.*



## Anexo 9.2. Ensayo granulométrico del agregado fino.

*Imagen 24*



*Imagen 25*



*Imagen 26*



*Imagen 27*



**Descripción:** En las fotografías se muestra el paso por el tamiz de los diferentes tamaños del agregado fino

*Imagen 28*



*Imagen 29*



*Imagen 30*



*Imagen 31*



**Descripción:** En las imágenes se muestra los diferentes pesos que pasan por cada número de tamiz quedando cada vez menos agregado fino.

*Imagen 32*



*Imagen 33*



**Descripción:** En las imágenes se muestran las cantidades que quedan retenidas en los tamices, los cuales son pesados y tomados nota, para luego elaborar la curva granulométrica del agregado fino.

**Anexo 9.2.1.** Contenido de humedad del agregado fino.

*Imagen 34*



*Imagen 35*



**Descripción:** Para el contenido de humedad tal como se percibe en la imagen, se pesa una muestra de arena gruesa y luego se pasa a secar a fuego, después de esto se vuelve a pesar y se toma en cuenta la diferencia.

### Anexo 9.2.2. Peso específico del agregado fino.

Imagen 36



Imagen 37



**Descripción:** Para hallar el peso específico tomamos una muestra de agregado fino y la pesamos, luego le agregamos agua hasta que lo cubra por completo y lo dejamos secar por 24 horas al sol, una vez ya seco volvemos a pesar y así obtenemos el peso específico del material.

### Anexo 9.3. Elaboración de probetas

#### Anexo 9.3.1 Elaboración de probetas con incorporación de 60g. de fibra de Nylon.

Imagen 38

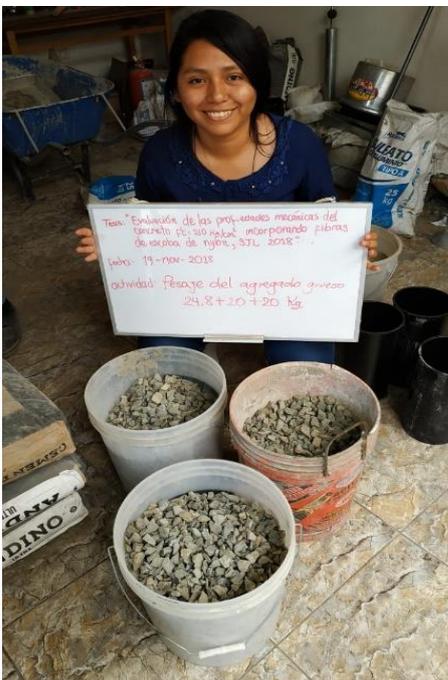
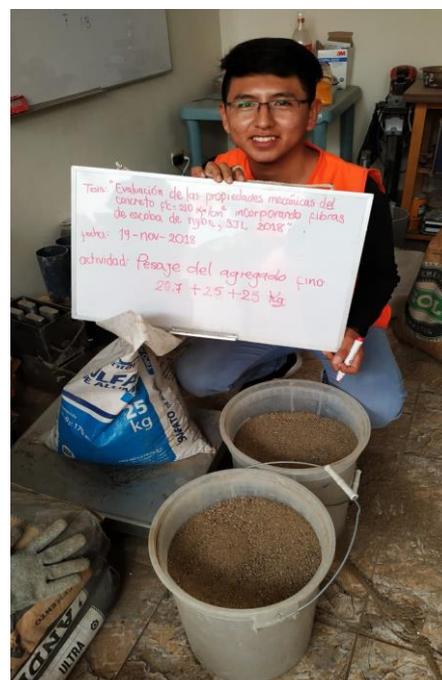
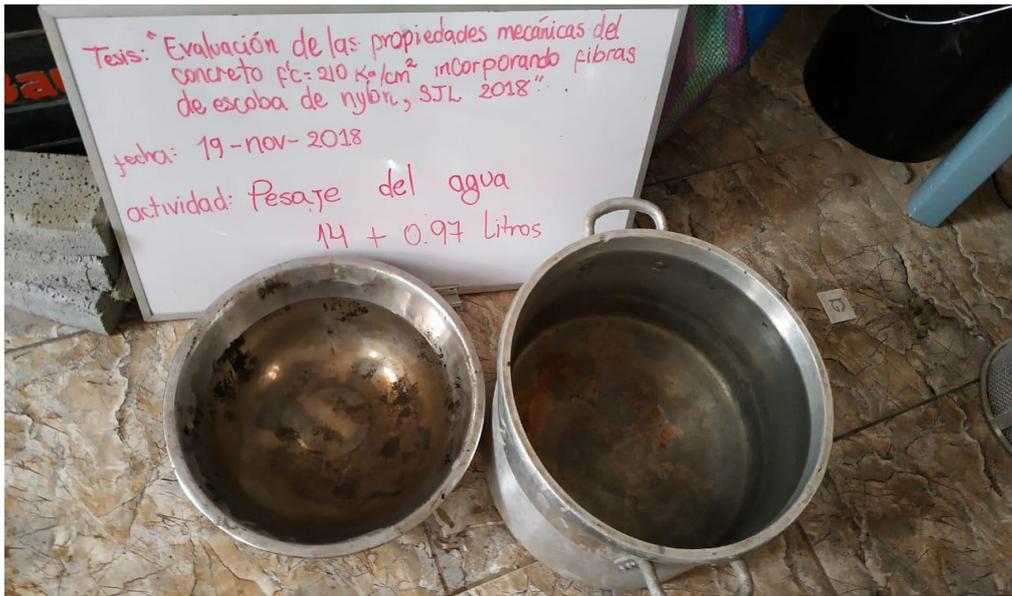


Imagen 39

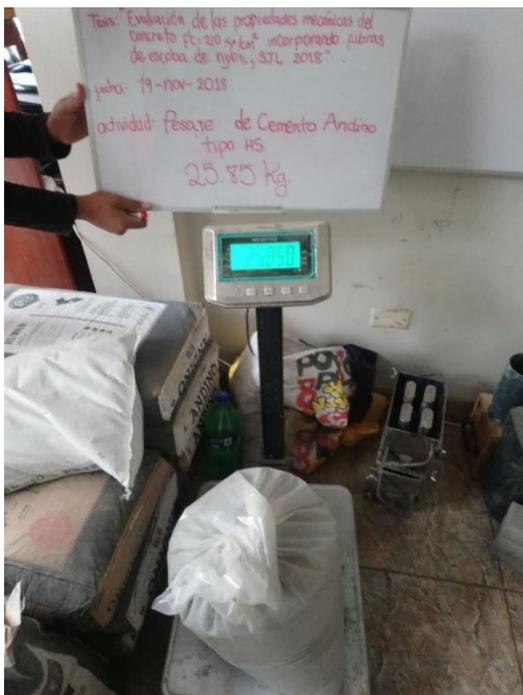


**Imagen 40**



**Descripción:** Para la elaboración de probetas se pesa la cantidad de materiales según indique el diseño de mezcla, en la imágenes vemos al agregado grueso (piedra chancada), agregado fino (arena gruesa) y el agua.

**Imagen 41**



**Imagen 42**



**Descripción:** En las imágenes se muestran los materiales cemento y los 60g de fibra de Nylon que se agregara al primer diseño de mezcla.

**Imagen 43**



**Descripción:** Pasamos a echar los materiales al mezclador eléctrico (trompito), para obtener una mezcla de concreto homogénea.

**Imagen 44**



**Imagen 45**



**Descripción:** En las imágenes se puede observar el momento en donde todos los materiales son mezclados por el trompito eléctrico,

*Imagen 46*



**Descripción:** Luego se vacía un poco de la mezcla en el cono de Abrams y así obtener el asentamiento de 2" ½ pulg.

*Imagen 47*



**Descripción:** En la imagen apreciamos los moldes en los cuales luego serán vacada la mezcla

**Imagen 48**



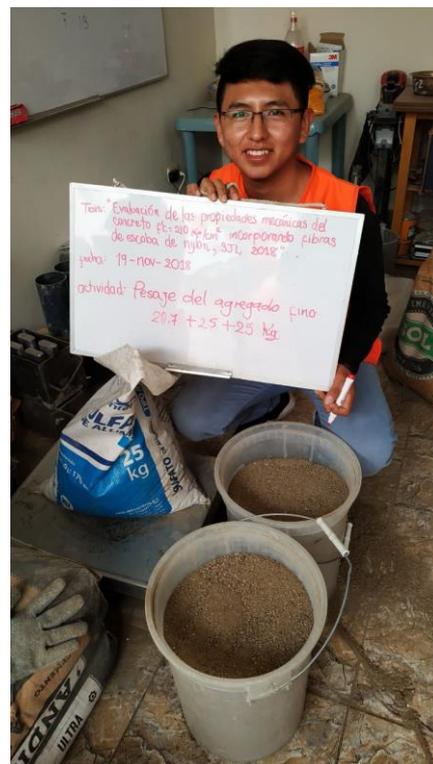
**Descripción:** Se pasa a vaciar la mezcla en los moldes cilíndricos para la prueba de compresión y tracción, y para la prueba de flexión se pone la mezcla en los moldes rectangulares.

**Anexo 9.3.2** Elaboración de probetas con incorporación de **120g.** de fibra de Nylon.

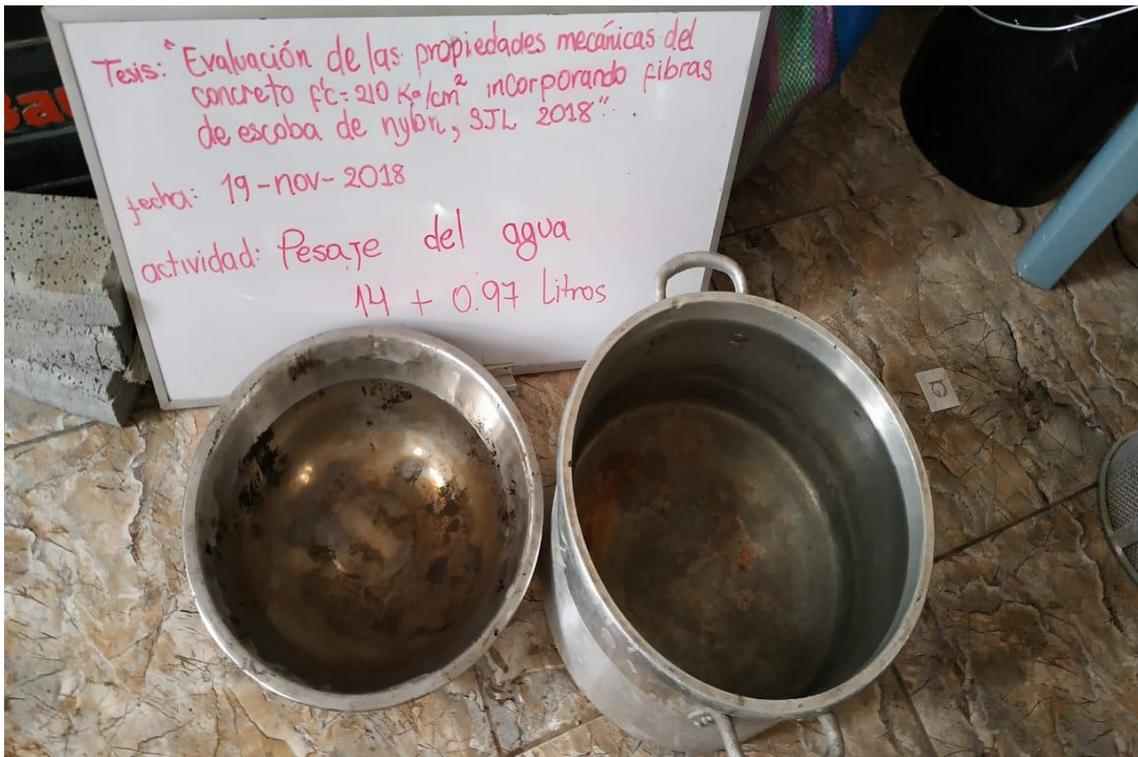
**Imagen 49**



**Imagen 50**

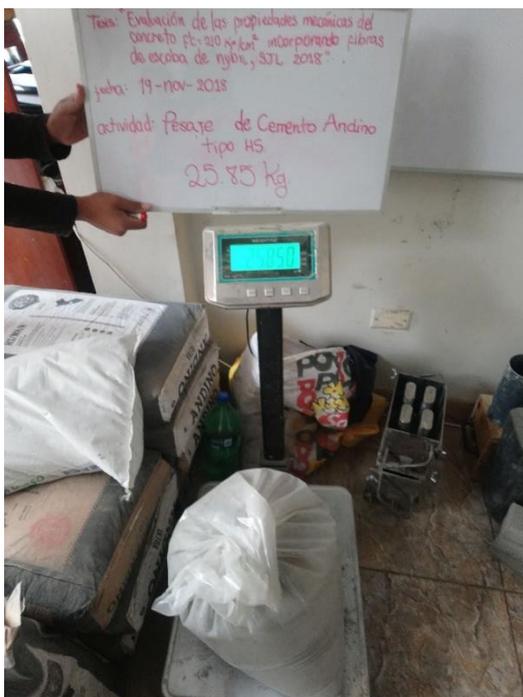


**Imagen 51**



**Descripción:** Para la elaboración de probetas se pesa la cantidad de materiales según indique el diseño de mezcla.

**Imagen 52**

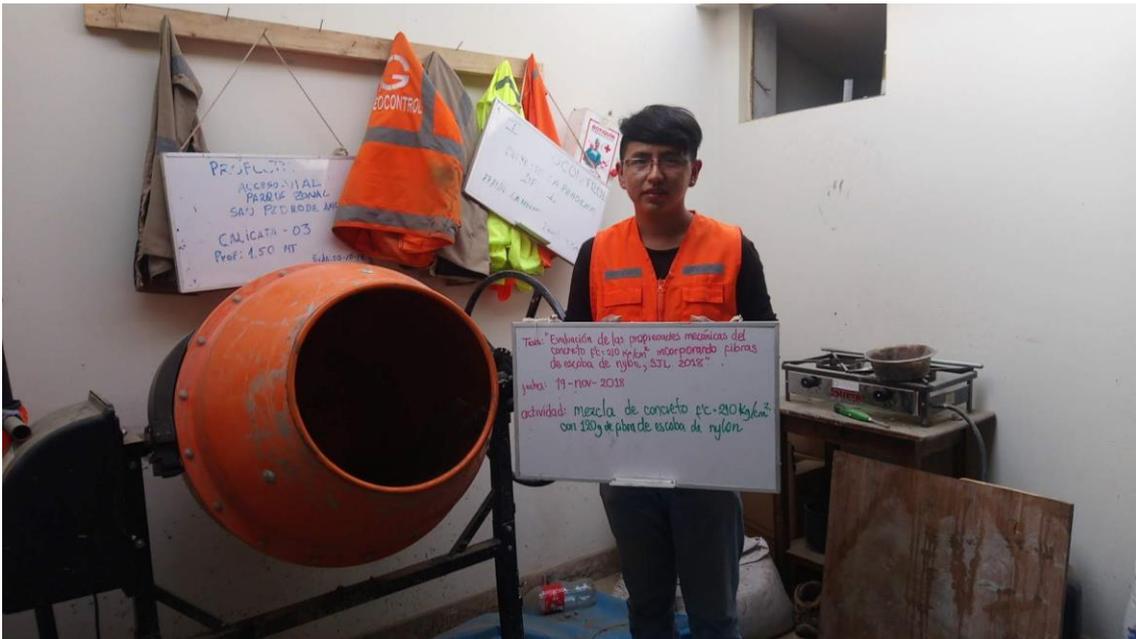


**Imagen 53**



**Descripción:** Resto de los materiales que serán parte de la mezcla de concreto.

**Imagen 54**



**Descripción:** Una vez listo los materiales ya pesados, se colocaran en el trompito para luego obtener una mezcla uniforme.

**Imagen 55**

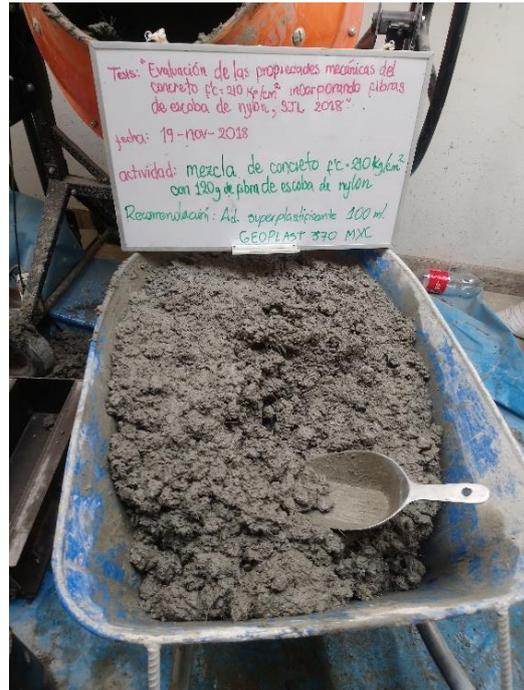


**Descripción:** Pasamos a elaborar la mezcla para el concreto con incorporación de fibra de escoba de Nylon con 120g de esta.

**Imagen 56**



**Imagen 57**



**Descripción:** En la imagen de la izquierda se está colocando la fibra mientras el trompito está mezclando los agregados. En la imagen de la derecha podemos observar el resultado de la mezcla el cual luego pasar a los moldes.

**Imagen 58**



**Descripción:** En la imagen se puede observar que se dan golpes ligeros a las probetas para evitar los vacíos.

**Imagen 59**



**Descripción:** Una vez secas las probetas, se pasan a retirar del molde y se pone a remojar en la piscina con agua según las edades establecidas.

## Anexo 9.4 Desmoldado de probetas

*Imagen 60*



*Imagen 61*



*Imagen 62*



*Imagen 63*



**Descripción:** Para desmoldar las probetas las probetas antes de llenarlas se debe aplicar un desmoldante y una vez endurecido el concreto se debe sacar del molde con ayuda de una compresora de aire.

## Anexo 9.5 Curado de probetas

*Imagen 64*



*Imagen 65*



*Imagen 66*



*Imagen 67*



**Descripción:** Para que el concreto alcance la resistencia requerida todas las probetas tanto cilíndricas y prismáticas de los tres diseños de mezclas deben permanecer sumergidas en el agua, para luego registrar el comportamiento ante las cargas ejercidas.

## Anexo 2.6 Ensayo de Resistencia a la compresión

### Anexo 2.6.1 Ensayo a los 7 días

*Imagen 68*



*Imagen 69*



*Imagen 70*



*Imagen 71*

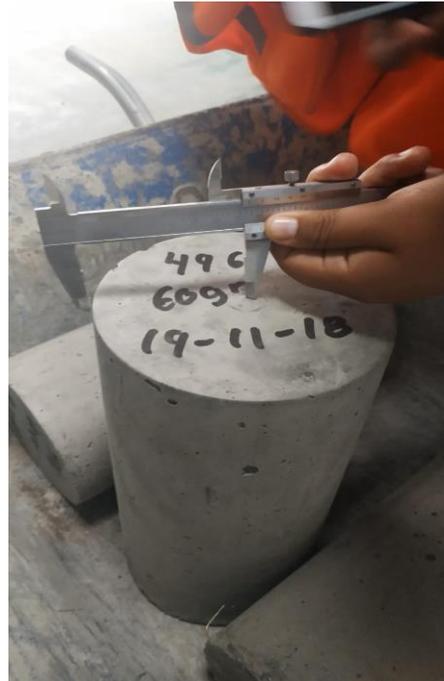


**Descripción:** Estas imágenes muestran los ensayos de ruptura del concreto patrón a la edad de siete días, desde su colocación a la prensa hidráulica hasta la foto de cómo queda cada probeta tras la aplicación de la carga uniforme.

*Imagen 72*



*Imagen 73*



*Imagen 74*

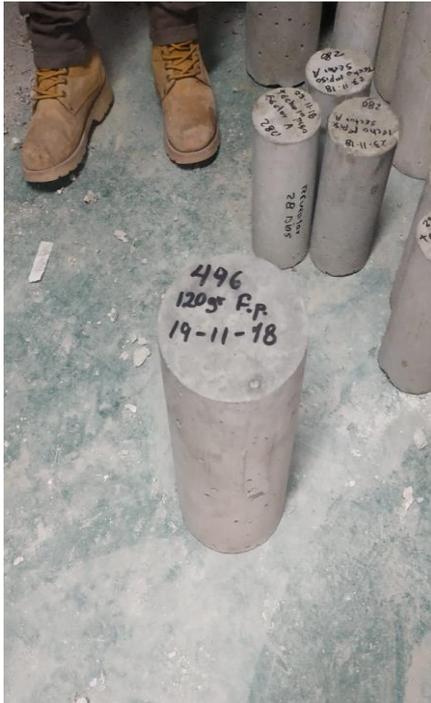


*Imagen 75*



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de siete días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por compresión con 0.23% (60g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probeta tras la aplicación de la carga de la prensa hidráulica.

*Imagen 76*



*Imagen 77*



*Imagen 78*



*Imagen 79*



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de siete días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por compresión con 0.46% (120g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación de la carga de la prensa hidráulica.

## Anexo 9.6.2 Ensayo a los 14 días

Imagen 80



Imagen 81



Imagen 82

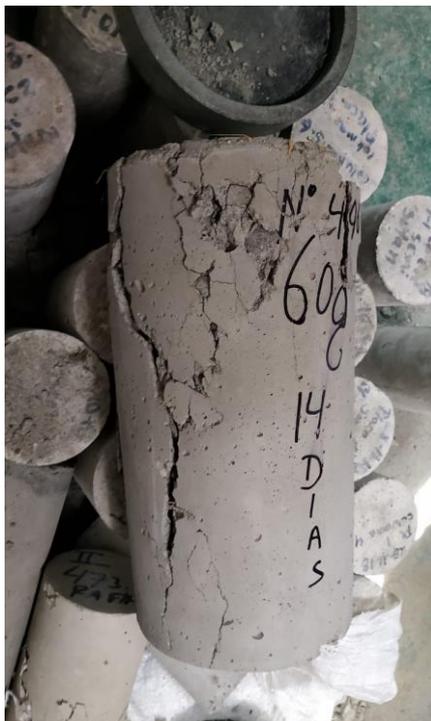


Imagen 83

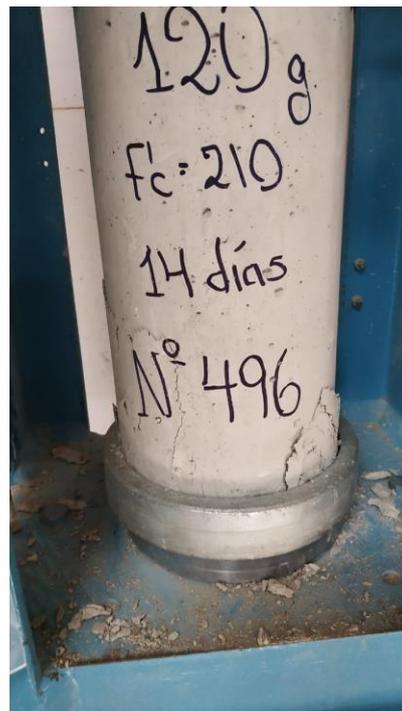


**Descripción:** Estas imágenes muestran los ensayos de ruptura por compresión del concreto con 0.23% (60g.) de fibra a la edad de catorce días, desde su colocación a la prensa hidráulica hasta la foto donde se aprecia cómo terminan las probetas tras la aplicación de la carga uniforme.

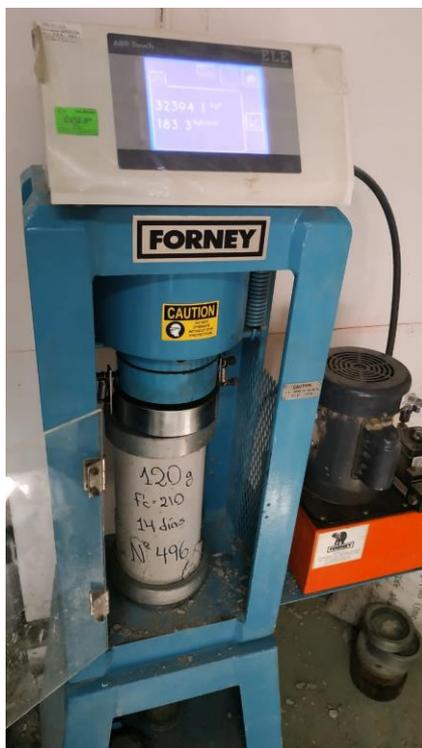
*Imagen 84*



*Imagen 85*



*Imagen 86*



*Imagen 87*



**Descripción:** Estas imágenes muestran los ensayos de ruptura por compresión del concreto con 0.46% (120g.) de fibra a la edad de catorce días, desde su colocación a la prensa hidráulica hasta la foto donde se aprecia cómo terminan las probetas tras la aplicación de la carga uniforme.

## Anexo 9.6.2 Ensayo a los 28 días

Imagen 88



Imagen 89



Imagen 90

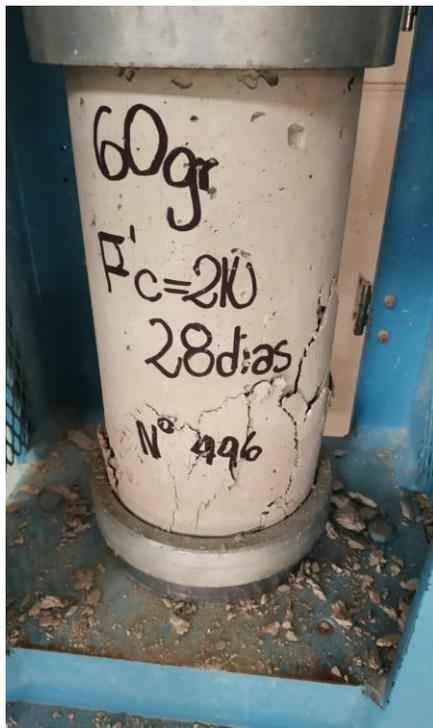
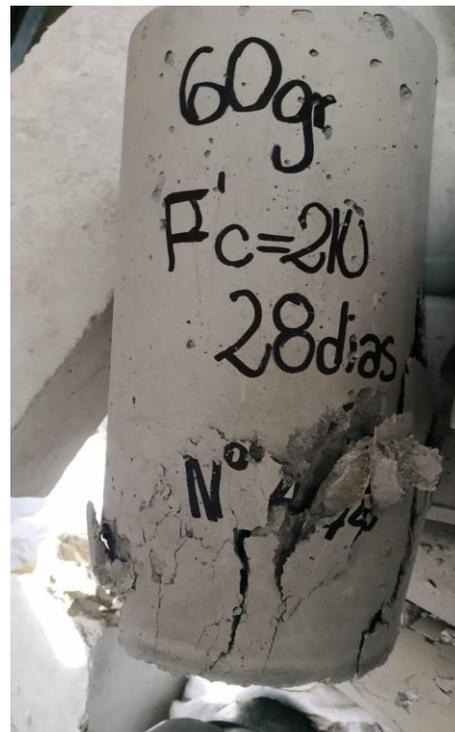


Imagen 91



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de veintiocho días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por compresión con 0.23% (60g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación la carga de la prensa hidráulica.

## Anexo 9.7. Ensayo de resistencia a la flexión

### Anexo 9.7.1 Ensayo a los 28 días – 0.23% fibra de escoba de nylon

Imagen 92



Imagen 93



Imagen 94

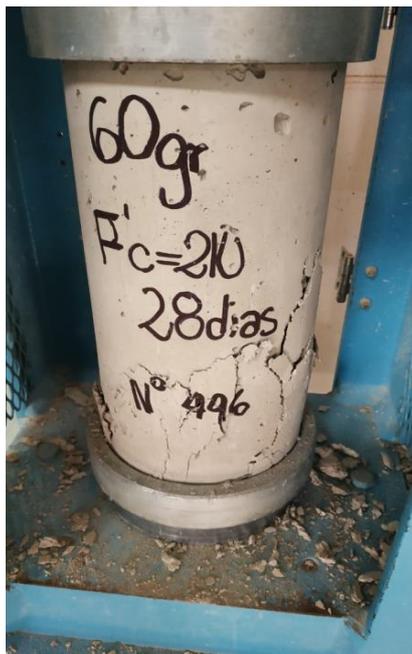
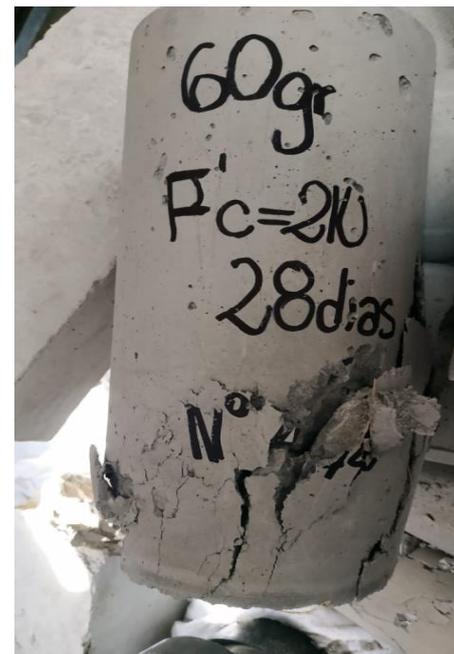


Imagen 95



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de veintiocho días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por compresión con 0.23% (60g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación la carga de la prensa hidráulica.

### Anexo 9.7.2 Ensayo a los 28 días – 0.46% fibra de escoba de nylon

Imagen 96



Imagen 97

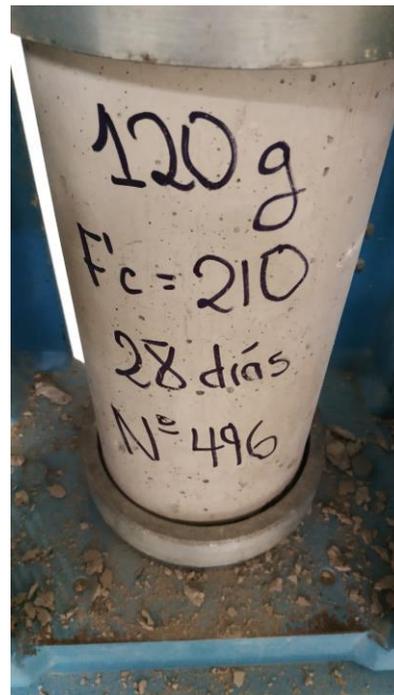


Imagen 98

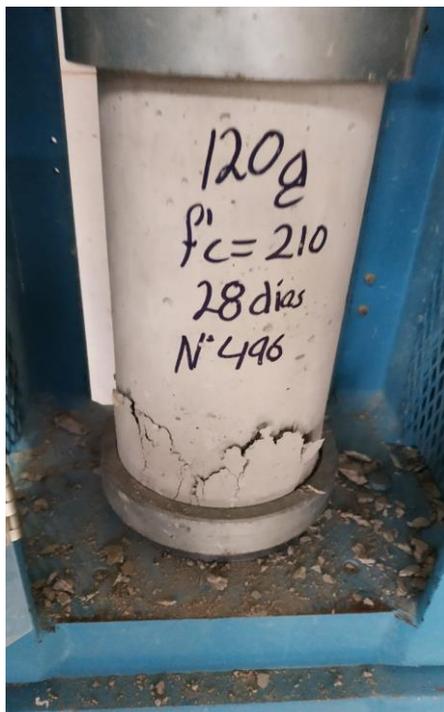


Imagen 99



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de veintiocho días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por compresión con 0.46% (120g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación la carga de la prensa hidráulica.

## Anexo 9.8. Ensayo de resistencia a la flexión

### Anexo 9.8.1 Ensayo a los 28 días – 0.23% fibra de escoba de nylon

*Imagen 100*



*Imagen 101*



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de veintiocho días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por flexión con 0.23% (60g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación la carga de la prensa hidráulica.

## Anexo 9.8.2 Ensayo a los 28 días – 0.46% fibra de escoba de nylon

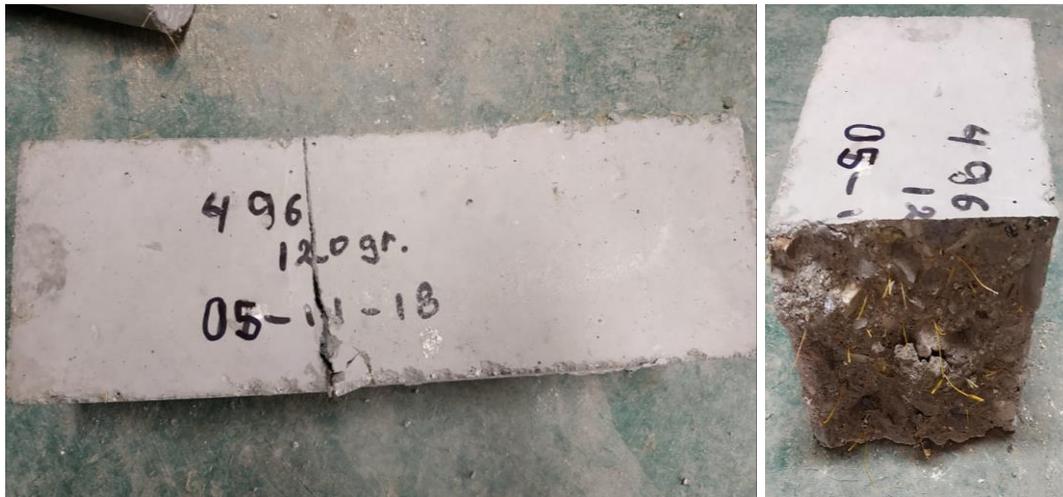
*Imagen 102*



*Imagen 103*



*Imagen 104*



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de veintiocho días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por flexión con 0.46% (120g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación la carga de la prensa hidráulica.

**Anexo 9.8.** Ensayo de resistencia a la tracción

**Anexo 9.8.1** Ensayo a los 28 días – 0.23% fibra de escoba de nylon

*Imagen 105*



*Imagen 106*



*Imagen 107*



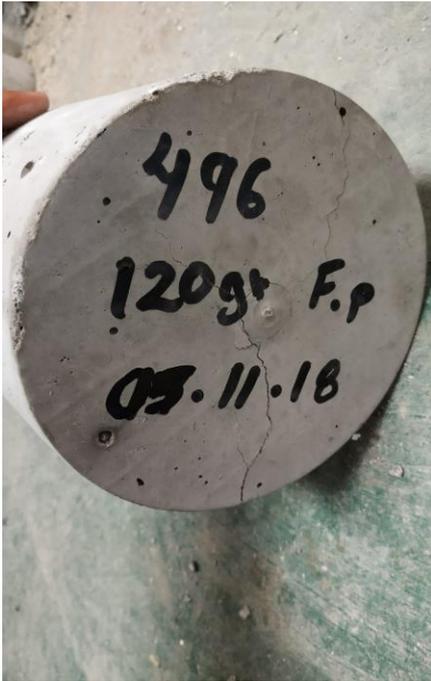
*Imagen 108*



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de veintiocho días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por tracción con 0.23% (60g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación la carga de la prensa hidráulica.

**Anexo 9.8.2** Ensayo a los 28 días – 0.46% fibra de escoba de nylon

*Imagen 109*



*Imagen 110*



*Imagen 111*



*Imagen 112*



**Descripción:** Estas imágenes a la edad de veintiocho días se muestran los ensayos de ruptura del concreto por tracción con 0.46% (120g.) de fibra de nylon, desde su estado normal hasta la foto de cómo quedan las probetas tras la aplicación la carga de la prensa hidráulica.

# Anexo 10

## Resultado del turnitin

feedback studio maguis /0 < 1 de 1 >



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f_{c'}=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando fibras de esboho de nylon, San Juan de Lunahuaná 2018

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

AUTORES  
Alfonso Guzmán, Daniela Prada Yobava  
Hugo Silvestre, Luis Miguel

ASESORA  
Dra. María Ysabel García Álvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
Diseño sísmico estructural

LIMA - PERU  
2018

**Resumen de coincidencias**

22 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Este)

**Coincidencias**

1	Entregado a Universidad...	5 %
2	Entregado a Universidad...	4 %
3	Rivologia.blogspot.com	3 %
4	Entregado a Universidad...	2 %
5	repositorio.uv.edu.pe	2 %
6	myslide.es	1 %
7	es.wikipedia.org	1 %
8	tesis.uv.edu.pe	<1 %
9	repositorio.unh.edu.pe	<1 %
10	documents.ma	<1 %
11	cybertesis.unh.edu.pe	<1 %

Q-05



Fágina: 1 de 34    Número de palabras: 19167    Text-only Report    High Resolution     Abusado

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE          TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1

Yo, Maria Ysabel Garcia Alvarez , docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil. De la Universidad César Vallejo Sede Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibras de escoba nylon, San Juan de Lurigancho 2018”, del (de la) estudiante Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros Facultad Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lima, San Juan de Lurigancho 13 de diciembre del 2018



Firma

Maria Ysabel Garcia Alvarez

DNI: 21453567

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 ORIGINALIDAD DE          TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 1 de 1

Yo, María Ysabel Garcia Alvarez , docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil. De la Universidad César Vallejo Sede Lima Este (precisar filial o sede), revisor (a) de la tesis titulada

“Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba nylon, San Juan de Lurigancho 2018”, del (de la) estudiante Luis Miguel Huayta Silvestre Facultad Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Civil, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

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

Lima, San Juan de Lurigancho 13 de diciembre del 2018



Firma

María Ysabel Garcia Alvarez

DNI: 21453567

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

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo Damaris Priscila Rebeca Altamirano Guerreros, identificado con DNI No /6432277, 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 las propiedades mecánicas del concreto  $f'c= 210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

  
 FIRMA

DNI: 76432277

FECHA: 13 de diciembre del 2018

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

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b> UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
---	---	---

Yo Luis Miguel Huayta Silvestre, identificado con DNI No 70980212, 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 las propiedades mecánicas del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:


---

FIRMA

DNI: 70980212

FECHA: 13 de diciembre del 2018

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



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

DAMARIS PRISCILA REBECA ALTAMIRANO GUERREROS

INFORME TÍTULADO:

Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 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: 14 (Catorce)



9.05

---

MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

LUIS MIGUEL HUAYTA SILVESTRE

INFORME TÍTULADO:

Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> incorporando fibras de escoba de nylon, San Juan de Lurigancho 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: 14 (Catorce)



DRA. MARIA YSABEL GARCIA ALVAREZ