



# FACULTAD DE INGENIERÍA

---

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO  $f'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ . LIMA 2020.

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniero Civil.**

**Autores:**

Robert Ronald Gutierrez Blas

Juan Calderón Huaman

**Asesor:**

Mg. Ing. Daniel Bernal Diaz

Lima - Perú

2020

## DEDICATORIA

La presente tesis, se la dedico a mi madre quien siempre me ha dado la fortaleza y el apoyo incondicional durante estos años; así mismo a mi padre quien desde el cielo me ampara, sostiene y guía en este nuevo proyecto.

A mis hijos Sebastián y Flavia, por ser el principal motivo y el motor en mi vida para tratar siempre de ser mejor día a día.

A Doña Laura Salinas, por su gran apoyo, comprensión y paciencia durante todo este proceso de estudio.

**Bch: Robert Ronald Gutierrez Blas**

## DEDICATORIA

La presente tesis es dedicada a mis padres que me forjaron y me enseñaron a ser perseverante en todo, que ahora desde el cielo me cuidan y guían en todos mis proyectos.

A mi esposa y mis hijos que han sido parte fundamental y fuente de motivación para superarme cada día más y concluir con éxito esta tesis, ellos fueron los principales protagonistas de este sueño alcanzado.

**Bch: Juan Calderón Huaman**

## AGRADECIMIENTO

La presente investigación, es en agradecimiento a DIOS por conducirnos y darnos la comprensión necesaria y por poner en nuestros caminos a las personas idóneas y capaces para así poder transmitirnos sus conocimientos.

A nuestra alma mater la UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE, por permitirnos llegar a ser profesionales.

A nuestro asesor Mg. Ing. DANIEL BERNAL DIAZ principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo considerándolo pieza clave y principal de nuestros logros.

## Tabla de contenido

DEDICATORIA .....	10
AGRADECIMIENTO .....	11
ÍNDICE DE TABLAS .....	14
ÍNDICE DE FIGURAS .....	16
RESUMEN.....	17
ABSTRACT .....	18
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....	19
1.1. Realidad problemática .....	19
1.2. Formulación del problema .....	24
1.2.1. Problema general.....	24
1.2.2. Problemas específicos.....	24
1.3. Objetivos.....	46
1.3.1. Objetivo general.....	46
1.3.2. Objetivos específicos.....	46
1.4. Hipótesis.....	46
1.4.1. Hipótesis general.....	46
1.4.2. Hipótesis específica.....	47
CAPITULO II. METODOLOGIA .....	48
2.1. Tipo y diseño de investigación.....	48
2.1.1. Tipo de Investigación .....	48
2.1.2. Diseño de Investigación.....	48
2.2. Población y muestra. (materiales, instrumentos y métodos) .....	49
2.2.1. Población. ....	49
2.2.2. Muestra. ....	49
2.3. Unidad de estudio.....	55
2.4. Materiales y técnicas.....	55
2.4.1. Materiales .....	55
2.4.2. Técnicas.....	56
2.5. Procedimientos.....	57
2.5.1. Procedimiento con material convencional y con la adición de material reciclado.....	57
CAPITULO III. RESULTADOS .....	100
3.1. Objetivo específico 1. ....	100
Determinar la influencia en la resistencia a la compresión, un diseño de mezcla para concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo.....	100
3.2. Hipótesis específico 1.....	100
Consideraciones del Diseño experimental:.....	101
3.3. Objetivo específico 2.....	107
Determinar la influencia en la resistencia a la flexión, un diseño de mezcla para concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo.....	107
3.4. Hipótesis específico 2.....	107

3.5. Objetivo específico 3.....	115
Determinar la influencia de abrasión, un diseño de mezcla para concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo. ....	115
3.6. Hipótesis específico 3.....	115
CAPÍTULO IV: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES .....	120
4.1. DISCUSIONES .....	120
4.2. CONCLUSIONES.....	122
REFERENCIAS.....	123
ANEXOS: Certificados de Laboratorio y Fichas Técnicas.....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Tipos de fibras más comunes y sus propiedades</i> .....	23
<i>Tabla 2 Tensión</i> .....	37
<i>Tabla 3 Operacionalización de variables</i> .....	49
<i>Tabla 4 Número de probetas ensayadas</i> .....	50
<i>Tabla 5 Datos de laboratorio</i> .....	58
<i>Tabla 6 Resistencia requerida</i> .....	58
<i>Tabla 7 Asentamiento</i> .....	59
<i>Tabla 8 Contenido de agua</i> .....	59
<i>Tabla 9 Contenido de aire atrapado</i> .....	59
<i>Tabla 10 Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto</i> .....	60
<i>Tabla 11 Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco.</i> .....	61
<i>Tabla 12 Límites de gradación de Agregado Fino</i> .....	69
<i>Tabla 13 Límites de gradación de Agregado Grueso</i> .....	70
<i>Tabla 14 CH% del Agregado Grueso</i> .....	75
<i>Tabla 15 CH% del Agregado Fino</i> .....	75
<i>Tabla 16 Datos del</i> .....	77
<i>Tabla 17 Resistencia requerida</i> .....	77
<i>Tabla 18. Asentamiento</i> .....	78
<i>Tabla 19 Contenido de Agua</i> .....	78
<i>Tabla 20 Contenido de aire atrapado.</i> .....	78
<i>Tabla 21 Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto</i> .....	79
<i>Tabla 22 Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco</i> .....	80
<i>Tabla 23 Resumen de la resistencia alcanzada a 7 días</i> .....	91
<i>Tabla 24 Resumen de la resistencia alcanzada a 14 días</i> .....	92
<i>Tabla 25 Resumen de la resistencia alcanzada a 28 días</i> .....	93
<i>Tabla 26 Resumen de la resistencia para Flexión alcanzada a 28 días</i> .....	97
<i>Tabla 27 Valores de los ensayos a compresión</i> .....	102
<i>Tabla 28 Mediciones de la Resistencia a la compresión en cada tratamiento</i> .....	103
<i>Tabla 29 Resultados de la prueba de Normalidad</i> .....	105
<i>Tabla 30 Prueba de homogeneidad de varianzas</i> .....	106
<i>Tabla 31 Resultado prueba ANOVA</i> .....	106
<i>Tabla 32 Valores de los ensayos a flexión</i> .....	109

<b><i>Tabla 33 Análisis Descriptivo.....</i></b>	<b><i>110</i></b>
<b><i>Tabla 34 Resultados de la prueba de Normalidad.....</i></b>	<b><i>111</i></b>
<b><i>Tabla 35 Prueba de homogeneidad de varianzas.....</i></b>	<b><i>112</i></b>
<b><i>Tabla 36 Prueba ANOVA.....</i></b>	<b><i>113</i></b>
<b><i>Tabla 37 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.....</i></b>	<b><i>114</i></b>
<b><i>Tabla 38 Valores de los ensayos a abrasión.....</i></b>	<b><i>117</i></b>
<b><i>Tabla 39 Prueba del análisis de varianza ANOVA DE UN FACTOR.....</i></b>	<b><i>117</i></b>
<b><i>Tabla 40 Porcentaje de abrasión.....</i></b>	<b><i>118</i></b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Curvas típicas carga – abertura de fisura, para matrices con y sin fibras.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 2. Preparación del concreto <math>f_c=210</math> Kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco utilizando fibras de vidrio y acero.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 3. Preparación del cono de Abrams y medida del asentamiento.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 4. Probetas <math>f_c=210</math> Kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 5. Probeta de concreto ensayadas a compresión y flexión.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 5. Características físicas.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 6. Recolección de fibra de vidrio y polvillo de acero.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 7. Quebrado y trituración de la fibra vidrio.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 8. Tamizado (N°4) de la fibra de vidrio .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 9. Selección con imán del polvillo de acero .....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 10. Pasante del tamiz N° 4. fibra de vidrio .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 11. Tamizado del polvillo de acero con el Tamiz N° 200.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 12. Análisis granulométrico del laboratorio.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 13. Análisis granulométrico del laboratorio .....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 14. Análisis granulométrico del laboratorio Tamizado ASTM D-422 Y ASSHTO T88.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 15. Colocación de los materiales en el horno.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 16. Tandeo de materiales.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 17. Toma de medida del Slump.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 18. Vaciado de probetas prismáticas. ....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 19. Proceso de curado .....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 20. Ensayo a Compresión.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 21. Tipos de fallas en los testigos ensayados. ....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 22. Diagrama del aparato para pruebas a flexión, ASTM C78-02 .....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 23. Colocación adecuada del espécimen, según medidas. ....</i>	<i>95</i>
<i>Figura 24. Tipo de rotura.....</i>	<i>95</i>



## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia combinada entre las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclado, como refuerzo, en las propiedades mecánicas de un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

Siendo el tipo de investigación cuasi experimental aplicada, debido a que se tomará la norma ACI 211 y de esta manera se desarrollará un diseño de mezcla convencional incorporando fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo para mejorar las propiedades mecánicas del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, asimismo se establece un control en donde se puede manipular de manera intencional la variable independiente de fibra de vidrio y polvillo de acero, para poder analizar la influencia sobre la variable dependiente en estado de compresión, flexión y abrasión en las probetas (cilíndricas y prismáticas) a ensayar.

Se utilizó como unidad de estudio, probetas para compresión y abrasión de 4" de diámetro y 8" de longitud, para flexión de 150 x 150 milímetros de dimensión y 500 milímetros de longitud.

Por otro lado, la metodología utilizada fue cuantitativa ya que se emplearon instrumentos de recolección de datos que permitieron cuantificar los resultados, como es el caso de la ficha de observación de datos, utilizando la estadística inferencial de los datos obtenidos para poder demostrar las hipótesis; utilizando la estadística inferencial mediante el programa SPSS v25 y de esta manera se pudo demostrar el resultado de las hipótesis, concluyendo que el valor ideal era utilizar el 2.5% de fibra de vidrio y polvillo de acero, para poder cumplir con los objetivos planteados.

**Palabras claves:** Diseño de mezcla, fibra de vidrio y polvillo de acero.

## ABSTRACT

The present investigation aims to determine the combined influence between glass fibers and recycled steel dust, as reinforcement, on the mechanical properties of a mix design for concrete  $f_c = 210$  kg / cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

Being the type of applied quasi-experimental research, because the ACI 211 standard will be taken and in this way a conventional mixture design will be developed incorporating recycled glass fibers and steel dust as reinforcement to improve the mechanical properties of concrete  $f_c = 210$  kg / cm<sup>2</sup>, a control is also established where the independent variable of fiberglass and steel dust can be intentionally manipulated, in order to be able to analyze the influence on the dependent variable in the state of compression, flexion and abrasion in the test tubes (cylindrical and prismatic) to be tested.

Compression and abrasion test tubes of 6 "in diameter and 12" in length, for flexion of 150 x 150 millimeters in dimension and 500 millimeters in length, were used as the study unit.

On the other hand, the methodology used was quantitative since data collection instruments were used that made it possible to quantify the results, as is the case with the data observation sheet, using the inferential statistics of the data obtained to be able to demonstrate the hypotheses; Using inferential statistics through the SPSS v25 program, the result of the hypotheses could be demonstrated, concluding that the ideal value was to use 2.5% fiberglass and steel dust, in order to meet the objectives set.

**Key words:** Mix design, fiberglass and steel dust.

## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En los últimos años el medio ambiente se ha ido deteriorando producto al crecimiento de las grandes naciones y avances tecnológicos. Tanto en el Perú como en todo el mundo las construcciones civiles han ido creciendo y renovando tecnologías por lo que es una de las principales estrategias de minimizar la contaminación por el medio de reutilizar los productos desechados.

El sector de la construcción moviliza insumos proceden de otras industrias es por esto que es uno de los principales impulsores de la economía del país. Las estadísticas del World Steel Association en lo corrido del año de enero a octubre del 2016 se produjeron 1.333.492 toneladas de acero, cifra que corresponde a una contracción del 16,6% anual y que se explica por la reducción en la producción de Sur América (-11,2% anual) y África (-15,1% anual), así como por el leve crecimiento de Asia (+0,055 anual) que alcanzó las 921.140 toneladas producidas en los primeros diez meses del 2016. Durante el mismo periodo, la producción de hierro evidenció una leve expansión del 0,18% anual que se tradujo en 968.284 toneladas, de las cuales el 76% fueron producidas por Asia correspondientes a 756.658 toneladas y 8% por la Unión Europea. (Ortega, 2016, p.2)

En el Perú se vienen celebrando los Acuerdos de Producción Limpia (APL) entre el Minam y empresas privadas promoviendo la economía circular. A la fecha, existen siete APL con empresas, entre ellas Aceros Arequipa, las cuales de forma voluntaria vienen implementado acciones que promueven la minimización y valorización de los residuos sólidos, como la reutilización y el reciclaje, la circularidad de los materiales a través de su recuperación, así como la incorporación de material reciclado en la composición de

sus productos, reconociendo a los residuos o materiales secundarios como insumo para ser ingresados en nuevos procesos productivos.

El año 2016, a nivel nacional, se generaron 7'005,576 toneladas de residuos sólidos municipales urbanos, de las cuales solo se reciclaron el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables (plástico, vidrio, cartón, entre otros).

El Ministerio del Ambiente (Minam) publicó en diciembre del 2017 el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, que entre sus objetivos busca minimizar la generación de residuos sólidos en el origen (viviendas, empresas, industrias, comercios, entre otros), así como promover su recuperación y valorización a través de procesos como el reciclaje de plásticos, metales, vidrios y otros, y la conversión de residuos orgánicos en compost, lo cual impulsará una industria moderna del reciclaje, incluyendo a los pequeños recicladores en esta cadena de valor.

A partir de la década de 1960, se empezó a utilizar fibra de vidrio en sustitución del asbesto, por el potencial cancerígeno de este último (American Cancer Society, 2016). Y en los Estados Unidos, empezaron las investigaciones acerca de las propiedades de las fibras de acero como un material de refuerzo para el concreto, se llevaron a cabo experimentos, investigaciones y posibles aplicaciones de este material (Córdova, C. Cuellar, L, & Guizado, M., 2018, pág. 1).

En 1967 el Dr. Majundar, del Building Research Establishment (BRE) del Reino Unido, empezó a investigar los vidrios que contenían Circonio, logrando convertir en fibra alguno de ellos y demostrarlo la resistencia que presentaban estas fibras ante el ataque alcalino en un medio agresivo como el que suponía el refuerzo de los cementos Portland. Tras 4 años de continuas investigaciones al refuerzo duradero para los cementos se logró y la patente de esta investigación fue solicitada por el National

Research Development Corporation (NRDC). (Barros, A., Caballero, J. & Zaldo, V., 2017, pág. 1)

En 1970, la elaboración de fibras de acero llegó al mercado europeo; sin embargo, las normas y recomendaciones no eran muy concretas por lo que hubo dificultades en aceptación, y su uso se derivó a lugares menos críticos de la construcción, como sustituto de refuerzo para control de fisura. Pero hasta la década de 1990, con el auge de la construcción prefabricada, no ha empezado a popularizarse este material (GRC, 2011).

Hoy en día por más de cien países alrededor del mundo, el concreto reforzado con fibras o también llamado GFRC (glass-fiber reinforced concrete, hormigón armado con fibra de vidrio), es una excelente alternativa para la fabricación, diseño de todo tipo de construcciones civiles y amueblamiento urbano (Fibraplus, 2019).

Los países que son considerados potencias, actualmente cuentan con un fuerte desarrollo e innovación de formas, colores a precios competitivos y aunque parezca nuevo para nosotros, el desarrollo de esta aplicación viene desde hace más de 45 años. Las fibras de acero son de uso principal como refuerzo para losas de piso industriales, segmentos de túneles, dovelas prefabricadas y se le da mención como el mejor producto para carreteras que soportan tráfico pesado. Esta evolución se basó en los estudios e investigaciones realizados en distintas universidades, institutos técnicos, así como comités internacionales que velan por la mejora de la calidad y aplicaciones de este material. (Barros, A., Caballero, J. & Zaldo, V., 2017, pág. 2)

El hormigón es un material que no es resistente al esfuerzo de tracción, por lo que normalmente es reforzado con barras o mallas de acero, y se les denomina hormigón armado. El 95% se calcula que el espesor ya no requiera un esfuerzo estructural ya que

no llegan a fisurarse por un exceso de carga, sin embargo, es necesario proteger las barras frente a la corrosión, puesto que el acero se oxida lentamente al contacto del medio ambiente. Por lo que las piezas de hormigón armado requieren centímetros de hormigón alrededor de la barra, lo que deriva el incremento de grosor final de las piezas resultantes. El GRC (glass reinforced concrete, hormigón armado de vidrio) se implementó por primera vez en Rusia, con el motivo de reducir el grosor de las piezas de hormigón y hacerlas adecuadas para uso en cerramientos de fachada. Para ello se sustituyó el refuerzo de acero por hebras de fibra de vidrio, que no requieren de dicha protección, obteniendo así paneles más finos (otra teoría, no documentada, sugiere no obstante que el empleo de fibra de vidrio surgió en un intento de ahorrar acero para la industria bélica durante la II GM). (GRC, 2011)

El hormigón soporta esfuerzos a tracción que son transmitidos por adherencia a las fibras una vez se ha producido micro-fisura, controlan la fisuración y reducen la intensidad de la misma a la vez que mejoran la tenacidad (Farfán, M., Pinedo, D., Araujo, J. & Orbegoso, J., 2018, pág. 2).

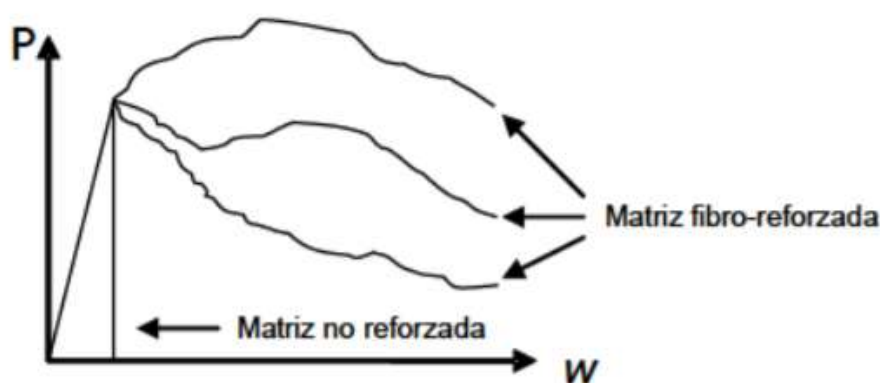


Figura 1. Curvas típicas carga – abertura de fisura, para matrices con y sin fibras.

“El efecto en la fuerza y ductilidad del refuerzo de corte, uso de fibra y nivel de pretensado fue evaluado. Se observó que la capacidad y ductilidad de los miembros de

concreto reforzado con fibras es relativamente mayor que los miembros de concreto regular reforzados con refuerzo de corte mínimo. Basado en estas observaciones, el concreto reforzado con fibras tuvo un buen potencial para poder reemplazar el refuerzo de corte en losas estructurales.” (AHMED, 2015)

Esencialmente, la naturaleza y el tipo de fibras determinan la efectividad de la acción reforzante y la eficacia de la transmisión. En la actualidad se utilizan diversos tipos de fibras.

**Tabla 1 Tipos de fibras más comunes y sus propiedades**

*Tipos de fibras más comunes y sus propiedades (ACI 544.5R-10, 2010).*

Tipo de Fibra	Diámetro Equivalente(mm)	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Resistencia a Tracción ( Mpa)	Módulo de Young(Gpa)	Alargamiento de Rotura(%)
Acrílico	0.02-0.35	1100	200-400	2	1.10
Asbesto	0.0015-0.02	3200	600-1000	83-138	1-2
Algodón	0.2-0.6	1500	400-700	4.80	3-10
Vidrio	0.005-0.15	2500	1000-2600	70-80	1.5-3.5
Grafito	0.008-0.009	1900	1000-2600	230-415	0.5-1
Aramida	0.01	1450	3500-3600	65-133	2.1-4
Nylon	0.02-0.4	1100	760-820	4.10	16-20
Poliéster	0.02-0.4	1400	720-860	8.30	11-13
Polipropileno	0.02-1	900-950	200-760	3.5-15	5-25
Polivinilo alcohol	0.027-0.660	1300	900-1600	23-40	7-8
Carbón	-	1400	4000	230-240	1.4-1.8
Rayón	0.02-0.39	1500	400-600	6.90	10-25
Basalto	0.0106	2593	990	7.60	2.56
Polietileno	0.025-1	960	200-300	5	3
Sisal	0.08-0.3	760-1100	228-800	46692.00	2.1-4.2
Coco	0.11-0.53	680-1020	108-250	2.5-4.5	14-41
Yute	0.1-0.2	1030	250-350	26-32	1.5-1.9
Acero	0.15-1	7840	345-3000	200.00	4-10

Esta investigación trata de utilizar la fibra de vidrio y polvillo de acero reciclados para mejorar las propiedades mecánicas del concreto con el fin de economizar y ayudar a reciclar los materiales desechables para cuidar y proteger el medio ambiente.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general

¿De qué manera influye el trabajo combinado entre las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados, en las propiedades mecánicas de un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020?

### 1.2.2. Problemas específicos

#### 1.2.2.1. Problema específico 1

¿De qué manera influye en la resistencia a la compresión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados?

#### 1.2.2.2. Problema específico 2

¿De qué manera influye en la resistencia a la flexión un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y polvillo acero reciclado?

#### 1.2.2.3. Problema específico 3

¿De qué manera influye en la abrasión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados?

Es claro saber que esta **propuesta es única**, pero existen otros estudios con materiales **no convencionales** que nos servirán como, estudios preliminares y/o antecedentes, de los cuales hemos seleccionado algunos **nacionales e internacionales**, siendo estos:



De acuerdo a Valencia y Quintana (2016) en la tesis “Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 12% y 14%”, trabajo de investigación presentado para la obtención del Título de Ingeniero Civil, en la Universidad Católica de Colombia, y cuyo principal objetivo es Analizar el comportamiento del concreto simple y el concreto reforzado con adición de fibras de acero al 12 % y 14%, con el fin de conocer si existe una mejora en la capacidad de carga a la compresión , y cuyas conclusiones a las que arribaron fueron las siguientes:

La adición de fibra de acero en los cilindros, incrementa la resistencia a la compresión, notándose que la mezcla con adición del 14% fue la más alta, obteniéndose una resistencia promedio de 4324 psi, superando en un 13,65% la capacidad de resistencia a la compresión de la mezcla de concreto sin adición. Asimismo, los cilindros sin adición de fibra tuvieron una falla columnar, falla que no da tiempo a reacción porque se rompe el concreto en instante de segundos al llegar a su máxima resistencia, dejando los cilindros en estado total de daño. A diferencia de los cilindros reforzados con fibra los cuales presentan falla tipo cono y corte y corte cilíndrico que son unas fallas menos letales y que conservan un 80 % la forma del cilindro.

Asimismo, según Iván Vásquez Gonzales, (2015), en la tesis titulada "Comportamiento mecánico del concreto con adición de fibra de acero para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup>", investigación realizada para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad Nacional de Cajamarca, República del Perú, cuyo objetivo principal es evaluar cómo influye la adición de fibra de acero en el comportamiento mecánico del concreto para una resistencia de 500 kg/cm<sup>2</sup> y cuyas conclusiones son las siguientes:

La adición de fibra de acero, incrementa la resistencia a flexión en 157.20%, 180.50%, y 171.52%, para 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero respectivamente,

comparados con el concreto patrón. Para el caso de la tracción indirecta el incremento es de el: 153.96%, 165.62%, 163.43%, para los casos con 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra respectivamente, comparados con el concreto patrón. En Flexión el concreto incrementa en 137.21% con la adición de Sikament 290N, asimismo incrementa en 157.20%, 180.50%, y 171.52%, para 20, 30 y 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero respectivamente comparados con el concreto patrón. En cuanto al costo - resistencia, a compresión el uso de fibra de acero resulta antieconómico, sin embargo, a tracción y flexión debido a la alta resistencia mecánica, el uso de 20 y 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra resulta más beneficioso que el concreto patrón, sin embargo, con 40 kg/m<sup>3</sup> de fibra de acero se obtiene un concreto antieconómico.

De acuerdo a Espinoza Portal Evelin , (2018) , en la tesis titulado “Resistencia de concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica”, trabajo de investigación realizado para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad San Pedro en la ciudad de Cajamarca en la República del Perú , cuyo objetivo principal del trabajo de investigación es Determinar la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica y cuyas conclusiones son las siguientes:

De acuerdo a los resultados y análisis, se concluye que las propiedades mecánicas de la viruta metálica es un material que no contiene ni absorbe agua, pero si ocupa 3.468 de peso específico más que el agregado fino. Del análisis de la composición química de la viruta metálica, se puede concluir que la viruta metálica tiene el Hierro (Fe) 80.748%, Silicio (Si) 6.988% y Aluminio (Al) 5.261%, como componentes más representativos del objeto de estudio y que el aporte del hierro (Fe) es de brindar aleaciones y grado de dureza, en cuanto a su uso en el concreto, reduce asentamiento, genera fraguados más lentos, otorga mayor resistencia a la flexión, ductilidad,

resistencia a la fatiga, y al impacto. El Silicio (Si) influye positivamente en el concreto, la eliminación y oclusión de la porosidad, proporciona una ganancia de resistencia gradual, menor relación agua cemento. El aluminio (Al) no participa prácticamente en la resistencia mecánica, su presencia se debe a la necesidad de utilizar fundentes que contienen hierro, tiene calor de hidratación bajo. La relación agua cemento utilizada para realizar el diseño de mezcla de la probeta patrón fue de  $a/c = 0.684$  y al sustituir al agregado fino en 10% por viruta metálica fue  $a/c = 0.760$  concluyendo que a pesar que la viruta no contiene agua ni absorbe, al sustituir al agregado fino por 10% de la viruta metálica, esta aumenta su relación  $a/c$  en 0.760. Las muestras experimentales con la sustitución de 10% viruta metálica logro superar a la probeta de la resistencia patrón, está en un orden de 5.68%, 8.63% y 5.62% por encima con respecto al patrón de los 7, 14 y 28 días.

También podemos referir lo indicado por ( Cynthia Nicole Sánchez García, 2017) en Perú, sustentó en una tesis titulada “comportamiento del aserrín sobre la resistencia a la compresión, absorción, densidad y asentamiento del concreto para bloques en la construcción”. se investigó el comportamiento del aserrín como material particulado en bloques para la construcción de muros de mampostería sobre su resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y densidad. Se sustituyó arena por aserrín al 0%, 10%, 20%, 30%, 40% y 50% para cada diseño de mezcla. El concreto se diseñó para 70 kg/cm<sup>2</sup> a base de Cemento Portland Compuesto Tipo ICo de la empresa Pacasmayo, arena y confitillo de la cantera “Los Mellizos” en el distrito de Huanchaco, una relación agua/cemento constante de 0.90 y aserrín de la “Maderera Santana S.A.C.” ubicada en la Av. Miraflores, Trujillo. La caracterización de los agregados naturales y del aserrín se realizó bajo las Normas Técnicas Peruanas como el contenido de humedad (NTP 399.185), peso específico y absorción (NTP 400.022 y NTP 400.021), peso unitario

(NTP 400.017) y granulometría (NTP 400.012). Se conformaron probetas cilíndricas de 10 cm de diámetro y 20 cm de alto; curadas a los 28 días haciendo uso de una poza con hidróxido de calcio (NTP 339.183). Para determinar su resistencia a la compresión se empleó la norma NTP 339.034, para el asentamiento la NTP 339.035 y la NTP 339.187 para absorción y densidad. Con la aplicación del aserrín en el concreto, se produjo un concreto para bloques menos pesado, pero aumentando su grado de absorción y a su vez reduciendo el asentamiento y su resistencia a la compresión. El diseño patrón o mezcla con 0% de sustitución de arena por aserrín alcanzó una resistencia a la compresión de 108 kg/cm<sup>2</sup>, un asentamiento de 2 ¾”, una absorción de 6.1% y densidad de 2124 kg/m<sup>3</sup>. El diseño más óptimo del concreto para bloques portantes se dio al 30% de sustitución de arena por aserrín presentándose un valor de resistencia de 72 kg/cm<sup>2</sup>, asentamiento de 1”, absorción de 9.5% y densidad de 1916 kg/m<sup>3</sup>. Mientras que para el concreto aplicado en bloques no portantes se dio al 40% con una resistencia de 49 kg/cm<sup>2</sup>, asentamiento de ¾”, absorción de 10.7% y densidad de 1883 kg/m<sup>3</sup>.

También según (Monroy Rodríguez, 1999) en Monterrey - México, sustentó en una tesis titulada “Integración de aserrín en la fabricación de bloques de concreto”, analiza que en la problemática de la contaminación encontramos un gran número de industrias generadoras de residuos no peligrosos que ocupan grandes volúmenes sin brindar ningún beneficio. Dentro de estas industrias se encuentran las madereras; el residuo que generan es el desperdicio de madera o aserrín. Para dar una solución a este problema y analizando todas las alternativas para la minimización de residuos, se ha propuesto la integración del aserrín en la elaboración de bloques de concreto con la finalidad de obtener especímenes más ligeros y que tengan menor conductividad térmica que los bloques de concreto normales. Se llevaron a cabo varias pruebas piloto

para encontrar la mejor relación aserrín/cemento que produjera bloques que cumplieran con los estándares requeridos por las Normas Mexicanas en lo referente a la resistencia a la compresión y absorción de humedad, el tipo aserrín utilizado es de madera de pino blanco, molido en forma de astilla. Una vez que se analizaron los resultados de las pruebas piloto, se observó que la relación aserrín cemento que cumpla con dichos estándares era la que tiene el valor de 0.25 ya que los bloques elaborados con esta relación mostraron una resistencia a la compresión de 45 kg/cm<sup>2</sup>. Todos los bloques cumplieron con los estándares para la absorción de humedad, también se observó que la variación en las proporciones de los agregados influye significativamente en las características del bloque, especialmente en la resistencia, es decir que la granulometría es una variable importante en la elaboración del bloque. Después de analizar los resultados de la prueba nivel comercial se observó que las desviaciones estándar eran menores que las de las pruebas piloto, a excepción de la prueba de absorción de humedad, por lo que se concluye que en la maquinaria automatizada se tiene un mejor control de las variables de fabricación del bloque mezclado, tiempo de vibración y compactación. También es notable la resistencia del bloque con aserrín, esto es el resultado de la adhesión heterogénea del cemento sobre la superficie no isotrópica de la madera y de la diferencia de polaridades entre la madera y el resto de los materiales. Se observó que el bloque con aserrín es más ligero en un 20% y 10% cuando se compara con los bloques de concreto con y sin aditivo, respectivamente. También se observó que la conductividad térmica del bloque con aserrín era menor que la de los otros dos en un 25%.

Según Ortiz & Gutiérrez (2020), en su tesis de investigación titula comportamiento mecánico del concreto  $F'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> según el método de

agregados globales reemplazando los agregados finos y gruesos al 100% con concreto reciclado para pavimentos rígidos de bajo tránsito. Oquendo – callao 2020.

Presenta una investigación a la abrasión al espécimen de la muestra experimental “C2” a los 28 días, por método de gradación “A”, con la máquina de los ángeles a 500 revoluciones y se obtuvo un desgaste de 12%, estando dentro de los parámetros que ameritan la NTP.

De acuerdo con Amasifuén Polo, 2018 en Lima - Perú, en su tesis titulada: “Diseño de bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, Distrito de Tarapoto, San Martín – 2018”, En el presente trabajo tiene como objetivo la búsqueda de la proporción adecuada de materiales para el diseño de una mezcla de concreto ligero, con bajo peso volumétrico, para ser empleado en la fabricar bloques de 90x190x390mm; no obstante, este bloque de concreto ligero debe mínimamente cumplir con la resistencia requerida por la NTP y el RNE; es así que, se inició el proceso de investigación en la Universidad César Vallejo en los ambientes del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos, durante el periodo 2017 – 2018; a donde se recurrió debido a que el tipo y el diseño de la investigación lo ameritaban, pues al ser una investigación Aplicada con un diseño Experimental, existía la necesidad de manipular de manera controlada el comportamiento de los materiales, sus características y proporciones para ser aplicadas según las teorías, los métodos y procesos estipulados en la ASTM , el RNE , la NTP y la Guía del ACI; en cuanto a la población de estudio, esta estuvo conformada por los especímenes de prueba con densidades 1200 kg m<sup>3</sup>/, 1400 kg m<sup>3</sup>/y 1600 kg m<sup>3</sup>/, que sirvieron para identificar el diseño óptimo de las proporciones de materiales; estableciendo al diseño cuya densidad es de 1600 kg m<sup>3</sup>/, como el diseño óptimo, que permitió distinguir la muestra, cuyo grupo está formado por los especímenes de prueba cuya proporción fue

la óptima y los bloques de concreto ligero elaboradas a partir de dicho diseño. Pudiendo llegar a la conclusión de que es posible diseñar bloques de concreto ligero con la aplicación de perlas de poliestireno, pues cumple con los requisitos mínimos de resistencia tanto para los bloques portantes como para los no portantes.

Según Hincapie & Zambrano (2014) en su investigación titulada:

“Comportamiento a flexión de compuestos cementicios de ultra alto desempeño reforzados con fibras de vidrio alcalino-resistentes” en la disertación para obtener el grado de ingeniero civil de la Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá. Colombia, donde la investigación hace énfasis en la influencia del contenido de fibras de vidrio en concretos de ultra alto desempeño, evaluando su resistencia tanto a compresión como a flexión empleando materiales locales en su elaboración y de esta forma aplicarlo en obras de ingeniería civil; así mismo se realizaron comparaciones de los resultados con especímenes sin fibra de vidrio (control), para determinar la variación que sufren las mezclas. En esta investigación se realizaron 3 tipos de mezcla en las cuales se modificó su contenido de arena para obtener un compuesto de ultra alto desempeño y de esta forma determinar la mejor resistencia posible a compresión (mayor de 110 MPa); además se implementaron las fibras de vidrio, analizando la influencia de la esbeltez y contenido de estas, obteniendo mejores resultados en cuanto al módulo de rotura de flexión del material resultante, el cual fue superior a 8 MPa.

Mientras que Carrillo & Rojas (2017), en su investigación titulada: “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón  $F'_c = 210$ /cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado en porcentaje de 1,2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de la cantera de Vicho y Conyac.

La presente tesis de investigación tiene como objetivo principal hacer un análisis comparativo de un concreto patrón  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y un concreto adicionando con fibras de acero Dramix 3D, en la resistencia del concreto tanto a compresión y flexión. Los concretos fueron elaborados con cemento portland IP, agregado fino de las canteras de Conyac (75%), agregado grueso de ¾" de la cantera de Vicho, pues eso fueron los agregados escogidos que cumplieron las características exigidas por las Normas Técnicas Peruanas, fibras de acero Dramix 3D en porcentaje de 1, 2, 3, 4% respecto al volumen del agregado fino de la mezcla y aditivo plastificante Sika HE-98, el concreto fue diseñado con el método ACI (American Concrete Institute). Se realizaron 90 probetas cilíndricas y 90 testigos prima de acuerdo a la norma ASTM C 31/ C31M – 03 a (American Society of Testing Materials), las cuales fueron sometidas a ensayos de resistencia a compresión y flexión con la inclusión de la fibra de acero en dosificaciones de 1,2,3 y 4% respecto a volumen del agregado fino de la mezcla, cantidades que se consideran razonables para la investigación, basados en fichas técnicas de los proveedores de este material. De la misma manera se consideró la influencia de estas fibras de acero en la consistencia del concreto, estudiada a través del cono de Abrams. Los resultados obtenidos con la inclusión de fibras de acero Dramix 3D al 2%, presentaron un mejor comportamiento a compresión para 28 días de curado, y la inclusión de fibras de acero Dramix 3D al 3%, presentaron un mejor comportamiento a flexión para 28 días. En conclusión, el remplazo en 2% y 3% con fibras de acero Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, dan como resultado un mejor comportamiento a compresión y flexión del concreto, logrando obtener una resistencia a flexión de 56.67 kg/cm<sup>2</sup>, siendo el 3% la más representativa.



Por otro lado, la investigación efectuada por López, J (2015) titulada: “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”, en la disertación para obtener el grado de Magister en ingeniería civil de la Universidad Nacional Autónoma de México, para esta investigación se evalúa mediante los resultados obtenidos de un estudio experimental la influencia que tiene dos tipos particulares de fibras, fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno, en las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto, cuando dichas fibras se emplean en diferentes porcentajes volumétricos iguales o menores al 1% en mezclas de concreto fabricadas con agregados traídos del Edo de México y del Edo de Hidalgo. El estudio comprende la fabricación de mezclas de concreto con agregado grueso de origen calizo de 3/8” de tamaño máximo, arena andesítica, cemento Portland compuesto resistente a los sulfatos (CPC 40 RS), fibra de acero DRAMIX (RC 65/35 BN) y macrofibra de polipropileno (MAC Matriz). En total se fabricaron ocho mezclas; una sin fibra (mezcla testigo o de referencia), tres con fibras cortas de acero para porcentajes volumétricos de 0.5, 0.75 y 1.0% (0, 40, 60 y 80 kg/m<sup>3</sup>) y cuatro con macrofibras de polipropileno para porcentajes volumétricos de 0.25, 0.5, 0.75 y 1.0% (2.3, 4.6, 7.0 y 9.3 kg/m<sup>3</sup>). Los parámetros para el diseño de mezclas fueron el revenimiento de 15 cm, un porcentaje de volumen absoluto para los agregados de 52% para la grava y de 48% para la arena, y una relación de agua/cemento de 0.5 para el concreto sin fibra. En el caso de las mezclas con fibras, se mantuvo el diseño de la mezcla del concreto de referencia, más la adición del tipo y consumo de fibra y en todos los casos se añadió un aditivo plastificante compuesto por lingosulfonatos (Pozzolith 322N) para mantener el revenimiento en el rango deseado, mismo que cumple con la Norma ASTM C 494 para aditivos Tipo A. Se determinaron las propiedades en estado fresco de cada una de las mezclas:

revenimiento, masa volumétrica, contenido de aire atrapado, cono invertido y resistencia al agrietamiento por contracción plástica. Además, en estado endurecido se determinó: resistencia a compresión, tensión, flexión, cortante, impacto, abrasión, módulo elástico, contracción por secado, tenacidad, permeabilidad al agua y flujo plástico (CREEP). A partir de los resultados experimentales obtenidos y del análisis efectuado, se podrá evaluar la influencia y desempeño del tipo y porcentaje de fibra en las diversas propiedades estudiadas en estado fresco y endurecido del concreto.

También cabe mencionar la investigación de Gutiérrez, R. (2016) en su investigación titulada: “Mitigación del envejecimiento de elementos de maderos reforzados con fibra de vidrio empleando adiciones de puzolanas y resinas acrílicas” en la disertación para obtener el grado de Magister en ingeniería civil de la Pontificia Universidad Javeriana- Bogotá. Colombia, donde en la presente investigación se explora la eficacia de algunos tipos de aditivos puzolánicos y resinas acrílicas en la mejora de las propiedades del GRC para evitar la pérdida de propiedades del material debido al envejecimiento. Para ello se fabrican probetas de GRC utilizando materiales locales mediante la técnica de proyección. Las muestras son envejecidas mediante dos técnicas de envejecimiento acelerado predictivo: cámara climática e inmersión en agua. Cada tipo de muestra es sometida a ensayos de flexión para comprobar la eficacia de los aditivos respecto a las muestras de GRC envejecidas sin aditivos. Por otra parte, se analizan las muestras usando la técnica de micrografía para verificar la estructura de las fibras luego del proceso de envejecimiento acelerado. Se obtuvo que los aditivos puzolánicos como resinas acrílicas y metacaolín mejoran las propiedades del GRC, sin embargo, estas mejoras no son significativas como para detener la pérdida de las propiedades en el proceso del envejecimiento.

Como **justificación académica**, podemos mencionar que tenemos el estudio y desarrollo del mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto con fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo de un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020, el cual permitirá darle al concreto una propiedad que no es intrínseca en este, que es la flexión, a su vez, manteniendo sus propiedades mecánicas como la compresión.

Como **justificación académica para estudios futuros**, es indispensable saber que el aprovechar materiales no convencionales para la ejecución del concreto en dosificaciones, pueden dar resultados mejores al convencional y de esta manera impulsar en el PERU la cultura del reciclaje sugiriendo la innovación de seguir investigando o implementando nuevas técnicas, asimismo, es clave saber que siendo de esta manera un gran aporte para futuras construcciones y cuidado del medio ambiente, este estudio ayudará a la población, dado que esta busca determinar las posibles mejoras de las propiedades mecánicas del concreto para un buen funcionamiento de viviendas e infraestructuras, y aportar en la reducción de nuestros recursos naturales, por cuanto el estudio y desarrollo ayudará en la disminución de recursos económicos en el traslado de materiales y en la compra de los aditivos.

Como **limitación** podemos mencionar la escasa información de este tipo de investigación, utilizando la fibra de vidrio y el polvillo de acero reciclado, así como el uso del porcentaje ideal de los materiales reciclados y la falta de incentivos por parte del estado en la difusión y concientización del reciclaje.

Como **base teórica** podemos mencionar:

### **Fibra de vidrio**

Las fibras de vidrio se hace mención a un grupo de productos hechos de hebras extremadamente finas de vidrios entrelazadas en variedades de formas diferentes para formar una tela o malla dando lugar a un material flexible, muy resistente al calor, ligero, resistente a muchos productos químicos, buen aislante eléctrico y barato. Sin embargo, la lana de vidrio, a la que hoy se llama comúnmente fibra de vidrio, no fue inventada sino hasta 1938 por Russell Games Slayter, en la Owens-Corning, como un material que podría ser usado como aislante en la construcción de edificios. Fue comercializado bajo el nombre comercial Fiberglass, que se convirtió desde entonces en una marca vulgarizada en países de habla inglesa. El vidrio está compuesto por arena cuarzo, sosa y cal. Para la fabricación del vidrio, se usaron vidrio líquido salido de un horno de fusión de vidrio, o funden canicas de vidrio; el vidrio fundido, se fuerza a pasar a través de orificios superfinos creándose hilos de vidrio muy finos. Una vez fríos los hilos, se pueden entrelazar para formar la tela de fibra de vidrio o malla; la fibra de vidrio suele combinarse con resinas para mejorar el material final, dado lugar a un material compuesto extremadamente fuerte y duradero. (Fiberglass & Asbestos, 2012)

### **Propiedades:**

De acuerdo a la North American Insulation Manufacturers Association FAQ (2009), se publicaron estas propiedades y tipos de fibra de vidrio:

#### **Sonoras**

Gracias a la composición de la resina y la dirección que tienen las fibras cuando se forma el material compuesto, resulta un gran aislante acústico, ya que es un reflector de ondas sonoras.

#### **Térmicas**

Las fibras de vidrio son buenos aislantes térmicos debido a su alto índice de área superficial en relación al peso. Sin embargo, un área superficial incrementada la hace

mucho más vulnerable al ataque químico. Los bloques de fibra de vidrio atrapan aire entre ellos, haciendo que la fibra de vidrio sea un buen aislante térmico, con conductividad térmica del orden de 0,05 W/(m·K).

## Tensión

**Tabla 2 Tensión**

*Tensión*

Tipo de Fibra	Tensión de rotura (Mpa) <sup>8</sup>	Esfuerzo de Compresión(Mpa)	Densidad(g/cm <sup>3</sup> )	Dilatación termina $\mu\text{m}/(\text{m}^\circ\text{C})$	T de ablandamiento ( $^\circ\text{C}$ )	Precio dólar/kg
Vidrio clase E	3445	1080	2,58	5,4	846	~2
Vidrio clase S-2	4890	1600	2,46	2,9	1056	~20

La tensión del vidrio usualmente se comprueba y reporta para fibras "vírgenes" o prístinas (aquellas que se acaban de fabricar). Las fibras recién hechas, más delgadas, son las más fuertes debido a que son más dúctiles. Cuanto más se raye su superficie, menor será la tenacidad resultante.

## Tipos de fibra de vidrio

### Tipo E

Con características dieléctricas, se usa para el refuerzo de composites.

### Tipo R

Con muy buenas prestaciones mecánicas, es usada para la industria aeronáutica, en aviones.

### Tipo D

Utilizada en radares.

### Tipo AR

Con gran resistencia a los álcalis.

### **Tipo C**

Resiste frente a agentes químicos.

### **Acero reciclado**

El acero es uno de los metales más utilizados y reciclados en el mundo, provee de características que lo convierten en un material con una utilidad inimaginable. Los materiales más utilizados por los seres humanos son: latas de gaseosa, aerosoles, lavadoras, carrocerías, cucharas, etc., todos esos materiales son fabricados con acero. Su correcto reciclaje puede traducirse en importantes cifras a favor del planeta, ya que no solo representa un ahorro económico, sino un paso más para la creación de un mundo más ecológico. Si se sustituyera el hierro por chatarra se podría ahorrar hasta 76% de la energía utilizada normalmente. (AINOX, 2019)

- **Como se obtiene**

Ya que el acero es básicamente hierro altamente refinado (más de un 98%), su fabricación comienza con la reducción de hierro el cual se convierte más tarde en acero. (Infoacero, 2018)

- **Proceso**

Existen dos técnicas principales para la fabricación de acero:

#### **Hornos a base de oxígeno**

Para producción de acero laminado.

#### **Hornos de arco eléctrico**

Utilizan un 100% de acero de descarte.

Las propiedades mecánicas del acero, se diferencian según sus componentes y el tratamiento al calor al que fue sometido, por lo que existen distintos tipos de aceros:

#### **Acero blando**

Contiene menos de 0,15% de carbono

### **Acero intermedio**

Contiene entre 0,15% y 0,3% de carbono

### **Acero duro**

Contiene más de 0,3% de carbono

### **Acero inoxidable**

Es una aleación de acero que contiene más de 8% de elementos de aleación como cromo, níquel y sílice.

### **Acero galvanizado**

Acero recubierto de zinc para protegerlo de corrosión atmosférica.

### **Hojalata**

Cuenta con una pequeña capa de estaño que lo hace resistente a los ataques de ácidos orgánicos y a la oxidación.

- **Aplicaciones**

Construcción

Se usa para hacer vigas, columnas, losas, de los edificios y casas.

Industria de alimentos

Aquí se usa el acero inoxidable, porque tiene la propiedad que no se oxida con el agua y aparte no sirve para acumulación de microbios porque su superficie es bastante lisa.

No interactúa con líquidos ni con sólidos, lo que te garantiza que los alimentos se vayan a contaminar. Este acero es más maleable al ser el espesor es más pequeño.

### **Industria automotriz**

En los años 70 el uso del acero en los automóviles era muy alto, casi todas sus partes metálicas eran de acero, sin embargo, con el pasar de los años se han sustituido por metales como el aluminio y el magnesio.

- **Como reciclar**

El reciclaje de acero implica principalmente remover los contaminantes para luego fundirlo y volver a forjarlo. El acero es fácilmente identificable en los residuos urbanos a través de la separación magnética. Por esta razón aproximadamente el 80% del acero es reciclado mundialmente, convirtiéndolo en el material más reciclado mundialmente con aproximadamente 500 millones de toneladas, con lo que se evita la emisión de 700 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>.

## **ACI 211**

La norma ACI 211 hace mención a una guía de pasos para poder sacar las proporciones de los materiales (cemento portland, agregado fino, agregado grueso, agua, aire atrapado y es opcional los aditivos) del concreto a través de un diseño de mezcla.

### **Diseño de mezcla**

Es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada, así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio. (Argos 360, 2018)

Siendo los procedimientos los sgtes:



- **Concreto**

En una mezcla de mortero y piedra chanchada lo que es denominado con el nombre de hormigón, sabiendo que el mortero es una mezcla de arena, cemento y agua. Las características del concreto varían de acuerdo a los aditivos que se les adicionen, es por ello que hay muchos tipos de morteros como, por ejemplo: retardadores de fraguado, los colorantes y los impermeabilizantes. Es considerado como uno de los principales materiales de construcción, que suele emplearse para realizar paredes y bases (Guevara, G., Hidalgo, C., Pizarro, M, Rodríguez, I, Rojas, L. & Segura, G., 2018, pág. 3).

Tipos de concreto:

- ✓ **Concreto convencional**

Es el concreto común que suele utilizarse en cualquier proyecto de construcción civil, ya que no necesita de características especiales. Este concreto es moldeable, libre de contaminantes, puede combinarse con fibras e impermeabilizantes y tiene excelente cohesión y trabajabilidad.

- ✓ **Concreto bombeable**

Se trata de un tipo de concreto que presenta un asentamiento de 4 pulgadas, lo cual le hace tener una excelente manejabilidad, permitiendo su colocación a través de equipos de bombeo.

- ✓ **Concreto estructural**

Este tipo de concreto es el empleado en la construcción de edificios públicos, escuelas, bibliotecas, centros comerciales, teatros, etc. Brinda mucha más durabilidad que el concreto convencional, como agregado emplea basalto o caliza, etc.

✓ **Concreto premezclado estándar**

Es la forma más usada de concreto, el cual se prepara en una planta especial y posteriormente se envía al lugar donde se realizará la obra. La calidad de este concreto es el mismo como si se preparara directamente en el sitio de la obra.

✓ **Concreto outinord**

Es un concreto fluido de fraguado y resistencia acelerada que suele utilizarse en sistema túnel, el cual favorece la rotación de formaleta rápida y al igual contribuye a que la construcción se realice a una alta velocidad.

✓ **Concreto arquitectónico y decorativo**

Es un concreto que brinda una excelente función estructural con un acabado decorativo y estético. Con este se consiguen texturas o superficies ya sean ásperas o lisas, a su vez se obtiene colores muy variados.

✓ **Concreto contech**

Se trata de concretos fluidos, de fraguado y resistencia acelerada, que son ideales para su uso en sistemas industrializados de acabados perfectos y de rotación de formaleta rápida.

✓ **Concreto reforzado con fibras**

Es un tipo de concreto que entre sus componentes emplea las fibras macro o micro, siendo perfecto para usar en ciertas aplicaciones estructurales, ya que las fibras logran sustituir el refuerzo con varillas de acero, y a la vez llega a disminuir el encogimiento. Cuando hace uso de macro fibras, el concreto se torna mucho más dúctil y resistente a la aparición de grietas y posterior propagación.

✓ **Concreto antibacteriano**

Es un concreto especial con el cual se logra controlar el desarrollo de bacterias. Con este los ambientes en laboratorios, hospitales y restaurantes se logran mantener limpios.

✓ **Concreto autocompactante**

Este concreto posee un alto flujo que es dado por las mezclas químicas que le compone, o sea, por los plastificantes empleados. Este por dicho flujo puede ser auto-nivelado con gran facilidad, eliminando así cualquier necesidad de vibración. Contiene muy poco aire, lo cual le hace ofrecen una alta compactación.

✓ **Concreto de fraguado rápido**

Con este concreto se logra acelerar el desarrollo de cualquier obra, ya que logra secarse en muy corto tiempo, donde las cimbras podrán ser retiradas en un tiempo más rápido. Se puede emplear tanto en edificaciones como en infraestructura, siendo ideal para reparar proyectos de circulaciones de medios de transporte, como son las pistas de aterrizajes y las carreteras. Es un concreto que también se destacado por su gran resistencia a los ácidos y por su excelente durabilidad.

✓ **Concreto poroso**

Se trata de un material muy permeable donde el agua se puede filtrar a través de él, evitando así que se produzcan inundaciones, y a la vez que se generen concentraciones de calor de 4°C. Con este concreto los derrapes en caminos mojaos se lograrán evitar por completo. Este tipo de concreto se suele utilizar en la construcción de andadores, de estacionamientos y de orillas de alberca.

✓ **Concreto compactado con rodillo**

Este tipo de concreto presenta una excelente resistencia a la abrasión, donde logra aguantar el agua a una gran velocidad. Su uso es ideal en la construcción de sistemas de drenajes y demás obras donde el contacto del flujo es alto y continuo.

✓ **Concreto permeable**

Con este material el agua no pasa al subsuelo, lo cual da paso a recuperar los mantos freáticos. Este se utiliza en construcción de carpeta de rodamiento en tránsitos ligeros, en banquetas, andadores, estacionamientos a cielo abierto, etc. Se caracteriza por su acabado, el cual es rugoso, por su alta permeabilidad, y por contribuir con la alimentación del manto freático.

Resistencia al concreto:

✓ **Resistencia a la compresión.**

Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia especificada,  $f'_c$ , del proyecto. Según el ASTM C39/ NTP 339.034, “Método Estándar de pruebas de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas”.

Siendo los procedimientos del ensayo:

✓ **Resistencia a la flexión.**

La resistencia a la flexión del concreto es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada

cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

✓ **Resistencia a la abrasión.**

Se define la resistencia a la abrasión como la habilidad de una superficie de concreto a resistir el desgaste por roce, frotamiento y fricción. Este fenómeno se origina de varias maneras, siendo las más comunes las atribuidas a las condiciones de servicio, como son el tránsito de peatones y vehículos sobre las veredas y losas, el efecto del viento cargado de partículas sólidas y el desgaste producido por el flujo continuo de agua.

En la mayoría de los casos, el desgaste por abrasión no ocasiona problemas estructurales, sin embargo, puede traer consecuencias en el comportamiento bajo las condiciones de servicio o indirectamente propiciando el ataque de algún otro enemigo de la durabilidad (agresión química, corrosión, etc.) siendo este último más evidente en el caso de las estructuras hidráulicas, según la norma ASTM C 1138.

**Prueba estadística de ANOVA.**

Un análisis de varianza (ANOVA) prueba la hipótesis de que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Los ANOVA evalúan la importancia de uno o más factores al comparar las medias de la variable de respuesta en los diferentes niveles de los factores. La hipótesis nula establece que todas las medias de la población (medias de los niveles de los factores) son iguales mientras que la hipótesis alternativa establece que al menos una es diferente

### 1.3. Objetivos

#### 1.3.1. Objetivo general

Determinar la influencia combinada entre las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados, en las propiedades mecánicas de un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

##### 1.3.2.1. Objetivo específico 1

Determinar la influencia en la resistencia a la compresión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados.

##### 1.3.2.2. Objetivo específico 2

Determinar la influencia en la resistencia a la flexión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados.

##### 1.3.2.3. Objetivo específico 3

Determinar la influencia de abrasión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados.

### 1.4. Hipótesis

#### 1.4.1. Hipótesis general

**Ho:** La influencia combinada entre las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados, no mejora las propiedades mecánicas de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

**Ha:** La influencia combinada entre las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados, si mejora las propiedades mecánicas de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Lima 2020.

#### **1.4.2. Hipótesis específica**

##### **1.4.2.1. Hipótesis específica 1**

Utilizar las fibras de vidrio y el polvillo acero reciclados mejora la resistencia a la compresión de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

##### **1.4.2.2. Hipótesis específica 2**

Utilizar las fibras de vidrio y el polvillo acero reciclados mejora la resistencia a la flexión de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

##### **1.4.2.3. Hipótesis específica 3**

Utilizar las fibras de vidrio y el polvillo acero reciclados mejora la abrasión de un concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

## CAPITULO II. METODOLOGIA

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

#### 2.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es de naturaleza aplicada, se tomará la norma ACI 211 donde se desarrollará un diseño de mezcla convencional de un concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con la incorporación del 2.5%, 3.5% y 5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo para mejorar sus propiedades mecánicas del concreto, contribuyendo al ecosistema y reduciendo de esta forma la contaminación del medio ambiente, dejando una técnica novedosa para futuros diseños de concreto.

#### 2.1.2. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es cuasi-experimental porque las muestras no son escogidas de manera aleatoria, asimismo, se establece una situación de control en donde se puede manipular de manera intencional la variable independiente de la fibra de vidrio y polvillo de acero reciclados en un concreto de  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, para poder analizar la influencia sobre la variable dependiente en estado de compresión, flexión y abrasión en las probetas a ensayar.

Hablamos también de un espacio y tiempo definido, por lo tanto, será transversal y cuantitativo, porque se reunió mucha información cuantificable, que puede ser una alternativa la reutilización de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclado en diseños de concreto para elementos estructurales, cuidando de esta forma nuestro medio ambiente.

**Variable Independiente (VI):** Fibra de vidrio y polvillo de acero reciclados.

**Variable Dependiente (VD):** Comportamiento mecánico del concreto  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, Compresión, Flexión y Abrasión.



**Tabla 3 Operacionalización de variables**

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES
V.I.: Fibra de vidrio y polvillo de acero reciclados.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Residuos de fibras de vidrio reciclado.</li> <li>Polvillo de acero reciclado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fibra de vidrio reciclado.</li> <li>Polvillo de acero reciclado</li> <li>Cemento-Agua-Agregado</li> </ul>
V.D.: Comportamiento mecánico del concreto $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Soporte de carga externa.</li> <li>Capacidad de equilibrio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño de mezcla.</li> <li>Resistencia a la compresión.</li> <li>Resistencia a la flexión.</li> <li>Resistencia a la abrasión.</li> </ul>

## 2.2. Población y muestra. (materiales, instrumentos y métodos)

### 2.2.1. Población.

Por tratarse de una investigación cuasi-experimental, la población y la muestra son lo mismo, estando compuesta por un conjunto de 44 probetas cilíndricas (Ensayos de Compresión y Abrasión) y 8 probetas prismática (Flexión) de concreto diseñadas y ensayadas bajo las normas NTP 334 / NTP 339 una parte diseñada de manera convencional y la otra diseñada de modo cuasi experimental con la incorporación de la fibra de vidrio y polvillo acero reciclados en 2.5 %, 3.5% y 5% al diseño de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.2.2. Muestra.

El tipo de muestreo es no probabilístico por conveniencia en el cual se tomó 44 probetas cilíndricas y 8 probetas prismática(viguetas), de las cuales 11 probetas cilíndricas más 2 probetas prismática (viguetas) fueron diseñadas con concreto convencional y 33 probetas cilíndricas más 6 probetas prismática (viguetas) restante fueron diseñadas con concreto convencional adicionando las fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo, las cuales someteremos a ensayo a compresión,

flexión y abrasión alcanzando a los días siguientes: a los 7 días, a los 14 días, y a los 28 días de la fecha del vaciado.

**Tabla 4 Número de probetas ensayadas**

*Número de probetas ensayadas.*

	PROBETAS CILÍNDRICAS			PROBETAS PRISMÁTICAS	
	Compresión			Abrasión	Flexión
	7 días	14 días	28 días	28 días	28 días
Patrón	3	3	3	Patrón 1	Patrón 3
2.5%	3	3	3	2.5% 1	2.5% 3
3.5%	3	3	3	3.5% 1	3.5% 3
5.0%	3	3	3	5.0% 1	5.0% 3
	12	12	12		
		36		4	12
			52		



Figura 2. Preparación del concreto  $f_c = 210$  Kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco utilizando fibras de vidrio y acero.



*Figura 3.* Preparación del cono de Abrams y medida del asentamiento.



*Figura 4.* Probetas  $f_c=210$  Kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco.

**2.2.2.1. Probetas de concreto convencional para ensayo de compresión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 7 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 14 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días

**2.2.2.2. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 2.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la compresión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 7 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 14 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días.

Por lo tanto, se tiene como muestra a 9 probetas diseñadas para ensayo a la compresión.

**2.2.2.3. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 3.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la compresión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 7 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 14 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días.

Por lo tanto, se tiene como muestra a 9 probetas diseñadas para ensayo a la compresión.

**2.2.2.4. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la compresión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 7 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 14 días

3 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días.

Por lo tanto, se tiene como muestra a 9 probetas diseñadas para ensayo a la compresión.

**2.2.2.5. Probetas de concreto convencional para ensayo a la flexión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas prismática (vigüeta) de concreto ensayadas a los 28 días.

**2.2.2.6. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 2.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la flexión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas prismática (vigüetas) de concreto ensayadas a los 28 días

**2.2.2.7. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 3.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la flexión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas prismática (vigüetas) de concreto ensayadas a los 28 días

**2.2.2.8. Probetas de concreto convencional con la incorporación del 5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la flexión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas prismáticas (vigüetas) de concreto ensayadas a los 28 días

**2.2.2.9. Probetas de concreto convencional para ensayo de abrasión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días

**2.2.2.10. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 2.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la abrasión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días.

**2.2.2.11. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 3.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la abrasión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días.

**2.2.2.12. Probetas de concreto convencional con la incorporación de 5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados, para ensayo a la abrasión de un concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>.**

2 probetas cilíndricas de concreto ensayadas a los 28 días



*Figura 5.* Probeta de concreto ensayadas a compresión y flexión

### 2.3. Unidad de estudio.

La probeta o espécimen de concreto:

Para compresión de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de longitud. (ASTM C39)

Para flexión de 150 \* 150 milímetros de dimensión y 500 milímetros de longitud.

(ASTM C78)

Para abrasión de 6 pulgadas de diámetro y 12 pulgadas de longitud. (ASTM

C131/C535)

### 2.4. Materiales y técnicas

Se determinarán los materiales empleados en este proyecto los cuales tuvieron un rol importante en la elaboración de la tesis cuasi experimental, análisis, diseño y elaboración de concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo según la norma ACI 211.

#### 2.4.1. Materiales

- **Cemento Portland:** Material que se fabrica por la pulverización del Clinker; compuesto principalmente por silicatos y sulfatos de calcio, caliza y arcilla, agregado en el proceso de molienda, de las cuales existen varios tipos de cemento, pero para la presente investigación emplearemos el Cemento Portland Tipo I.
- **Agregado:** El agregado es un material granular (arena, grava, piedra triturada o escoria) usado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.
- **Agua:** El agua en el concreto tiene tres funciones fundamentales:
  - Hidrata el cemento.
  - Actúa como lubricante para contribuir a la trabajabilidad de la mezcla cementante.
  - Procurar la estructura de vacíos necesario en la pasta para que los productos tengan espacio para desarrollarse.

- **Concreto:** Es un diseño de mezcla basado con la norma ACI 211, que está compuesto por cemento (Portland), agregado fino y grueso, agua no salina y aditivo.
- **Fibras de vidrio:** La fibra de vidrio es un material que consta de numerosos filamentos poliméricos basados en dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>).
- **Polvillo de Acero reciclado:** El empleo del polvillo de acero reciclado en su proceso de fabricación disminuye el consumo de energía en un 70% y evita la extracción y transporte de nuevas materias primas (hierro y carbón).

#### 2.4.2. Técnicas

La técnica que se está implementando es de observación directa apoyándonos en la norma del diseño de mezcla ACI 211, adicionando las fibras de vidrio y polvillo de acero reciclado como resistencia para un concreto convencional de  $f'_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> lo que denominaremos como probetas de control.

Teniendo en cuenta el diseño de mezcla según la norma ACI 211, el siguiente procedimiento:

- a) Se recolectó las fibras de vidrio y el polvillo de acero reciclados mediante el proceso de reciclaje en factorías automotrices y talleres electros mecánicos.
- b) Se procedió la limpieza del material reciclado para su posterior almacenamiento.
- c) Ensayo granulométrico del agregado grueso y fino.
- d) Se determinó el Tamaño máximo (TM) y tamaño máximo nominal (TMN) de los agregados.
- e) Ensayo de contenido de humedad y absorción.
- f) Se determinó la resistencia requerida ( $f'_{cr}$ ).



## 2.5. Procedimientos.

### 2.5.1. Procedimiento con material convencional y con la adición de material reciclado.

#### 2.5.1.1. Procedimiento con material convencional.

El concreto convencional que se viene usando cumple con la norma de diseño de mezcla ACI 211, por tal está calificado para que pueda cumplir con sus características técnicas y mecánicas, donde la composición de un diseño de mezcla experimental y de un concreto convencional, deben satisfacer todos los criterios de calidad y trabajabilidad.

#### 1. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES

Características físicas
Pesos específicos del cemento
Pesos específicos de masa Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
Pesos específicos de masa SSS (gr/cm <sup>3</sup> )
Pesos específicos de masa Aparente (gr/cm <sup>3</sup> )
Pesos Unitario compactado (kg/cm <sup>3</sup> )
Pesos Unitario Suelto (kg/cm <sup>3</sup> )
Absorción %
Contenido de Humedad (%)
Módulo de fineza

Figura 6. Características físicas.

**Tabla 5 Datos de laboratorio**

*Datos del laboratorio – Concreto convencional*

Insumos	Peso específico	Contenido de humedad	Abs.	Módulo de fineza	P.U Suelto	P.U.S Compactado	T.M. N
Cemento sol tipo 1	3120 kg/m <sup>3</sup>						
Agregado grueso	2780 kg/m <sup>3</sup>	1.80%	0.56%	6.66	1517	1677	¾"
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	2.50%	1.83%	3.03	1570		
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	0 kg/m <sup>3</sup>						

## 2. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA (F'CR)

**Tabla 6 Resistencia requerida**

*Resistencia requerida*

F'c	F'cr
menor a 210	F'c + 70
entre 210 - 350	F'c + 84
mayor 350	F'c + 98

Fuente: Norma ACI 211

- F'c: Resistencia a la compresión
- F'cr: Resistencia a la compresión requerida

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

## 3. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN)

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

#### 4. DETERMINAR EL ASENTAMIENTO (SLUMP)

##### Tabla 7 Asentamiento

*Asentamiento*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" a 2"
PLASTICA	3" a 4"
FLUIDA	5" a mas

Fuente: Norma ACI 211

SLUMP = 3" a 4"

#### 5. CONTENIDO DE AGUA.

##### Tabla 8 Contenido de agua

*Contenido de agua*

ASENTAMIENTO	AGUA, EN lt/m <sup>3</sup> , PARA LOS TAMAÑOS MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIAS INDICADAS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	..

Fuente: Norma ACI 211

Volumen = 205 litros

#### 6. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

##### Tabla 9 Contenido de aire atrapado

*Contenido de aire atrapado.*

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%

1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Norma ACI

$$A.T. = 2.0\%$$

## 7. RELACIÓN AGUA/CEMENTO

**Tabla 10 Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto**

*Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS ( $F'_{cr}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Norma ACI 211

Interpolando.



$$\frac{250-300}{294-294} = \frac{0.62-0.55}{0.62-X}$$

$$= -50x(0.62 - X) = -3.08$$

$$X = 0.56$$

## 8. CALCULANDO EL FACTOR CEMENTO.

$$\text{Cemento} = 205/0.56$$

$$\text{Cemento} = 366.071 \text{ kg}$$

## 9. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO.

**Tabla 11 Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco.**

*Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco.*

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	VOLUMEN DEL GREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO (*) POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO, PARA DIFERENTES MODULOS DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: Norma ACI 211*

- Volumen del agregado seco compactado = 0.60
- Peso del agregado grueso seco = Volumen de agregado grueso seco compactado x peso unitario seco compactado (Dato Lab.)
- Peso del agregado grueso seco = 0.60 x 1677 kg/m<sup>3</sup> = 1006.2 Kg/m<sup>3</sup>

## 10. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS.

$$\text{➤ CEMENTO: } \frac{\text{Factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{366.071}{3120} = 0.117 \text{ m}^3$$

$$\text{➤ AGUA: } \frac{V. \text{ Unitario de agua}}{\text{peso específico del agua}} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

➤ **AIRE (2%):**  $\frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$

➤ **AGREGADO GRUESO:**  $\frac{P. \text{ del agregado grueso seco}}{P. \text{ específico del A.G.}} = \frac{1006.2}{2780} = 0.362 \text{ m}^3$

$\Sigma$  Volúmenes absolutos conocidos = **0.117 + 0.205 + 0.02 + 0.362 = 0.704 m<sup>3</sup>**

### 11. CÁLCULO DEL AGREGADO FINO EN ESTADO SECO.

- Volumen absoluto del agregado fino =  $1 - 0.704 = 0.296 \text{ m}^3$
- Peso del agregado fino en estado seco = volumen absoluto del agregado fino x peso específico.
- Peso del agregado fino en estado seco =  $0.296 \times 2570 = 760.72 \text{ kg/m}^3$ .

### 12. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO.

- Cemento : 366.071 kg/m<sup>3</sup> (factor cemento)
- Agua de diseño : 205 lt/m<sup>3</sup> (volumen unitario de agua)
- Agregado fino seco : 760.72 Kg/m<sup>3</sup> (peso del agregado fino seco)
- Agregado grueso seco : 1006.20 Kg/m<sup>3</sup>

### 13. CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR EL APORTE DE HUMEDAD DE LOS

#### AGREGADOS

#### a. Agregado fino.

- Contenido de humedad: 2.50%
- Entonces el 2.5% del valor de diseño del agregado fino.  
=  $2.50\% \times (760.72)$   
= (+) 19.018 kg/m<sup>3</sup>.
- Peso húmedo del agregado fino =  $760.72 + 19.018 = 779.738 \text{ kg/m}^3$

b. Agregado grueso.

- Contenido de humedad: 1.80%
- Entonces el 1.80% del valor de diseño del agregado fino.  
 $= 1.80\% \times (760.72)$   
 $= (+) 18.112 \text{ kg/m}^3$ .
- Peso húmedo del agregado grueso  $= 1006.20 + 18.112$   
 $= 1024.312 \text{ kg/m}^3$

c. Determinamos la humedad superficial de los agregados:

- Humedad superficial del agregado fino:  $2.50\% - 1.83\% = 0.67\%$
- Humedad superficial del agregado grueso:  $1.80\% - 0.56\% = 1.24\%$

d. Aporte de humedad de los agregados.

- Humedad del agregado fino:  $760.72 \times 0.67\% = + 5.097 \text{ lt/m}^3$
- Humedad del agregado grueso:  $1006.20 \times 1.24\% = + 12.477 \text{ lt/m}^3$   
 $+ 17.574 \text{ lt/m}^3$
- Agua efectiva:  $205 \text{ lt/m}^3 - 17.574 \text{ lt/m}^3 = 187.426 \text{ lt/m}^3$

e. Peso de los materiales ya corregidos por humedad del agregado

- Cemento :  $366.071 \text{ kg/m}^3 \approx 366 \text{ kg/m}^3$
- Agua de efectiva :  $187.426 \text{ lt/m}^3 \approx 187 \text{ lt/m}^3$
- Agregado fino húmedo :  $779.738 \text{ Kg/m}^3 \approx 780 \text{ kg/m}^3$
- Agregado grueso húmedo :  $1024.312 \text{ Kg/m}^3 \approx 1024 \text{ kg/m}^3$

#### 14. CÁLCULO DE PROPORCIÓN EN PESO.

- $\frac{366}{366} : \frac{780}{366} : \frac{1024}{366} : \frac{187}{8.61}$
- $1 : 2.13 : 2.80 : 21.72 \text{ lt/bolsa}$

➤ Relación agua/cemento efectivo:  $187/366 = 0.51$

### 15. PESO POR TANDA DE UNA BOLSA (CEMENTO)

- Cemento :  $1 \times 42.5 = 42.5$  kg/bolsa
- Agua de efectiva :  $21.72 = 21.72$  lt/bolsa
- Agregado fino húmedo :  $.2.13 \times 42.5 = 90.53$  kg/bolsa
- Agregado grueso húmedo:  $2.80 \times 42.5 = 119$  kg/bolsa

### 16. CANTIDAD DE MATERIAL PARA PROBETAS CILINDRICAS Y PROBETAS PRISMATICAS (CONVENCIONAL)

**Por tanteo** = (Vol. del cilindro x el N° de probetas) +  
(Vol. de la vigueta x el N° de probetas prismática )

- Probeta cilíndrica =  $4" \times 8"$
- Probeta prismáticas =  $0.15m \times 0.15m \times 0.50m$

N° de probetas cilíndricas = 10

N° de probetas Prismática = 3

$$\text{Vol. de cilindro} = \frac{\pi \times D^2 \times H}{4} = \frac{3.1416 \times (0.1016^2) \times (0.2032)}{4} = 0.00165 \text{ m}^3$$

$$= 0.00165 \times 10 = 0.0165 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol. de vigueta} = 0.15 \times 0.15 \times 0.50 = 0.01125 \text{ m}^3$$

$$= 0.01125 \times 3 = 0.03375 \text{ m}^3$$

$$\text{Por tanteo} = 0.0165 + 0.01125 = 0.05025 \text{ m}^3$$

$$\approx 0.05 \text{ m}^3$$

**Volumen = 0.05 m<sup>3</sup>**



- Cantidad de cemento :  $366 \times 0.05 = 18.30$  kg
- Cantidad de agua :  $187 \times 0.05 = 9.35$  lt
- Cantidad de agregado fino :  $780 \times 0.05 = 39.00$  kg
- Cantidad de agregado grueso :  $1024 \times 0.05 = 51.20$  kg

### **2.5.1.2. Procedimiento con material convencional incorporando la fibra de vidrio y polvillo de acero reciclado.**

#### **2.5.1.2.1 Procedimiento de recopilación de datos**

En el desarrollo de tesis análisis, diseño y elaboración de concreto  $f_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando fibras de vidrio y polvillo de acero reciclado como refuerzo según la norma ACI 211. Lima 2020, se desarrollaron con los procedimientos y métodos siguiendo los pasos y normas estipuladas por NTP (Norma Técnica Peruana) ya que son fundamentales para obtener los datos, al ser una tesis cuasi experimental; sin embargo, también se usaron algunos procedimientos no estipulados por NTP para la obtención del producto final (fibras de vidrio y polvillo de acero reciclado), pero se siguieron los procedimientos adecuados para cuidar el bienestar de las personas, utilizando Equipo de Protección Personal (EPP).

#### **2.5.1.2.2 Ensayos y obtención de materiales**

##### **a) Obtención y recolección de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados (reciclaje).**

Para la obtención de la materia prima se inició la tarea de reciclaje en cada taller metal mecánico y taller de factoría automotriz, como se puede apreciar en las figuras 6 y 7 para luego pasar por un proceso de selección



*Figura 7.* Recolección de fibra de vidrio y polvillo de acero.



*Figura 8.* Quebrado y trituración de la fibra vidrio



*Figura 9.* Tamizado (N°4) de la fibra de vidrio



*Figura 10.* Selección con imán del polvillo de acero

Una vez pasado por un proceso de triturado y selección de los materiales reciclados en las instalaciones del laboratorio MATESTLAB S.A.C, presentamos el resultado final.



*Figura 11. Pasante del tamiz N° 4. fibra de vidrio*



*Figura 12. Tamizado del polvillo de acero con el Tamiz N° 200.*

### **2.5.1.3. Granulometría (ASTM C33)**

La granulometría es la medición de los granos de una formación sedimentaria y el cálculo de la abundancia de los correspondientes a cada uno de los tamaños previstos por

una escala granulométrica con fines de análisis tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

Para el presente proyecto se ensayaron los siguientes materiales:

**a) Granulometría al agregado fino:**

**Tabla 12 Límites de gradación de Agregado Fino**

*Límites de gradación de Agregado Fino*

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	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	10.1	1.59	1.59	98.41	95.00	100.00
# 8	2.36 mm	93.4	14.73	16.32	83.68	80.00	100.00
# 16	1.18 mm	152.3	24.01	40.33	59.67	50.00	85.00
# 30	0.59 mm	158.2	24.94	65.28	34.72	25.00	60.00
# 50	0.30 mm	112.2	17.69	82.97	17.03	5.00	30.00
# 100	0.15 mm	83.0	13.09	96.06	3.94	0.00	10.00
# 200	0.07 mm	0.0	0.00	96.06	3.94	0.00	5.00
Fondo	0.01 mm	25.0	3.94	100.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Datos del laboratorio para agregado fino, Norma ASTM C33

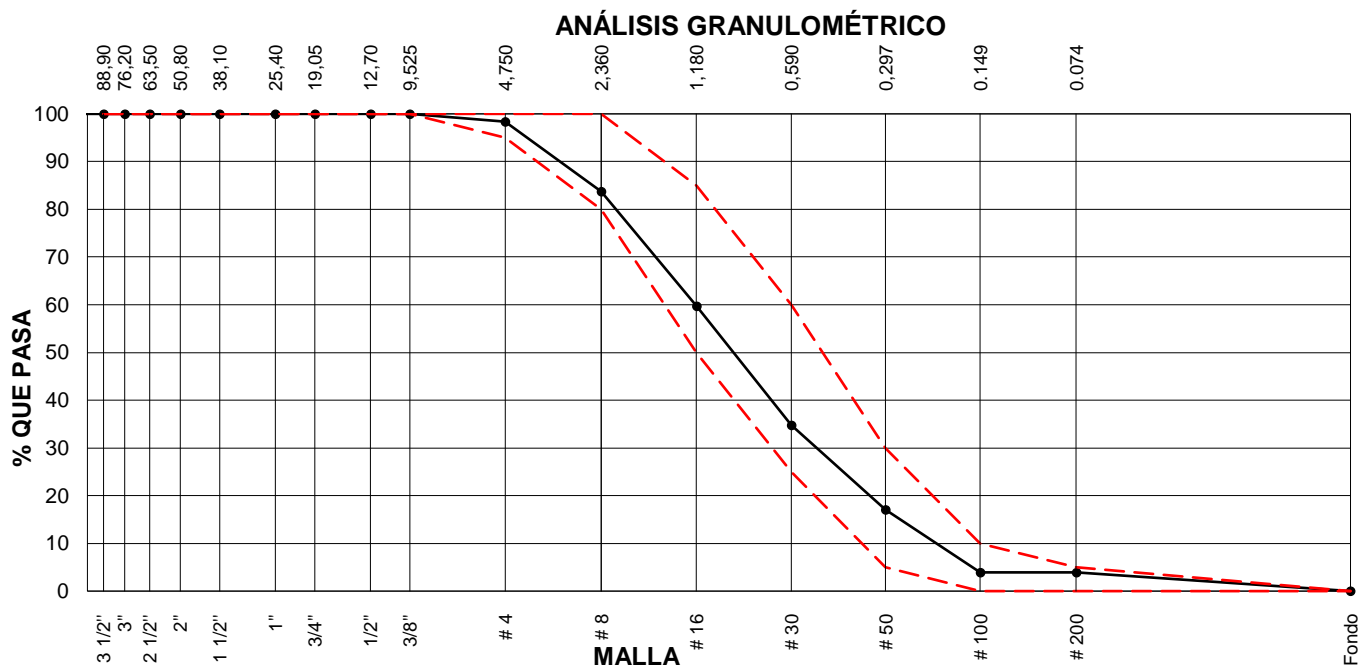


Figura 13. Análisis granulométrico del laboratorio  
Fuente: laboratorio Matestlab.

### b) Granulometría a agregado grueso:

**Tabla 13 Límites de gradación de Agregado Grueso**

*Límites de gradación de Agregado Grueso*

AGREGADO GRUESO ASTM C33 HUSO # 67							
Malla		Peso Ret. (gr)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM "LIM SUP"	ASTM "LIM INF"
4"	101.60 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	88.90 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3"	76.20 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	63.50 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
2"	50.80 mm		0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	38.10 mm		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	56.7	1.06	1.06	98.94	90.00	100.00
1/2"	12.70 mm	2133.6	40.03	41.10	58.90	50.00	79.00
3/8"	9.53 mm	1510.6	28.34	69.44	30.56	20.00	55.00
# 4	4.75 mm	1590.6	29.84	99.28	0.72	0.00	10.00
# 8	2.36 mm		0.00	99.28	0.72	0.00	5.00
# 16	1.18 mm		0.00	99.28	0.72	0.00	0.00
# 30	0.59 mm		0.00	99.28	0.72	0.00	0.00
# 50	0.30 mm		0.00	99.28	0.72	0.00	0.00
# 100	0.15 mm		0.00	99.28	0.72	0.00	0.00
# 200	0.07 mm		0.00	99.28	0.72	0.00	0.00
Fondo	0.01 mm	38.2	0.72	100.00	0.00	0.00	0.00

*Fuente: Datos del laboratorio para agregado grueso, Norma ASTM C33*

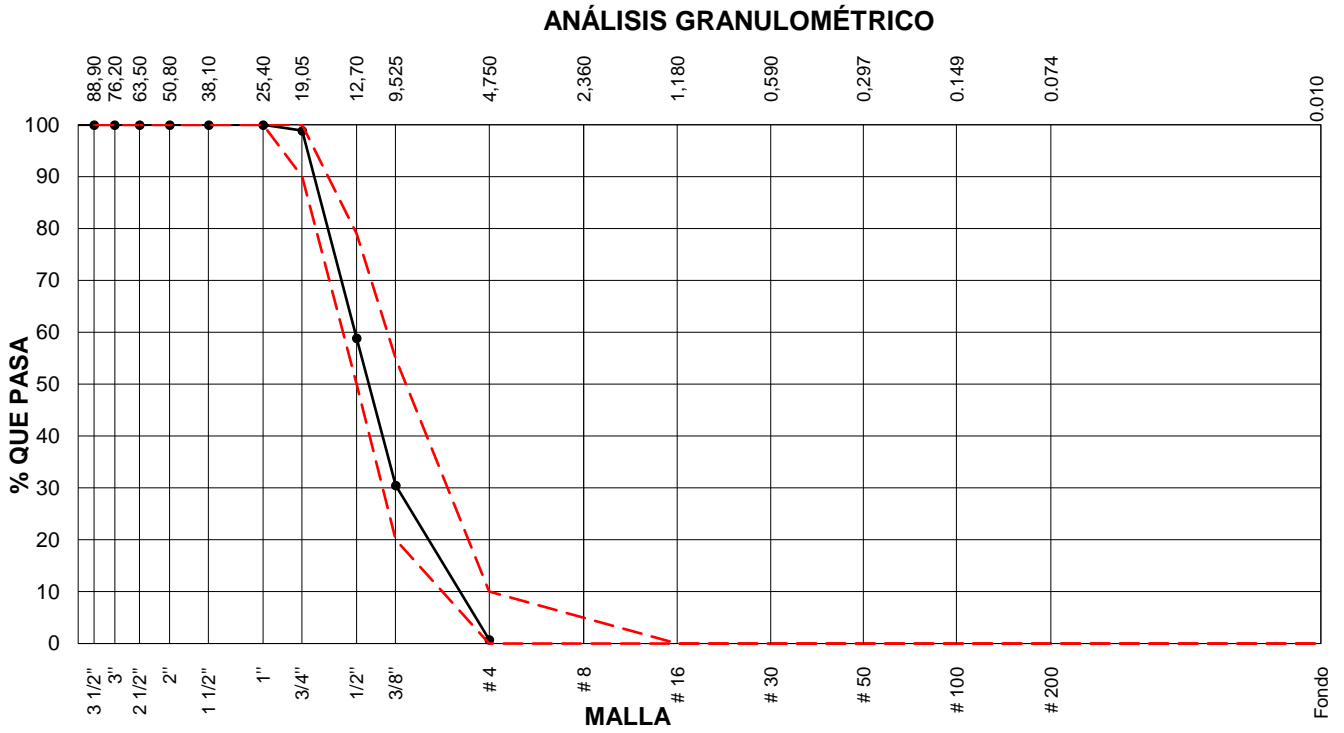


Figura 14. Análisis granulométrico del laboratorio

Fuente: laboratorio Matestlab



Figura 15. Análisis granulométrico del laboratorio Tamizado ASTM D-422 Y ASSHTO T88.

**c) Materiales y equipo:**

En los materiales se utilizaron el agregado grueso, agregado fino; dentro de los equipos se utilizan una columna de tamices de: 1 ½”, 1”, ¾”, ½”, 3/8”, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200, balanza, taras y un cucharon metálico.

**d) Procedimiento.**

- **Agregado Fino**

Se tomó una muestra de la cantera seleccionada, se procedió a cuartear, luego se pasó a pesar la muestra, para eso ya se tiene listo la columna de tamices ordenadas según la norma ASTM D-422, ASSHTO T88, llenamos el agregado tapamos la columna y se procede a agitar por un prólogo de 10min, una vez ya terminado se procede a pesar lo que ha sido retenido por cada malla y en el fondo de la cacerola.

- **Agregado grueso**

Se tomó una muestra de la cantera seleccionada, se procedió a cuartear, en seguida fue pesada la muestra obtenida, se introdujo el agregado en las mallas correctamente ordenadas de acuerdo a la norma ASTM D-422, ASSHTO T88, se agitó, una vez terminado el tamizado se procede a pesar lo que ha retenido cada malla.

Una vez ya realizado el ensayo del agregado fino y grueso se procede a los cálculos correspondientes.

**e) Ensayo de Peso Unitario (NTP 400.017, 1999)**

Es el peso de la unidad de volumen de material a granel en las condiciones de compactación y humedad es que se efectúa el ensayo, expresada en kg/m<sup>3</sup>. Se puede realizarse el ensayo sobre agregado fino y agregado grueso.

Se aplicará el siguiente procedimiento para obtener el Peso Unitario según la Norma Técnica Peruana (NTP 400.017).



$$P.U = \frac{G - T}{V} \quad (1)$$

$$P.U = \frac{G - T}{F} \quad (2)$$

Donde:

P.U: Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

G: Peso del recipiente de medida más agregado en kg (lb)

T: Peso del recipiente de medida en kg (lb)

V: Volumen de la medida en m<sup>3</sup> (p<sup>3</sup>)

F: Factor de medida en m<sup>-3</sup> (p<sup>-3</sup>)

Para obtener el peso unitario por este método de ensayo solo para agregado en estado seco. Si se tiene saturado con superficie seca (SSS) para calcular el peso unitario se requiere el siguiente procedimiento.

$$P.U_{SSS} = P.U \left( 1 + \frac{A}{100} \right) \quad (3)$$

Donde:

P.U<sub>SSS</sub>: Peso Unitario en la condición Saturado Superficial Seco en kg/m<sup>3</sup> (lp/p<sup>3</sup>).

A: Porcentaje de absorción del agregado determinado de acuerdo con la norma NTP 400.021 o NTP 400.022.

Para obtener el contenido de vacíos del agregado utilizando el peso unitario calculado según el peso unitario del agregado (1) (2)

$$\% \text{ vacíos} = 100 \frac{(P.E * W) - P.U}{P.E * W} \quad (4)$$

Donde:

P.E: Peso Específico de masa (base seca) de acuerdo a la norma NTP 400.022

P.U: Peso Unitario del agregado en kg/m<sup>3</sup> (lb/p<sup>3</sup>)

W: Densidad del agua, 998 kg/m<sup>3</sup> (62.3 lb/p<sup>3</sup>)

- **Materiales y equipos**

Entre los materiales se utilizó agregado grueso y agregado fino, y como equipo una balanza con presión de 0.1%, una varilla compactadora, una varilla lisa redonda de acero de 5/8” de diámetro y 24” de largo, teniendo un extremo o ambos redondeando a una punta semiesférica de 5/8” de diámetro, un recipiente volumétrico para el molde y un cucharón metálico de tamaño convencional para llenar el molde.

- **Procedimiento**

Se desarrollará este método de ensayo el cual relaciona la masa/volumen del agregado, en condiciones suelto y compactadas como también se determinará el cálculo de porcentaje de vacíos entre las partículas del agregado según su densidad de masa.

**f) Peso Unitario Suelto para el Agregado Fino y Grueso**

- **Paso 1**

Se determina el peso del molde, se coloca un molde en un lugar nivelado sobre la bandeja metálica, luego con el cucharón metálico se coloca el agregado en el molde hasta una altura que no exceda 2”, se procedió a nivelar con una varilla, luego se pesa el molde con el agregado incluido, se debe de hacer 3 repeticiones.

**g) Peso Unitario Compactado para el Agregado Fino y Grueso**

- **Paso 1**

Se determina el peso del molde, se coloca un molde en un lugar nivelado sobre la bandeja metálica, luego con el cucharón metálico se coloca el agregado en el molde hasta una altura de un tercio del molde luego se da 25 golpes con la varilla, se le agrega hasta los dos tercios del molde luego se da 25 golpes con la varilla luego se pesa el

molde con el agregado incluido, se le agrega hasta rebosar el molde luego se da 25 golpes con la varilla, luego se pesa el molde con el agregado incluido.

#### **h) Peso específico y absorción.**

Este tipo de ensayo se realiza a los materiales para determinar, las propiedades física y mecánicas del agregado (VTP 400.021/ASTM C127).

Así como:

- Peso específico de masa SSS y aparente.
- Porcentaje de absorción y contenido de humedad.

#### **i) Ensayo de Contenido de Humedad.**

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas. Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C. (NTP 339.185)

- **Para el agregado grueso se utilizaron piedras chancadas**

**Tabla 14 CH% del Agregado Grueso**

*CH% del Agregado Grueso*

N° de muestra	1	2	3
P. T			
P.T + A.G			
P.T + A. S			

- **Para el agregado fino se utilizaron arena gruesa**

**Tabla 15 CH% del Agregado Fino**

*CH% del Agregado Fino*

N° de muestra	1	2	3
P. T			
P.T + A.F			
P.T + A. S			

**Donde:**

**P.T:** Peso de la tara

**A.G:** Agregado Grueso

**A.F:** Agregado Fino

**A.S:** Agregado seco

- **Materiales y equipos**

Como material se utilizó el agregado grueso o fino con humedad natural; con los equipos se utilizó un horno con un intervalo de 95°C a 105°C, una balanza, taras, guantes que protejan del calor, un cucharón metálico y recipiente para muestras.

- **Procedimiento**

El material utilizado ya sea agregado grueso o fino, en primer lugar, se pesa la tara, luego se toma un cálculo aproximado de material, se llena el agregado húmedo en las taras y se pesó, es llevado al horno durante 24 horas a una temperatura de 100°C, se saca del horno para dejarlo enfriar y se vuelve a pesar (tara + muestra seca).

Culminado el ensayo se procede a realizar los cálculos de contenido de humedad.



*Figura 16.* Colocación de los materiales en el horno.

Una vez realizado todos los ensayos en laboratorio se recopila todos los datos según cuadro.

**Tabla 16 Datos del**

*Datos del laboratorio*

Insumos	Peso específico	Contenido de humedad	ABS.	Módulo de fineza	P.U Suelto	P.U.S Compactado	T.M. N
Cemento sol tipo 1	3120 kg/m <sup>3</sup>						
Agregado grueso	2780 kg/m <sup>3</sup>	1.80%	0.56%	6.66	1517	1677	¾"
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	2.50%	1.83%	3.03	1570		
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	0 kg/m <sup>3</sup>						

## 1. DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA (F'CR)

**Tabla 17 Resistencia requerida**

Resistencia requerida

F'c	F'cr
menor a 210	F'c + 70
entre 210 - 350	F'c + 84
mayor 350	F'c + 98

*Fuente: Norma ACI 211*

- F'c: Resistencia a la compresión
- F'cr: Resistencia a la compresión requerida

$$F'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$$

## 2. TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN)

$$TMN = \frac{3}{4}''$$

### 3. DETERMINAR EL ASENTAMIENTO (SLUMP)

**Tabla 18. Asentamiento**

*Asentamiento*

CONSISTENCIA	ASENTAMIENTO
SECA	0" a 2"
PLASTICA	3" a 4"
FLUIDA	5" a mas

*Fuente: Norma ACI 211*

SLUMP = 3" a 4"

### 4. CONTENIDO DE AGUA.

**Tabla 19 Contenido de Agua**

*Contenido de Agua*

ASENTAMIENTO	AGUA, EN lt/m <sup>3</sup> , PARA LOS TAMAÑOS MAXIMO NOMINAL DE AGREGADO GRUESO Y CONSISTENCIAS INDICADAS							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	...
CONCRETO CON AIRE INCORPORADO								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	..

*Fuente: Norma ACI 211*

Volumen = 205 litros

### 5. CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

**Tabla 20 Contenido de aire atrapado.**

*Contenido de aire atrapado.*

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%

1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

Fuente: Norma ACI 211

$$A.T. = 2.0\%$$

## 6. RELACIÓN AGUA/CEMENTO

**Tabla 21 Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto**

*Relación agua - cemento y resistencia a la compresión del concreto*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS ( $F'_{cr}$ ) (kg/cm <sup>2</sup> )	RELACIÓN AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORADO
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	...
450	0.38	...

Fuente: Norma ACI 211

Interpolando.



$$\frac{250-300}{294-294} = \frac{0.62-0.55}{0.62-X}$$

$$= -50x(0.62 - X) = -3.08$$

$$X = 0.56$$

## 7. CALCULANDO EL FACTOR CEMENTO.

$$\text{Cemento} = 205/0.56$$

$$\text{Cemento} = 366.071 \text{ kg}$$

## 8. CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO.

**Tabla 22 Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco**

*Cuadro para hallar el peso del agregado grueso seco*

TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	VOLUMEN DEL GREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO (*) POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO, PARA DIFERENTES MODULOS DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	MODULO DE FINEZA DEL AGREGADO FINO			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente: Norma ACI 211*

- Volumen del agregado seco compactado = 0.60
- Peso del agregado grueso seco = Volumen de agregado grueso seco compactado x peso unitario seco compactado (Dato Lab.)
- Peso del agregado grueso seco = 0.60 x 1677 kg/m<sup>3</sup> = 1006.2 Kg/m<sup>3</sup>

## 9. CÁLCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS.

$$\text{➤ CEMENTO: } \frac{\text{Factor cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \frac{366.071}{3120} = 0.117 \text{ m}^3$$

$$\text{➤ AGUA: } \frac{V. \text{ Unitario de agua}}{\text{peso específico del agua}} = \frac{205}{1000} = 0.205 \text{ m}^3$$

$$\text{➤ AIRE (2%): } \frac{2}{100} = 0.02 \text{ m}^3$$



$$\text{➤ } \text{AGREGADO GRUESO: } \frac{P. \text{ del agregado grueso seco}}{P. \text{ específico del A.G.}} = \frac{1006.2}{2780} = 0.362 \text{ m}^3$$

$$\Sigma \text{Volúmenes absolutos conocidos} = 0.117 + 0.205 + 0.02 + 0.362 = 0.704 \text{ m}^3$$

## 10. CÁLCULO DEL AGREGADO FINO EN ESTADO SECO.

- Volumen absoluto del agregado fino =  $1 - 0.704 = 0.296 \text{ m}^3$
- Peso del agregado fino en estado seco = volumen absoluto del agregado fino x peso específico.
- Peso del agregado fino en estado seco =  $0.296 \times 2570 = 760.72 \text{ kg/m}^3$ .

## 11. PRESENTACIÓN DEL DISEÑO EN ESTADO SECO.

- Cemento : 366.071 kg/m<sup>3</sup> (factor cemento)
- Agua de diseño : 205 lt/m<sup>3</sup> (volumen unitario de agua)
- Agregado fino seco : 760.72 Kg/m<sup>3</sup> (peso del agregado fino seco)
- Agregado grueso seco : 1006.20 Kg/m<sup>3</sup>

## 12. CORRECCIÓN DEL DISEÑO POR EL APORTE DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

### f. Agregado fino.

- Contenido de humedad: 2.50%
- Entonces el 2.5% del valor de diseño del agregado fino.  
 $= 2.50\% \times (760.72)$   
 $= (+) 19.018 \text{ kg/m}^3$ .
- Peso húmedo del agregado fino =  $760.72 + 19.018 = 779.738 \text{ kg/m}^3$

g. Agregado grueso.

- Contenido de humedad: 1.80%
- Entonces el 1.80% del valor de diseño del agregado fino.  
 $= 1.80\% \times (760.72)$   
 $= (+) 18.112 \text{ kg/m}^3$ .
- Peso húmedo del agregado grueso =  $1006.20 + 18.112$   
 $= 1024.312 \text{ kg/m}^3$

h. Determinamos la humedad superficial de los agregados:

- Humedad superficial del agregado fino:  $2.50\% - 1.83\% = 0.67\%$
- Humedad superficial del agregado grueso:  $1.80\% - 0.56\% = 1.24\%$

i. Aporte de humedad de los agregados.

- Humedad del agregado fino:  $760.72 \times 0.67\% = + 5.097 \text{ lt/m}^3$
- Humedad del agregado grueso:  $1006.20 \times 1.24\% = + 12.477 \text{ lt/m}^3$   
 $+ 17.574 \text{ lt/m}^3$
- Agua efectiva:  $205 \text{ lt/m}^3 - 17.574 \text{ lt/m}^3 = 187.426 \text{ lt/m}^3$

j. Peso de los materiales ya corregidos por humedad del agregado y la fibra de vidrio y el polvillo de acero reciclados.

- Cemento :  $366.071 \text{ kg/m}^3 \approx 366 \text{ kg/m}^3$
- Fibras de vidrio (1.25%) y  
 Polvillo de acero (1.25%) :  $366 \times 2.5\% \approx 9.15 \text{ kg/m}^3$
- Fibras de vidrio (1.75%) y  
 Polvillo de acero (1.75%) :  $366 \times 3.5\% \approx 12.81 \text{ kg/m}^3$
- Fibras de vidrio (2.50%) y  
 Polvillo de acero (2.50%) :  $366 \times 5\% \approx 18.30 \text{ kg/m}^3$
- Agua de efectiva :  $187.426 \text{ lt/m}^3 \approx 187 \text{ lt/m}^3$
- Agregado fino húmedo :  $779.738 \text{ Kg/m}^3 \approx 780 \text{ kg/m}^3$

➤ Agregado grueso húmedo : 1024.312 Kg/m<sup>3</sup>  $\approx$  **1024 kg/m<sup>3</sup>**

### 13. CÁLCULO DE PROPORCIÓN EN PESO.

- $\frac{366}{366} : \frac{780}{366} : \frac{1024}{366} : \frac{187}{8.61}$
- 1 : 2.13 : 2.80 : 21.72 lt/bolsa
- Relación agua/cemento de diseño:  $205/0.56 = 0.56$
- Relación agua/cemento efectivo:  $187/366 = 0.51$

### 14. PESO POR TANDA DE UNA BOLSA (CEMENTO)

- Cemento : 1 x 42.5 = 42.5 kg/bolsa
- Agua de efectiva : 21.72 = 21.72 lt/bolsa
- Agregado fino húmedo :  $.2.13 \times 42.5 = 90.53$  kg/bolsa
- Agregado grueso húmedo:  $2.80 \times 42.5 = 119$  kg/bolsa

### 15. CANTIDAD DE MATERIAL PARA PROBETAS CILINDRICAS Y PROBETAS PRISMATICAS CON LA INCORPORACION DEL MATERIAL RECICLADO. (Fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados)

**Por tandeo** = (Vol. del cilindro x el N<sup>o</sup> de probetas) +  
(Vol. de la vigueta x el N<sup>o</sup> de probetas prismática )

- Probeta cilíndrica = 4" x 8"
- Probeta prismática = 0.15m x 0.15m x 0.50m

N<sup>o</sup> de probetas cilíndricas = 10

N<sup>o</sup> de probetas Prismática = 3

$$\begin{aligned} \text{Vol. de cilindro} &= \frac{\pi \times D^2 \times H}{4} = \frac{3.1416 \times (0.1016^2) \times (0.2032)}{4} \\ &= 0.00165 \text{ m}^3 \\ &= 0.00165 \times 10 = 0.0165 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Vol. de vigueta} &= 0.15 \times 0.15 \times 0.50 = 0.01125 \text{ m}^3 \\ &= 0.01125 \times 3 = 0.03375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\text{Por tandeo} = 0.0165 + 0.03375 = 0.05025 \text{ m}^3$$

$$\approx 0.05 \text{ m}^3$$

**Volumen = 0.05 m<sup>3</sup>**

- Cantidad de cemento :  $366 \times 0.05 = 18.30 \text{ kg}$
- Fibras de vidrio + polvillo de acero  
Reciclado, un 2.5% del cemento :  $18.30 \times 2.5\% = 0.4575 \text{ kg}$
- Fibras de vidrio + polvillo de acero  
Reciclado, un 3.5% del cemento :  $18.30 \times 3.5\% = 0.6405 \text{ kg}$
- Fibras de vidrio + polvillo de acero  
Reciclado, un 5% del cemento :  $18.30 \times 5\% = 0.9150 \text{ kg}$
- Cantidad de agua :  $187 \times 0.05 = 9.358 \text{ lt}$
- Cantidad de agregado fino :  $780 \times 0.05 = 39.00 \text{ kg}$
- Cantidad de agregado grueso :  $1024 \times 0.05 = 51.20 \text{ kg}$

Como podemos ver el volumen total del tandeo es de 0.084 m<sup>3</sup>, pero por capacidad del trompito hacemos la división por 3 a todos.



Figura 17. Tandeo de materiales.

#### 2.5.1.4. Elaboración de especímenes cilíndricas y prismáticas

##### a) Ensayo de concreto fresco.

Para determinar la docilidad del concreto fresco se realizó por el método de la prueba de revenimiento (asentamiento) con el cono de Abrams, elaborado en el laboratorio (NTP 339.035, 1999).

- **Material y equipos.**

1. Muestras de concreto fresco.
2. Cono de Abrams.
3. Varilla pisón compactador de acero liso (5/8" x 0.60cm)
4. Una bandeja metálica.
5. Un cucharón metálico
6. Wincha

- **Material y equipos.**

1. Placa de acero liso (no absorbente)
2. Molde humedecido
3. Apoyo del molde sobre la placa de acero liso.
4. Presión con los dos pies sobre los estribos del molde
5. Llenado del molde en tres capas.
6. Compactación con la varilla pisón compactadora con 25 penetraciones en forma de espiral, en toda su profundidad (primera capa).
7. En la segunda y tercera capa la compactación será con una penetración de 1" de la capa anterior.
8. En la última capa se adiciona un excedente de concreto para luego hacer el varillado y enrasado del concreto.

9. Hacemos presión con los dos brazos sobre las asas y dejamos de hacer presión con los pies retirando suavemente de los estribos del cono
10. Levantamos el molde suavemente de un tiempo de 5 a 10 segundos, en forma vertical de un solo movimiento
11. Finalmente realizamos la medición del asentamiento, volteando el cono de Abrams y colocando sobre ella la varilla.



*Figura 18. Toma de medida del Slump.*

Una vez obtenido el Slump proyectado, obteniendo un resultado de 3'' a 4'' procederemos al llenado de las muestras con mezcla en los moldes cilíndrica de 4'' por 8'' y prismáticas de 150 mm x 150mm x 500mm.

#### **b) Proceso de llenado de los moldes cilíndricas**

1. Untar con desmoldante (lamina) en el interior de los moldes cilíndricos.

2. Con un cucharón se hace el llenado de los moldes en tres capas y cada una de ellas de 1/3 del volumen.
3. En cada capa se compacta con 25 penetraciones en todo su espesor
4. Con el mazo de goma se da de 10 a 15 golpes ligeros sobre el molde en forma distribuida.
5. Se retira el exceso del concreto con la varilla compactadora, para luego enrasar con una plancha dejando una superficie plana.
6. Se deja reposar durante 24 horas, luego se desencofra el testigo.
7. Procedemos a colocar su identificación, considerando su fecha de elaboración.
8. Luego llevamos a los tanques con agua potable para su curado, a una temperatura promedio de 20° -°C.



*Figura 19.* Vaciado de probetas prismáticas.



Figura 20. Proceso de curado

**2.1.1.2 Ensayo a compresión de las muestras cilíndricas del material convencional con incorporación de 2.5%, 3.5% y 5% fibra de vidrio y polvillo de acero reciclado, según la norma NTP. 339.034 y ASTM C39.**

**a) Materiales y equipo.**

- Prensa hidráulica
- Muestra cilíndrica a una edad de 7, 14 y 28 días.

**b) Procedimiento**

1. Medición del diámetro de los especímenes en dos direcciones perpendiculares y en ambas cabezas para luego sacar un diámetro promedio.
2. Limpieza de las dos cabezas del espécimen y la superficie y/o caras de contacto tanto superior como inferior de la prensa hidráulica.



3. Colocación de la muestra en el eje de aplicación de la carga axial de la prensa hidráulica
4. Verificación del indicador o pantalla digital que este en cero
5. Aplicación de la carga axial sobre el testigo, hasta que se produjo la falla de ruptura del testigo.
6. Aplicar la carga continua sin detenimiento.
7. Se registró la carga máxima alcanzada del testigo durante el ensayo.

**c) Cálculos.**

- Se calculo la resistencia a la compresión del testigo, dividiendo la carga máxima alcanzado por el testigo durante el ensayo, entre el área promedio de la sección.
- Para el efecto de la investigación las pruebas se rompieron a edades de 7, 14 y 28 días, para el diseño convencional con la incorporación de la fibra de vidrio y polvillo de acero reciclados

$$f'c = \frac{P}{A} = \frac{AG}{\pi D^2}$$

Donde:

**F'c** = Resistencia de ruptura a la compresión, en Kg/cm<sup>2</sup>

**P** = Carga máxima axial aplicada al espécimen en el momento de la falla, en Kg-f.

**A** = Área de la cara axial del del espécimen (cm<sup>2</sup>)

**D** = Diámetro promedio del espécimen en cm.



*Figura 21. Ensayo a Compresión*



*Figura 22. Tipos de fallas en los testigos ensayados.*

**Tabla 23 Resumen de la resistencia alcanzada a 7 días**

*Resumen de la resistencia alcanzada a 7 días*

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>189 kg/cm<sup>2</sup></b>	90.2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>190 kg/cm<sup>2</sup></b>	90.6
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>196 kg/cm<sup>2</sup></b>	93.2
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>235 kg/cm<sup>2</sup></b>	112.0
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>241 kg/cm<sup>2</sup></b>	114.9
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>239 kg/cm<sup>2</sup></b>	113.7
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>199 kg/cm<sup>2</sup></b>	95.0
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>218 kg/cm<sup>2</sup></b>	103.7
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>214 kg/cm<sup>2</sup></b>	101.9
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>221 kg/cm<sup>2</sup></b>	105.1
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>213 kg/cm<sup>2</sup></b>	101.4
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	13/01/2020	7 días	1.98	<b>214 kg/cm<sup>2</sup></b>	102.1

*Fuente:* Datos de laboratorio de concreto endurecido ASTM C39

**Tabla 24 Resumen de la resistencia alcanzada a 14 días**

*Resumen de la resistencia alcanzada a 14 días*

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>207 kg/cm<sup>2</sup></b>	98.5
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>207 kg/cm<sup>2</sup></b>	98.4
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>210 kg/cm<sup>2</sup></b>	99.9
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>250 kg/cm<sup>2</sup></b>	119.0
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>256 kg/cm<sup>2</sup></b>	122.1
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>252 kg/cm<sup>2</sup></b>	119.9
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>242 kg/cm<sup>2</sup></b>	115.1
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>243 kg/cm<sup>2</sup></b>	115.9
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>243 kg/cm<sup>2</sup></b>	115.5
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>238 kg/cm<sup>2</sup></b>	113.3
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>249 kg/cm<sup>2</sup></b>	118.7
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO RECICLADA Y VIRUTA DE ACERO 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	12/03/2020	26/03/2020	14 días	2.00	<b>245 kg/cm<sup>2</sup></b>	116.8

Fuente: Datos de laboratorio de concreto endurecido ASTM C39

**Tabla 25** Resumen de la resistencia alcanzada a 28 días

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F'c
PROBETA N° 10 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>282 kg/cm<sup>2</sup></b>	134.3
PROBETA N° 11 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>282 kg/cm<sup>2</sup></b>	134.5
PROBETA N° 12 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>281 kg/cm<sup>2</sup></b>	133.7
PROBETA N° 10 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>251 kg/cm<sup>2</sup></b>	119.4
PROBETA N° 11 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>278 kg/cm<sup>2</sup></b>	132.6
PROBETA N° 12 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>268 kg/cm<sup>2</sup></b>	127.7
PROBETA N° 10 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>256 kg/cm<sup>2</sup></b>	121.7
PROBETA N° 11 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>255 kg/cm<sup>2</sup></b>	121.7
PROBETA N° 12 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>253 kg/cm<sup>2</sup></b>	120.7
PROBETA N° 10 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>265 kg/cm<sup>2</sup></b>	126.2
PROBETA N° 11 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>245 kg/cm<sup>2</sup></b>	116.5
PROBETA N° 12 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	6/01/2020	3/02/2020	28 días	2.00	<b>257 kg/cm<sup>2</sup></b>	122.2

Fuente. Datos de laboratorio de concreto endurecido ASTM C39

### 2.5.1.5. Ensayo a flexión de las muestras prismas rectangulares de concreto convencional con incorporación de 2.5%, 3.5% y 5% fibra de vidrio y polvillo de acero reciclado.

Determinando el valor de la resistencia a flexión, mediante el método de prueba estándar, aplicando la carga en el tercio medio de su luz en forma perpendicular a la cara principal de los moldes prismáticas según la norma ASTM C78 -02.

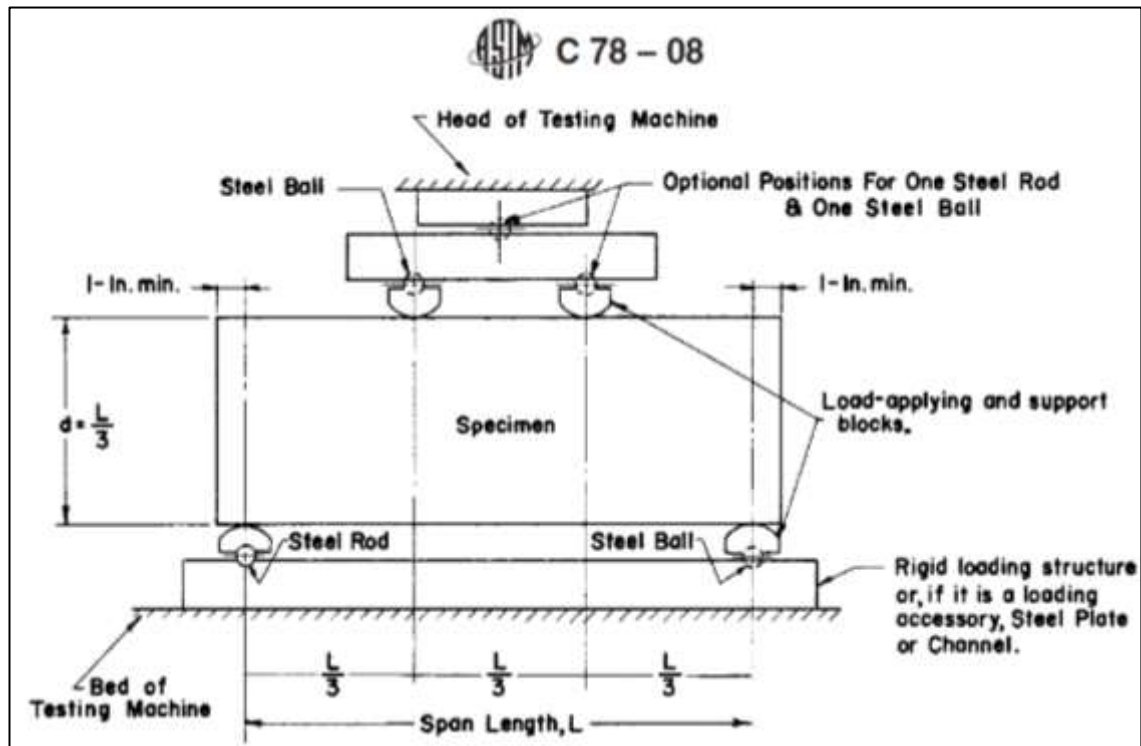


Figura 23. Diagrama del aparato para pruebas a flexión, ASTM C78-02

#### a. Materiales y equipo.

- Prensa hidráulica
- Wincha
- Vernier
- Brocha.

#### b. Procedimiento.

- Retirar el espécimen del tanque de curado.

- Secar y mover los excedentes del espécimen
- Se efectúa la medida del espécimen con ayuda de wincha y vernier
- Promediamos las longitudes de las aristas.



Figura 24. Colocación adecuada del espécimen, según medidas.



Figura 25. Tipo de rotura.

**c. Cálculo.**

**Para calcular el módulo de ruptura utilizamos la siguiente ecuación.**

Cuando la ruptura se inicia en la zona de tensión, dentro del tercio medio de la luz libre.

$$R = \frac{P * L}{b * d^2}$$

Donde.

R = Modulo de ruptura, psi o Mpa.

P = Carga máxima aplicada indicada por la máquina de ensayo lbf o N

L = Longitud de libre entre apoyos (pulg)

b = Ancho promedio de la muestra (pulg)

D = Altura promedio de la muestra (pulg)

Cuando la ruptura se inicia en la zona de tensión, fuera del tercio medio de la luz libre a una distancia no mayor del 5% de la luz libre,

$$R = \frac{3P * a}{b * d^2}$$

Donde.

a = distancia promedio entre la línea de fractura y el soporte más cercano, medida sobre la tensión de la viga.



**Tabla 26 Resumen de la resistencia para Flexión alcanzada a 28 días.**

*Resumen de la resistencia para Flexión alcanzada a 28 días*

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	UBICACIÓN DE FALLA	LUZ LIBRE	MÓDULO DE ROTURA
Concreto Patrón	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	42 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Patrón	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	41 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 2,5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	51 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 2,5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	52 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 3,5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	37 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 3,5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	36 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	9/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45.0	35 kg/cm <sup>2</sup>

*Fuente.* Datos de laboratorio de concreto endurecido ASTM C78-2

#### **2.5.1.6. Ensayo a abrasión de las muestras cilíndricas del material convencional con incorporación del 2.5%, 3.5% y 5% de fibra de vidrio y polvillo de acero reciclado.**

Mediante este ensayo determinaremos la resistencia a la abrasión de los agregados grueso siendo una de las propiedades físicas en los cuales su importancia y su conocimiento son indispensables en el diseño de las mezclas es la resistencia a la abrasión o desgaste del agregado, a través de una combinación de acciones, las cuales incluyen el desgaste, impacto y trituración.

Este procedimiento es realizado en un tambor de acero en rotación las mismas que contienen un numero de esferas de acero, una vez puesta en rotación la máquina de los ángeles, los materiales con las esferas de

acero serán recogidas por la pestaña interiores de la máquina los ángeles. Trasladándolos y soltándolos del lado opuesto de la máquina, las mismas que darán un efecto de trituración por impacto.

Resistencia al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37.5mm (1.1/2") (ASTM C-131, MTC E 207-2000) y mayores a 19 mm (3/4") (ASTM C-535, MTC E 207-2000).

Para determinar la dureza se utiliza un método indirecto cuyo procedimiento se encuentra descrito en la Norma MTC e 207-2000 para los agregados grueso. Dicho método más conocido como el de la Maquina de los Ángeles, consiste básicamente en colocar una cantidad especificada de agregado dentro de un tambor cilíndrico de acero y se le aplica un número determinado de revoluciones. El choque entre el agregado y las bolas da por resultado de la abrasión.

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = \frac{(Pa - Pb)}{Pa} * 100$$

Donde:

Pa = Es la masa de la muestra seca antes del ensayo (grs.)

Pb = Es la masa de la muestra seca después del ensayo, lavado sobre el tamiz 1.68 mm.

#### **Los resultados de los especímenes cilíndricas PATRON.**

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = \frac{(7252 - 6980)}{7252} * 100$$

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = 3.75$$

$$ESTIMANDO \% DESGASTE = 4.00$$

**Los resultados de los especímenes cilíndricas con la incorporación de 2.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclado.**

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = \frac{(6589 - 5786)}{6589} * 100$$

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = 12.9$$

$$ESTIMANDO \% DESGASTE = 12.00$$

**Los resultados de los especímenes cilíndricas con la incorporación de 3.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclado.**

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = \frac{(6592 - 5586)}{6592} * 100$$

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = 15.26$$

$$ESTIMANDO \% DESGASTE = 15.00$$

**Los resultados de los especímenes cilíndricas con la incorporación de 5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclado.**

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = \frac{(6589 - 5356)}{6589} * 100$$

$$PORCENTAJE DE DESGASTE = 18.80$$

$$ESTIMANDO \% DESGASTE = 19.00$$

## CAPITULO III. RESULTADOS

### INFERENCIA ESTADÍSTICA

Los resultados en el presente capítulo se fundamentan en el orden de los objetivos e hipótesis como se detalla a continuación.

#### 3.1. Objetivo específico 1.

Determinar la influencia en la resistencia a la compresión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo.

#### 3.2. Hipótesis específico 1.

##### Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

La resistencia a la compresión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, mejora utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo

##### Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

##### 3.2.1 Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):

No existe una mejora significativa entre las medidas de las Resistencias a la compresión del grupo con el diseño del concreto experimental respecto al grupo del diseño del concreto patrón.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_{\text{patrón}}$$

##### 3.2.2 Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):

Si existe una mejora significativa entre las medidas de las Resistencias a la compresión del grupo con el diseño del concreto experimental respecto al grupo del diseño del concreto patrón.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_i \neq \mu_{\text{patrón}}$$

El grupo del diseño experimental consiste en obtener muestras de mezclas para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo y en porcentajes del 2.5%, 3.5% y 5%.

### **Consideraciones del Diseño experimental:**

**Factor:** Es el porcentaje de fibras de vidrio y el polvillo acero reciclado.

**Tratamiento:** Dosificaciones del % de fibras de vidrio y el acero reciclado en un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Niveles del factor:** 2.5%, 3.5% y 5% de fibras de vidrio y el acero reciclado.

**Variable Respuesta o dependiente:** Resistencia a la compresión.

**Observaciones o unidades de estudio:** Valores de la resistencia a la compresión para cada grupo y nivel de tratamiento a una edad de 28 días.

### **Estadístico de Prueba**

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y determinar si existe variación significativa entre las medias de las resistencias a la compresión.

### **Requisitos para el ANOVA**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

### Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a  $\alpha$  se Rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ . ( sig <  $\alpha$  entonces se acepta  $H_a$ )

Donde  $\alpha$  es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir.

tomaremos el valor de significancia  $\alpha = 0.05$ .

### Tabla 27 Valores de los ensayos a compresión.

*Valores de los ensayos a compresión.*

Tipo de diseño	Números de días	Esfuerzo	% $F_c$	Esfuerzo a los 28 días
Diseño Patrón	7	189	90.20	210.055
	7	190	90.60	209.885
	7	196	93.20	209.976
	14	207	98.50	209.988
	14	207	98.40	210.007
	14	210	99.90	210.104
	28	282	134.30	209.947
	28	282	134.50	209.966
Concreto con 2.5 % de fibra de vidrio y polvillo de acero	28	281	133.70	210.042
	7	235	112.00	210.000
	7	241	114.90	210.009
	7	239	113.70	209.946
	14	250	119.00	209.988
	14	256	122.10	210.058
	14	252	119.90	210.069
	28	251	119.40	210.069
	28	278	132.60	209.926
28	268	127.70	209.960	

Concreto con 3.5 % de fibra de vidrio y polvillo de acero	7	199	95.00	209.895
	7	218	103.70	209.932
	7	214	101.90	209.908
	14	242	115.10	210.090
	14	243	115.90	209.947
	14	243	115.50	210.079
	28	256	121.70	210.063
	28	255	121.70	209.942
	28	253	120.70	209.955
Concreto con 5.0 % de fibra de vidrio y polvillo de acero	7	221	105.10	210.086
	7	213	101.40	210.059
	7	214	102.10	210.046
	14	238	113.30	210.011
	14	249	118.70	210.036
	14	245	116.80	210.074
	28	265	126.20	209.938
	28	245	116.50	210.030
	28	257	122.20	210.010

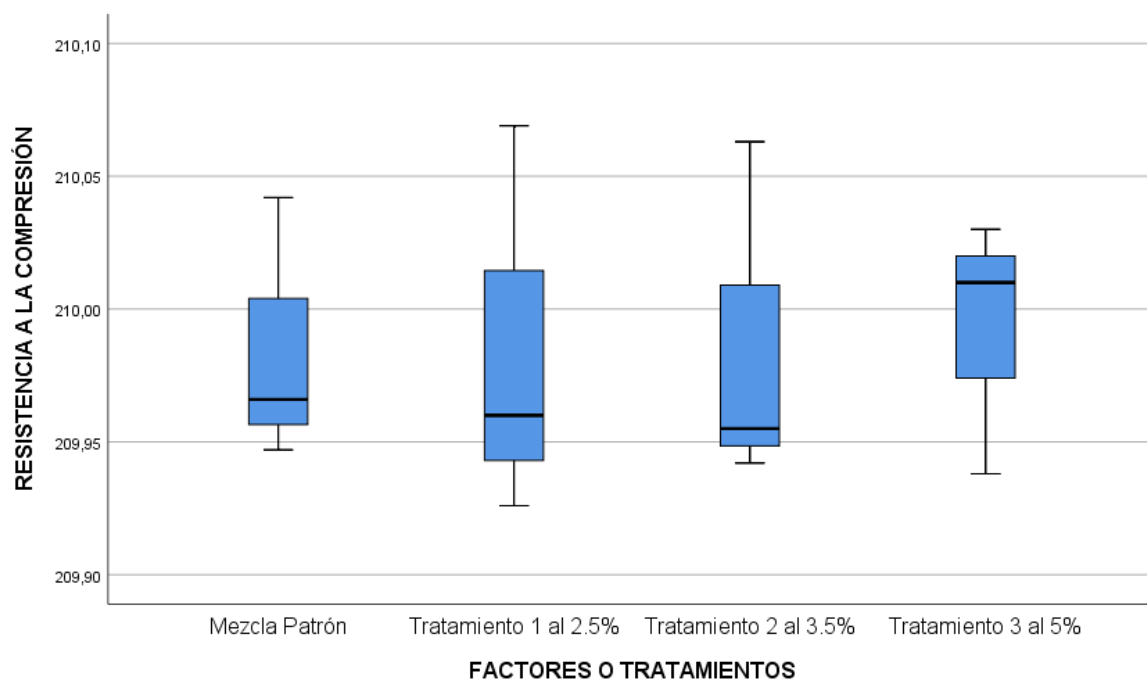
Factor	Observaciones			Variable Respuesta
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	
Patrón				
Tratamiento 0	209.95	209.97	210.04	Resistencia a la Compresión
Tratamiento 1	210.07	209.93	209.96	
Tratamiento 2	210.06	209.94	209.95	
Tratamiento 3	209.94	210.03	210.01	

### Análisis Descriptivo

**Tabla 28 Mediciones de la Resistencia a la compresión en cada tratamiento**

Descriptivos								
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Mezcla Patrón	3	209,9850	,05027	,02902	209,8601	210,1099	209,95	210,04

Tratamiento 1 al 2.5%	3	209,9850	,07471	,04313	209,7994	210,1706	209,93	210,07
Tratamiento 2 al 3.5%	3	209,9867	,06643	,03835	209,8217	210,1517	209,94	210,06
Tratamiento 3 al 5%	3	209,9927	,04839	,02794	209,8725	210,1129	209,94	210,03
Total	12	209,9873	,05209	,01504	209,9542	210,0204	209,93	210,07



De los resultados obtenidos notamos que la media y la mediana de la resistencia a la compresión de los todos grupos varían ligeramente entre ellos, sin embargo, la del diseño del 5% es la que tiene una mayor medida respecto al diseño patrón, ahora mediante la prueba del ANOVA de un factor comprobaremos si estas variaciones son significativas o no.

### Consideraciones de la prueba

#### Normalidad

- Planteamiento de las hipótesis



Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

**Tabla 29 Resultados de la prueba de Normalidad**

		Pruebas de normalidad					
FACTORES O TRATAMIENTOS		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Mezcla Patrón	,314	3	.	,893	3	,363
	Tratamiento 1 al 2.5%	,298	3	.	,916	3	,438
	Tratamiento 2 al 3.5%	,350	3	.	,830	3	,187
	Tratamiento 3 al 5%	,307	3	.	,904	3	,398

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Decisión

Como Los p-valores sig de la prueba de Shapiro Wilk tanto del patrón como los experimentales son mayores  $> 0.05$  entonces aceptamos la hipótesis nula Ho.

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

### Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
  - Planteamiento de las hipótesis
- Ho: Las varianzas en ambos grupos son iguales
- Ha: Existe diferencia significativa entre las varianzas
  - Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba  $< \alpha = 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula Ho.

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha = 0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula Ho.

**Tabla 30 Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Se basa en la media	,525	3	8	,677
	Se basa en la mediana	,081	3	8	,969
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,081	3	6,959	,968
	Se basa en la media recortada	,460	3	8	,718

- De la prueba de Levene, se tiene que el pvalor sig es igual a  $0.677 > 0.05$ , entonces según la regla de decisión de la prueba aceptamos  $H_0$  con un nivel de significancia del 5%, lo cual concluimos que todos los grupos tienen varianzas iguales.
- Una vez demostrados los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas, se procedió a realizar la prueba del ANOVA de un factor, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 31 Resultado prueba ANOVA**

ANOVA					
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	3	,000	,011	,998
Dentro de grupos	,030	8	,004		
Total	,030	11			

- Como el pvalor sig entre grupos es mayor al valor de significancia del 0.05, entonces no rechazamos la hipótesis nula  $H_0$ , es decir como  $0.998 > 0,05$  aceptamos  $H_0$ , lo cual podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que no existe evidencia

suficiente para afirmar que hay diferencias significativas entre la resistencia a la compresión de los tratamientos y el del diseño patrón.

De los resultados descriptivos y de la prueba ANOVA de un factor, concluimos estadísticamente que al reforzar la mezcla de concreto de  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con porcentajes del 2.5%, 3.5% y 5% de fibras de vidrio y acero reciclado, estos no influyen significativamente en la resistencia a la compresión con respecto al diseño patrón.

### **3.3. Objetivo específico 2.**

Determinar la influencia en la resistencia a la flexión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo.

### **3.4. Hipótesis específico 2.**

#### **Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:**

La resistencia a la flexión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, mejora utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo

#### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:**

##### **3.4.1 Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):**

No existe una mejora significativa entre las medidas de las Resistencias a la flexión del grupo con el diseño del concreto experimental respecto al grupo del diseño del concreto patrón.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_{\text{patrón}}$$

##### **3.4.2 Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):**

Si existe una mejora significativa entre las medidas de las Resistencias a la flexión del grupo con el diseño del concreto experimental respecto al grupo del diseño del concreto patrón.

Existe al menos un  $\mu_i \neq \mu_{\text{patrón}}$

El grupo del diseño experimental consiste en obtener muestras de mezclas para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo y en porcentajes del 2.5%, 3.5% y 5%.

### **Consideraciones del Diseño experimental:**

**Factor:** Es el porcentaje de fibras de vidrio y el acero reciclado.

**Tratamiento:** Dosificaciones del % de fibras de vidrio y el acero reciclado en un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Niveles del factor:** 2.5%, 3.5% y 5% de fibras de vidrio y el acero reciclado.

**Variable Respuesta o dependiente:** Resistencia a la flexión.

**Observaciones o unidades de estudio:** Valores de la resistencia a la flexión para cada grupo y nivel de tratamiento a una edad de 28 días.

### **Estadístico de Prueba**

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y determinar si existe variación significativa entre las medias de las resistencias a la flexión.

### **Requisitos para el ANOVA**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

### Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a  $\alpha$  se Rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ . ( sig <  $\alpha$  entonces se acepta  $H_a$ )

Donde  $\alpha$  es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir.

tomaremos el valor de significancia  $\alpha = 0.05$ .

**Tabla 32 Valores de los ensayos a flexión**

*Valores de los ensayos a flexión.*

Tipo de diseño	Número de días	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
Diseño Patrón  Concreto con 2.5 % de fibra de vidrio y virutas de acero  Concreto con 3.5 % de fibra de acero	28.00	42.00
	28.00	41.40
	28.00	41.00
	28.00	51.00
	28.00	51.60
	28.00	52.00
	28.00	37.00
	28.00	36,70

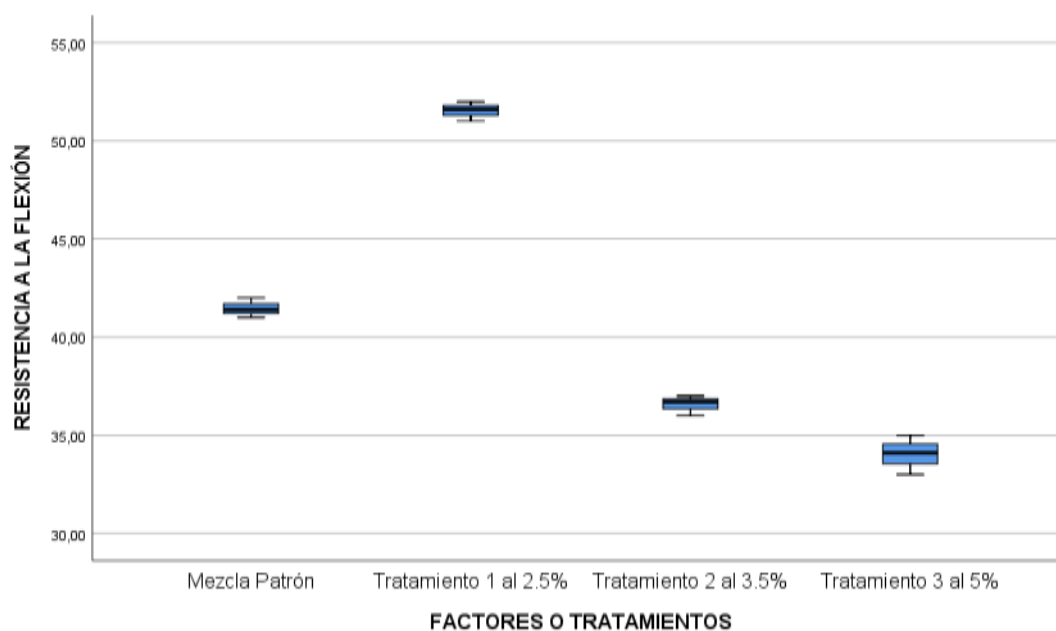
	28.00	36.00
Concreto con 5.0 % de fibra de vidrio y virutas de acero	28.00	35.00
	28.00	34.10
	28.00	33.00

Factor	Observaciones	Variable Respuesta		
		Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3
Patrón				
Tratamiento 0	→	42.00	41.40	41.00
2.5%	→			
Tratamiento 1	→	51.00	51.60	52.00
3.5%	→			
Tratamiento 2	→	37.00	36.70	36.00
5%	→			
Tratamiento 3	→	35.00	34.10	33.00

Resistencia a la Flexión

**Tabla 33 Análisis Descriptivo**

Descriptivos								
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN								
	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Mezcla Patrón	3	41,4667	,50332	,29059	40,2163	42,7170	41,00	42,00
Tratamiento 1 al 2.5%	3	51,5333	,50332	,29059	50,2830	52,7837	51,00	52,00
Tratamiento 2 al 3.5%	3	36,5667	,51316	,29627	35,2919	37,8414	36,00	37,00
Tratamiento 3 al 5%	3	34,0333	1,00167	,57831	31,5451	36,5216	33,00	35,00
Total	12	40,9000	7,01621	2,02541	36,4421	45,3579	33,00	52,00



De los resultados obtenidos notamos que la media y la mediana de la resistencia a la flexión de los grupos con los diseños del 3.5% y 5% están por debajo del diseño patrón, sin embargo, la del diseño del 2,5% es la que tiene una mayor medida respecto al diseño patrón, ahora mediante la prueba del ANOVA de un factor comprobaremos si estas variaciones son significativas o no.

### Consideraciones de la prueba

#### Normalidad

- Planteamiento de las hipótesis

Ho: Los datos provienen de una distribución normal

Ha: Los datos no provienen de una distribución normal

**Tabla 34 Resultados de la prueba de Normalidad**

FACTORES O TRATAMIENTOS	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Mezcla Patrón	,219	3	.	,987	3	,780

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Tratamiento 1 al 2.5%	,219	3	.	,987	3	,780
	Tratamiento 2 al 3.5%	,269	3	.	,949	3	,567
	Tratamiento 3 al 5%	,193	3	.	,997	3	,890

a. Corrección de significación de Lilliefors

### Decisión

Como Los p-valores sig de la prueba de Shapiro Wilk tanto del patrón como los experimentales son mayores  $> 0.05$  entonces aceptamos la hipótesis nula  $H_0$ .

Por tanto, se concluye que la variable resistencia a la compresión en todos los grupos se distribuyen normalmente.

### Homogeneidad de las varianzas

- Se comprueba con la prueba de Levene
  - Planteamiento de las hipótesis
- $H_0$ : Las varianzas en ambos grupos son iguales
- $H_a$ : Existe diferencia significativa entre las varianzas
  - Criterio para determinar la homogeneidad de las varianzas

Si p-valor de la prueba  $< \alpha = 0.05$  entonces se rechaza la hipótesis nula  $H_0$ .

Si p-valor de la prueba  $\geq \alpha = 0.05$  entonces se acepta la hipótesis nula  $H_0$ .

**Tabla 35 Prueba de homogeneidad de varianzas**

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	Se basa en la media	,684	3	8	,587
	Se basa en la mediana	,510	3	8	,686
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,510	3	5,672	,691
	Se basa en la media recortada	,673	3	8	,592



- De la prueba de Levene, se tiene que el pvalor sig es igual a  $0.587 > 0.05$ , entonces según la regla de decisión de la prueba aceptamos  $H_0$  con un nivel de significancia del 5%, lo cual concluimos que todos los grupos tienen varianzas iguales.
- Una vez demostrados los supuestos de normalidad e igualdad de varianzas, se procedió a realizar la prueba del ANOVA de un factor, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 36 Prueba ANOVA**

<b>ANOVA</b>					
RESISTENCIA A LA FLEXIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	537,953	3	179,318	404,476	,000
Dentro de grupos	3,547	8	,443		
Total	541,500	11			

- Como el pvalor sig entre grupos es menor al valor de significancia del 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula  $H_0$ , es decir como  $0.000 < 0,05$  aceptamos la hipótesis del investigador  $H_1$ , lo cual podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que existe evidencia suficiente para afirmar que hay diferencias significativas de la resistencia a la flexión de por lo menos algún tratamiento respecto al diseño patrón.
- Ahora una vez rechazado la hipótesis nula, mediante la prueba de Pos Hoc de Tukey de rango múltiple haremos una comparación múltiple de las medias de las resistencias a la flexión de los diferentes tratamientos e identificaremos cuales son las que varían significativamente.

**Tabla 37 RESISTENCIA A LA FLEXIÓN**

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
FACTORES O TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Tratamiento 3 al 5%	3	34,0333			
Tratamiento 2 al 3.5%	3		36,5667		
Mezcla Patrón	3			41,4667	
Tratamiento 1 al 2.5%	3				51,5333
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

De los resultados de la prueba de Tukey, observamos 4 subgrupos, de los cuales notamos claramente que existe diferencias significativas entre cada uno de ellos por estar cada uno en diferentes grupos, sin embargo, los diseños del 3.5% y 5% tienen diferencias significativas menores al diseño patrón, mientras que el diseño del 2.5% tiene diferencia significativa mayor al diseño patrón.

Se concluye estadísticamente con un nivel de significancia del 5%, que al mezclar porcentajes del 3.5% y 5% de fibras de vidrio y el acero reciclado, las propiedades mecánicas de la resistencia a la flexión disminuyen significativamente con respecto al diseño patrón, mientras que al mezclar con el 2.5% de fibras de vidrio y el acero reciclado, éstas aumentan significativamente con respecto al diseño patrón.

### 3.5. Objetivo específico 3.

Determinar la influencia de abrasión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo.

### 3.6. Hipótesis específico 3.

#### Planteamiento de la prueba de hipótesis del investigador:

La abrasión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, mejora utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo.

#### Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:

##### 3.6.1 Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):

No existe una mejora significativa entre las medidas de la abrasión del grupo con el diseño del concreto experimental respecto al grupo del diseño del concreto patrón.

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_{\text{patrón}}$$

##### 3.6.2 Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):

Si existe una mejora significativa entre las medidas de la abrasión del grupo con el diseño del concreto experimental respecto al grupo del diseño del concreto patrón.

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_i \neq \mu_{\text{patrón}}$$

El grupo del diseño experimental consiste en obtener muestras de mezclas para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y el acero reciclado como refuerzo y en porcentajes del 2.5%, 3.5% y 5%.

#### Consideraciones del Diseño experimental:

**Factor:** Es el porcentaje de fibras de vidrio y el acero reciclado.

**Tratamiento:** Dosificaciones del % de fibras de vidrio y el acero reciclado en un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

**Niveles del factor:** 2.5%, 3.5% y 5% de fibras de vidrio y el acero reciclado.

**Variable Respuesta o dependiente:** Porcentaje a la abrasión.

**Observaciones o unidades de estudio:** Valores de los porcentajes a la abrasión para cada grupo y nivel de tratamiento a una edad de 28 días.

### **Estadístico de Prueba**

Dado que la variable respuesta es cuantitativa, el tipo de prueba es de diferencia de medias para más de dos grupos y el tamaño de la muestra es pequeña e iguales, se utilizó el análisis de varianza ANOVA de un factor para contrastar las hipótesis y determinar si existe variación significativa entre las medias de los porcentajes a la abrasión.

### **Requisitos para el ANOVA**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Chapiro Wilk y de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

### **Decisión para aceptar o rechazar la hipótesis nula para cualquier prueba**

Si el p-valor (sig) o significancia de la prueba es menor a  $\alpha$  se Rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$ . ( sig <  $\alpha$  entonces se acepta  $H_a$ )

Donde  $\alpha$  es el nivel de significancia y representa el % de error que estamos dispuesto a asumir.

tomaremos el valor de significancia  $\alpha = 0.05$ .

**Tabla 38 Valores de los ensayos a abrasión**

*Valores de los ensayos a abrasión.*

<b>Tipo de diseño</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
<b>Diseño Patrón</b>	4.00
<b>Concreto con 2.5% de fibra de vidrio y virutas de acero</b>	12.00
<b>Concreto con 3.5% de fibra de vidrio y virutas de acero</b>	15.00
<b>Concreto con 5% de fibra de vidrio y virutas de acero</b>	18.00

**Consideraciones de la prueba**

- Asumiremos que los datos de los porcentajes de la abrasión provienen de una población normal o que se distribuyen normalmente y que poseen varianzas constantes entre los grupos de tratamientos.

**Tabla 39 Prueba del análisis de varianza ANOVA DE UN FACTOR.**

<b>ANOVA</b>					
PORCENTAJE DE ABRASIÓN					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	326,250	3	108,750	435,000	,000
Dentro de grupos	2,000	8	,250		
Total	328,250	11			

- Como el pvalor sig entre grupos es menor al valor de significancia del 0.05, entonces rechazamos la hipótesis nula  $H_0$ , es decir como  $0.000 < 0,05$  aceptamos la hipótesis del investigador  $H_0$ , lo cual podemos afirmar con un nivel de significancia del 5% que existe evidencia suficiente para afirmar que hay diferencias significativas del porcentaje a la abrasión de por lo menos algún tratamiento respecto al diseño patrón.
- Ahora una vez rechazado la hipótesis nula, mediante la prueba de Pos Hoc de Tukey de rango múltiple haremos una comparación múltiple de las medias de las resistencias a la flexión de los diferentes tratamientos e identificaremos cuales son las variaciones significativas.

**Tabla 40 Porcentaje de abrasión.**

PORCENTAJE DE ABRASIÓN					
HSD Tukey <sup>a</sup>					
FACTORES O TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Mezcla Patrón	3	4,0000			
Tratamiento 1 al 2.5%	3		12,0000		
Tratamiento 2 al 3.5%	3			15,0000	
Tratamiento 3 al 5%	3				18,0000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

De los resultados de la prueba de Tukey, observamos 4 subgrupos, de los cuales notamos claramente que existe diferencias significativas entre cada uno de ellos por estar cada uno en diferentes grupos, el diseño patrón tiene una menor diferencia significativa entre los demás diseños, seguido del diseño del 2.5%.

Se concluye estadísticamente con un nivel de significancia del 5%, que al mezclar porcentajes del 2%, 3.5% y 5% de fibras de vidrio y el acero reciclado, las propiedades mecánicas del porcentaje de abrasión aumentan significativamente con respecto al diseño patrón, sin embargo, el diseño del 2% es la que aumenta menos en comparación a los otros dos diseños.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

### 4.1. DISCUSIONES

De acuerdo a Espinoza Portal Evelin , (2018) , en la tesis titulado “Resistencia de concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del 10% del Agregado Fino por Viruta Metálica”, trabajo de investigación realizado para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil en la Universidad San Pedro en la ciudad de Cajamarca en la República del Perú , cuyo objetivo principal del trabajo de investigación es Determinar la resistencia del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con sustitución del 10% del agregado fino por viruta metálica y cuyas conclusiones son las siguientes:

Las muestras experimentales con la sustitución de 10% viruta metálica logro superar a la probeta de la resistencia patrón, está en un orden de 5.68%, 8.63% y 5.62% por encima con respecto al patrón de los 7, 14 y 28 días.

Sin embargo, la presente investigación en los ensayos a la compresión de las probetas cilíndricas de la muestra experimental de 2.5%, 3.5% y 5% a una edad de 28 días. Se obtuvo una resistencia a la compresión de 265.00 kg/cm<sup>2</sup>, 254.67 kg/cm<sup>2</sup> y 255.67 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

Según Carrillo & Rojas (2017) en su investigación titulada: “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón  $F_c = 210/cm^2$  y un concreto reemplazado en porcentaje de 1,2, 3 y 4% con dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de la cantera de Vicho y Conyac.

La presente tesis de investigación tiene como objetivo principal hacer un análisis comparativo de un concreto patrón  $F_c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> y un concreto adicionando con fibras de acero Dramix 3D, en la resistencia del concreto tanto a compresión y flexión.



De la misma manera se consideró la influencia de estas fibras de acero en la consistencia del concreto, estudiada a través del cono de Abrams. Los resultados obtenidos con la inclusión de fibras de acero Dramix 3D al 2%, presentaron un mejor comportamiento a compresión para 28 días de curado, y la inclusión de fibras de acero Dramix 3D al 3%, presentaron un mejor comportamiento a flexión para 28 días. En conclusión, el remplazo en 2% y 3% con fibras de acero Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, dan como resultado un mejor comportamiento a compresión y flexión del concreto, logrando obtener una resistencia a flexión de 56.67 kg/cm<sup>2</sup>, siendo esta la más representativa

Se determina la presente investigación realizando los ensayos la compresión de las probetas cilíndricas del grupo experimental 2.5% a una edad de 28 días, según norma ASTM C39. Utilizando una prensa hidráulica de capacidad de 1112 KN. Y se obtuvo una resistencia a la flexión de 51.53 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto, se logra el objetivo deseado de la presente investigación.

De acuerdo a la investigación realizada por Ortiz & Gutiérrez (2020), presenta una investigación a la abrasión al espécimen de la muestra experimental “C2” a los 28 días, por método de gradación “A”, con la máquina de los ángeles a 500 revoluciones y se obtuvo un desgaste de 12%, estando dentro de los parámetros que ameritan la NTP, mientras

Se resuelve la presente investigación de la resistencia a la abrasión de la probeta del grupo experimental del 2.5%, ensayado en la Máquina de desgaste de los Ángeles, según la norma ASTM C 131, por el método de gradación tipo A, utilizando 12 espera de acero a una revolución de 500, obteniendo como resultado del 12% con respecto al patrón.

## 4.2. CONCLUSIONES

Al determinar la influencia en la resistencia a la compresión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo, concluimos estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que, no existe evidencia suficiente para afirmar que hubo una mejora significativa de la resistencia a la compresión del grupo experimental al reforzar la mezcla de concreto con el 5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados.

Al determinar la influencia en la resistencia a la flexión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo, concluimos estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que, si existe evidencia suficiente para afirmar que hubo una mejora significativa de la resistencia a la flexión del grupo experimental al reforzar la mezcla de concreto con el 2.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados.

Al determinar la influencia de abrasión, un diseño de mezcla para concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, utilizando las fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados como refuerzo, concluimos estadísticamente con un nivel de significancia del 5% que, no existe evidencia suficiente para afirmar que hubo una mejora significativa de abrasión del grupo experimental al reforzar la mezcla de concreto con el 2.5% de fibras de vidrio y polvillo de acero reciclados.

## REFERENCIAS

BEKAERT. (s.f.). *Fibras de acero Dramix® 3D para refuerzo de hormigón*. Obtenido de

<http://www.bekaert.com/es-MX/productos/construccion/refuerzo-de-hormigon/fibras-de-acero-dramix-3d-para-refuerzo-de-hormigon>

Fernandez Canovas, M. (1981). *Hormigones Reforzados con Fibras de Acero*. Madrid.

MACAFFERI. (2007). *Fibras como Elemento Estructural para el Refuerzo del Hormigón*.

Brasilia.

Pasquel, E. (1998). *Tópicos de la Tecnología de Concreto*. Lima: Colegio de Ingenieros del

Perú.

Wight, J., & MacGregor, J. (2011). *Reinforced Concrete. Mechanics and design*. New Jersey:

Pearson.

Abdullah M. y Jallo E. (2011). “Mechanical Properties of Glass Fiber Reinforced Concrete”.

Department of Civil Engineering. University of Mosul.

Designs, A. B. (s.f.). *Hormigón Reforzado con Fibras de Acero*.

Visalvanich, K. a. (1983). Fracture Model for Fiber Reinforced Concrete. *ACI Journal*, 128-

138.

SHAMIM A. - Performance of concrete structures retrofitted with fibre reinforced polymers.

Engineering Structures, #24, 869-879, 2002.

ACI, Fiber Reinforced Concrete, Publicación SP-44, Detroit, (1982).

BELTRÁN L., “Hormigón reforzado con fibras de polipropileno”, Tesis de Grado de la

Escuela Politécnica Nacional, pp. 6, 12, 14, 39, 62, Quito, (1986).

CAMANIERO, R., “Dosificación de Mezclas”, p. 48, Quito, (2006).

HANNANT, L., (1994), “Fiber – Reinforced Cements and Concrets”. En: ILLSTON, J.,

“Materiales de Construcción; su naturaleza y problemas”, p. 359, Londres, (2002).

TAYLOR, G., “Materials in Construction”, p. 284, Londres, Segunda Edición, (1994).

Castiblanco C. D. y Carrero L. A. (2015). “Estudio Teórico y Experimental del

Comportamiento del Hormigón con Materiales no Convencionales: Fibras de vidrio y

Fibras de carbono, Sometido a Esfuerzos de Compresión”. Universidad Católica de

Colombia. Bogotá.

Gowri R. Angeline M. (2013). “Effect of glass wool fibres on mechanical properties of

concrete”. Department of Civil Engineering. India.

Muñoz C. J. 2007. Comportamiento mecánico del hormigón reforzado con fibra de vidrio.

Tesis de grado. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la

Ingeniería.

Zapata Sierra J. A y Arango Córdoba S. (2013). “Influencia de la Fibra de Vidrio en las

Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto”. Universidad EAFIT, Colombia.

## ANEXOS: Certificados de Laboratorio y Fichas Técnicas

### ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO FINO

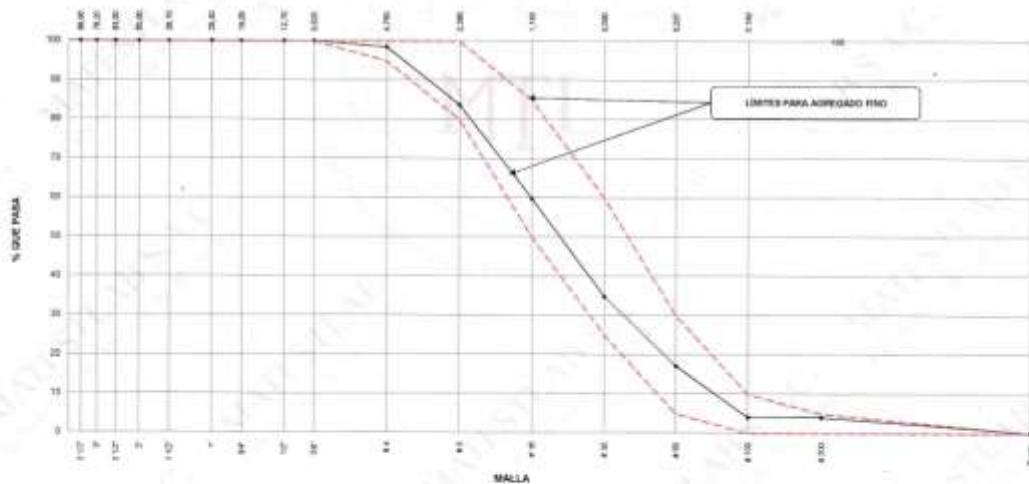
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO  $f_c = 210$  KG/CM<sup>2</sup>. LIMA 2020. REGISTRO N°: 2020 - TS3 - 010

SOLICITANTE : JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS  
 CÓDIGO DE PROYECTO :  
 UBICACIÓN DE PROYECTO : Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.  
 FECHA DE EMISIÓN : 09/03/2020  
 REALIZADO POR : J. Escobedo  
 REVISADO POR : H. Flores  
 FECHA DE VACIADO : 09/03/2020  
 TURNO : Diurno

Código de Muestra : M1  
 Lote :  
 N° de Muestra :  
 Progresiva :

AGREGADO FINO ASTM C33 - ARENA GRUESA							CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Paso Acum.	ASTM "M S.P."	ASTM "M S.P."	Propiedad	Valor
2"	187.82 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	P. Especific. de Masa Seca (kg/m <sup>3</sup> )	2570.000
3/4"	95.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	P. Especific. de Masa 300 (kg/m <sup>3</sup> )	2600.000
2"	75.20 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	P. Especific. de Masa Apagada (kg/m <sup>3</sup> )	2750.000
3/4"	95.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	P. Uniforme Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1640
2"	95.40 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	P. Uniforme Suavizado (kg/m <sup>3</sup> )	1570
1/4"	38.10 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	Abrasión (%)	1.83
3/8"	47.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	Contenido de Humedad (%)	2.98
1/2"	63.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	Módulo de Fibra	0.00
3/8"	47.50 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00	% + Malla # 200 (0.075 mm)	0.04
# 4	4.75 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		
# 8	2.36 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		
# 16	1.18 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		
# 30	0.60 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		
# 60	0.30 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		
# 100	0.15 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		
# 200	0.075 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		
Fondo	0.075 mm	0.0	0.00	0.00	100.00	100.00		

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



MATESTLAB S.A.C.		
REALIZADO POR	REVISADO POR	AUTORIZADO POR
Nombre y Firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> <small>Laboratorio de Ensayo de Materiales</small>	Nombre y Firma:  <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	Nombre y Firma:  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC: 20007736972 <b>NICOLLE CAMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

**ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGREGADO GRUESO**

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO  $f_c = 210$  KG/CM<sup>2</sup>. LIMA 2020. REGISTRO N°: 2020 - TS3 - 010

SOLICITANTE: JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS. REALIZADO POR: J. Escobedo

CÓDIGO DE PROYECTO: --- REVISADO POR: H.Flores

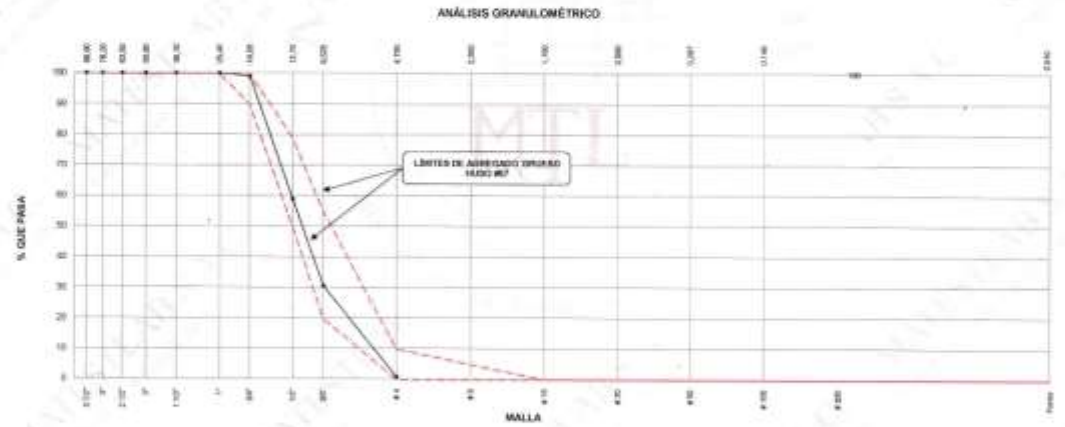
UBICACIÓN DE PROYECTO: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C. FECHA DE VACIADO: 09/03/2020

FECHA DE EMISIÓN: 09/03/2020. TURNO: Diurno

Código de Muestra: ---  
 Lote: ---  
 N° de Muestra: ---  
 Progresiva: ---

AGREGADO GRUESO ASTM C33 MUESTRA # 07						
Malla	Peso Ret. (g)	Peso Ret. (%)	Peso Ret. Acum. (%)	% Pasa Acum.	ASTM 75 μm (0.075")	ASTM 150 μm (0.150")
#4	101.80	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#10	66.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#20	38.20	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#40	19.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#60	10.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#80	5.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#100	3.15	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#150	2.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#200	1.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#300	0.60	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#400	0.425	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#500	0.300	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#600	0.250	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#750	0.150	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#1000	0.075	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
#2000	0.075	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
Fondo	0.075	38.2	0.72	100.00	0.00	0.00

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
F. Densid. de Masa Seca (kg/m <sup>3</sup> )	2700.000
F. Densid. de Masa Húmeda (kg/m <sup>3</sup> )	3000.000
F. Densid. de Masa Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	2800.000
F. Límite Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1817
F. Límite Suavizado (kg/m <sup>3</sup> )	1817
Absorción (%)	0.88
Tamaño Máximo	1"
Tamaño Máximo Nominal	3/4"
Módulo de Fibra	6.86
% de Malla #200 (0.75 mm)	0.72
Contenido de Humedad (%)	5.80



<b>MATESTLAB S.A.C.</b>		
REALIZADO POR 	VERIFICADO POR <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	AUTORIZADO POR  <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20004738572 <b>NICOLE OUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	: 2020 - TS3 - 011
SOLICITANTE	: JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	: 12/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 09/03/2020	TURNO	: Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F <sub>c</sub> de diseño:	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento:	: 3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla:	: <b>PATRON</b>

### 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R<sub>a/c</sub> = 0,56

### 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

### 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2,0%

### 4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2700 kg/m <sup>3</sup>	1,80%	0,56%	6,66	1517	1677	3/4
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	2,50%	1,83%	3,03	1570	1840	

### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

### EQUIPO UTILIZADO

EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A1B-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-136	23/01/2020	CDR-A1B-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-135	24/01/2020	CDR-A1B-342
Horno digital Termocupi 19L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A1B-343

### MATESTLAB SAC

REVISADO LEM	JEFE LEM	COO - LEM
 	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 <b>MATESTLAB S.A.C</b> RUC 2080738572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL



Mz. A Lt. 24 Urb. Mayorazgo Naranjal  
2da etapa, 15023, San Martín de Porres



948650513  
912462558



informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - 153 - 011
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	12/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	04/03/2020	TURNO	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F <sub>c</sub> de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: ADREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	<b>PATRON</b>

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA	9. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
F <sub>or</sub> = 284	Cemento = 366 kg
2. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. FACTOR CEMENTO
R <sub>ac</sub> = 0.56	Bolsas x m <sup>3</sup> = 8.6 Bolsas
3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA	
Agua = 205 L	
4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO	
Aire = 2.0%	

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FINEZA	# U. SUELTO	TM
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1162 m <sup>3</sup>					
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2050 m <sup>3</sup>					
Aire	---	0.0200 m <sup>3</sup>					
Agregado grueso	2780 kg/m <sup>3</sup>	---	1.80%	0.56%	5.06	1517	24
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	---	2.50%	1.83%	3.03	1570	---
Volumen de pasta		0.3412 m <sup>3</sup>					
Volumen de agregados		0.6588 m <sup>3</sup>					

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS	11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA: <b>0.65</b>
Agregado grueso = 0.3819 m <sup>3</sup> = 1068 kg	Cemento SOL Tipo 1 = 18,30357
Agregado fino = 0.2966 m <sup>3</sup> = 763 kg	Agua = 9,370588
9. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD	Agregado grueso = 91,21958
Agregado grueso = 1024 kg	Agregado fino = 39,08812
Agregado fino = 782 kg	Slump Obtenido = 3"
10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD	12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA
Agua = 187 L	CEM : A.F. : A.G. : AGUA
	1 : 2.1 : 2.8 : 21.8 L / bolsa

OBSERVACIONES:  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC.

MATESTLAB S.A.C.			
 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	Nombre y Firma:  HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y Firma:  MATESTLAB S.A.C. RUC: 2000728572 NICOLIE CAMPA BARRETO GERENTE GENERAL	



## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - TS3 - 012
SOLICITANTE	JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	12/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	12/03/2020	TURNO	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	$f_c$ de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	2,5 % F.V - V.A

- |  |  |
|--|--|
| 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R/a <sup>c</sup> = 0,56  | 5. PORCENTAJE DE FIBRA DE VIDRIO RECICLADA<br>Porcentaje de fibra = 1,25%    |
| 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 205 L | 6. PORCENTAJE DE POLVILLO DE ACERO RECICLADA<br>Porcentaje de viruta = 1,25% |
| 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 2,0%          |  |

#### 4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2700 kg/m <sup>3</sup>	1,80%	0,56%	6,66	1517	1677	3/4
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	2,50%	1,83%	3,03	1570	1640	

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-130	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A18-342
Horno digital Tentocup 196L @ 300°C	ING-088	24/01/2020	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM		JEFE DE LAB		CODIC - LEM	
Nombre y Firma	D	Nombre y Firma	D	Nombre y Firma	D
					
		HENRY W. SANTISO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C RUC 20604730572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - TS3 - 012
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	13/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	12/03/2020	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F <sub>c</sub> de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	AGREGADOS DE FERRERERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	2,5 % F.V - V.A

- |   |   |
|---|---|
| 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA<br>F <sub>cd</sub> = 294 | 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO<br>Cemento = 386 kg                            |
| 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R/a/c = 0,56                          | 6. FACTOR CEMENTO<br>Bolsas x m <sup>3</sup> = 8,5 Bolsas                           |
| 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 205 L              | 7. CÁLCULO DE FIBRA DE VIDRIO RECICLADA<br>4,98 kg x m <sup>3</sup> = 1,25% / Ota   |
| 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 2,0%                       | 8. CÁLCULO DE POLVILLO DE ACERO RECICLADA<br>4,98 kg x m <sup>3</sup> = 1,25% / Ota |

9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1162 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,2050 m <sup>3</sup>
Aire	—	0,0200 m <sup>3</sup>
Volumen de pasta = 0,3412 m <sup>3</sup>		
Volumen de agregados = 0,6688 m <sup>3</sup>		

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MOD. FINEZA	P. U. SUELTO	TM		
Agregado grueso	2780 kg/m <sup>3</sup>	—	1,80%	0,50%	6,66	1617	344
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	—	2,50%	1,83%	3,03	1070	

- |  |  |
|--|--|
| 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS<br>Agregado grueso = 0,3659 m <sup>3</sup> = 1006 kg<br>Agregado fino = 0,2988 m <sup>3</sup> = 763 kg | 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0,050 m <sup>3</sup><br>Cemento SOL Tipo 1 = 18,30 kg<br>Agua = 9,37 L<br>Agregado grueso = 51,22 kg<br>Agregado fino = 26,10 kg<br>Slump Obtenido = 4"<br>Fibra de vidrio reciclada = 0,229 kg<br>Polvillo de acero reciclado = 0,229 kg |
| 11. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD<br>Agregado grueso = 1024 kg<br>Agregado fino = 782 kg                         | 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA<br>CEM A.F. A.G. AGUA<br>1 : 2,1 : 2,8 : 21,8 L/bolsa  |
| 12. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD<br>Agua = 197 L  |  |

OBSERVACIONES  
 \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante  
 \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC					
TECNICO UEM	D	REVISADO	E	UDC-UEM	E
Nombre y Firma		Nombre y Firma		Nombre y Firma	
		HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C. RUC 20604738872 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	: INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	: 2020 - TS3 - 013
SOLICITANTE	: JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	: J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	REVISADO POR	: H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	: Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	: 12/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	: 12/03/2020	TURNO	: Diurno

Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F' c de diseño	: 210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGAGOS DE FERRETERIA	Asentamiento	: 3" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	: 3,5 % F.V - V.A

- |  |  |
|--|--|
| 1. RELACIÓN AGUA CEMENTO<br>R a/c = 0,56             | 5. PORCENTAJE DE FIBRA DE VIDRIO RECICLADA<br>Porcentaje de fibra : 1,75%    |
| 2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA<br>Agua = 205 L | 6. PORCENTAJE DE POLVILLO DE ACERO RECICLADO<br>Porcentaje de viruta : 1,75% |
| 3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO<br>Aire = 2,0%          |  |

#### 4. DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	---						
		HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMN
Agregado grueso	2790 kg/m <sup>3</sup>	1,80%	0,56%	6,66	1517	1677	3/4
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	2,50%	1,83%	3,03	1570	1840	

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A18-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A18-342
Horno digital Termocup 196L 0" a 300°C	ING-096	24/01/2020	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D.	ING. LEM	ING. LEM
Nombre y firma	M.	Nombre y firma	M.
 MATESTLAB SAC Laboratorio de Ensayo de Materiales		 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC: 20204738572 NICOLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

### DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - T93 - 013
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	12/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	12/03/2020	TURNO	Diurno
Agregado	: Ag. Grueso / Ag. Fino	F <sub>c</sub> de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	: AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	2" - 4"
Cemento	: Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	3,5 % F.V - V.A

#### 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$f'_{cr} = 294$

#### 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{ac} = 0,56$

#### 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 209 L

#### 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2,0%

#### 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 360 kg

#### 6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m<sup>3</sup> = 8,6 Bolsas

#### 7. CÁLCULO DE FIBRA DE VIDRIO RECICLADO

6,41 kg x m<sup>3</sup> = 1,75% / Cto

#### 8. CÁLCULO DE POLVILLO DE ACERO RECICLADO

6,41 kg x m<sup>3</sup> = 1,75% / Cto

#### 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0,1162 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0,2090 m <sup>3</sup>
Aire	---	0,0200 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	2780 kg/m <sup>3</sup>	---
Agregado fino	2670 kg/m <sup>3</sup>	---
Volumen de pasta		0,3412 m <sup>3</sup>
Volumen de agregados		0,8888 m <sup>3</sup>

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FREZA	P. U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1,80%	0,56%	6,56	1517	3/4
Agregado fino	2,50%	1,83%	3,03	1570	-

#### 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0,3612 m<sup>3</sup> = 1006 kg

Agregado fino = 0,2968 m<sup>3</sup> = 793 kg

#### 11. PESO HUMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 1024 kg

Agregado fino 782 kg

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

Agua 187 L

#### 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

Cemento SOL Tipo 1	16,90 kg
Agua	9,37 L
Agregado grueso	51,22 kg
Agregado fino	39,10 kg
Slump Obtenido	3 1/2"
Fibra de vidrio reciclado	0,320 kg
Polvillo de acero reciclado	0,320 kg

#### 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM	A.F.	A.G.	AGUA
1	2,1	2,8	21,8 L / bolsa

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

MATESTLAB SAC			
TEORICO LEM	D	CIUDAD	CCC - UPR
Muestras y Fotos	M	Muestras y Fotos	M
	A	 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20060736572 NICOLÁS CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020	REGISTRO N°:	2020 - TS3 - 014
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	—	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	12/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	12/03/2020	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	$f_c$ de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	5% F.V - V.A

1. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R/a/c = 0,56

5. PORCENTAJE DE FIBRA DE VIDRIO RECICLADO

Porcentaje de fibra = 2,5%

2. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

6. PORCENTAJE DE POLVILLO DE ACERO RECICLADO

Porcentaje de viruta = 2,5%

3. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2,0%

4. DATOS DE LABORATORIO


INSUMO	PESO ESPECÍFICO						
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>						
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>						
Aire	—						
		HUMEDAD	ABS	MF	PJS	PJC	TMN
Agregado grueso	2780 kg/m <sup>3</sup>	1,80%	0,56%	6,66	1517	1677	34
Agregado fino	2570 kg/m <sup>3</sup>	2,50%	1,83%	3,03	1570	1840	

OBSERVACIONES

- \* Muestras provistas e identificadas por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

Balanza digital Ohaus 6000g x 0,1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A18-325
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A18-330
Balanza digital Bartorius 2500g x 0,01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A18-342
Horno digital Thermocup 198L 0° a 300°C	ING-058	24/01/2020	CDR-A18-343

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D	ING. LEM	DOC - LEM
 Nombre y firma:		 Nombre y firma: <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 Nombre y firma: <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20804736872 <b>NICOLE COMPAÑ BARRETO</b> GERENTE GENERAL

 Mz. A Lt. 24 Urb. Mayorazgo Naranjal  
2da etapa, 15023, San Martín de Porres

 948650513  
912462558

 informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

## DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°:	2020 - 1523 - 014
SOLICITANTE	JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE VACIADO	12/03/2020
FECHA DE EMISIÓN	12/03/2020	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	F <sub>o</sub> de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	5 % F.V - V.A.

### 1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

$F'_{cr} = 294$

### 2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

$R_{alc} = 0.58$

### 3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 205 L

### 4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aire = 2.0%

### 5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 395 kg

### 6. FACTOR CEMENTO

Bolsas x m<sup>3</sup> = 8.5 Bolsas

### 7. CÁLCULO DE FIBRA DE VIDRIO RECICLADO

9.15 kg x m<sup>3</sup> = 2.5% / C<sub>0</sub>

### 8. CÁLCULO DE POLVILLO DE ACERO RECICLADO

9.15 kg x m<sup>3</sup> = 2.5% / C<sub>0</sub>

### 9. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m <sup>3</sup>	0.1152 m <sup>3</sup>
Agua	1000 kg/m <sup>3</sup>	0.2050 m <sup>3</sup>
Aire	---	0.0200 m <sup>3</sup>

	HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. PNEZA	F.U. SUELTO	TM
Agregado grueso	1.80%	0.56%	6.66	1517	3M
Agregado fino	2.50%	1.83%	3.03	1570	

Volumen de pasta 0.3412 m<sup>3</sup>  
Volumen de agregados 0.6588 m<sup>3</sup>

### 10. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0.3810 m<sup>3</sup> = 1006 kg

Agregado fino = 0.2968 m<sup>3</sup> = 783 kg

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

Agregado grueso 1024 kg

Agregado fino 793 kg

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

Agua 187 L

### 13. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA 0.050 m<sup>3</sup>

Cemento SOL Tipo 1 18.30 kg

Agua 9.37 L

Agregado grueso 51.22 kg

Agregado fino 38.10 kg

Slump Criterio 3 1/2"

Fibra de vidrio reciclado 0.46 kg

Polvillo de acero reciclado 0.46 kg

### 14. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM : A.F. : A.G. : AGUA

1 : 2.1 : 2.5 : 21.8 L / bolsa

### OBSERVACIONES:

\* Muestras provistas e identificadas por el solicitante

\* Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB SAC

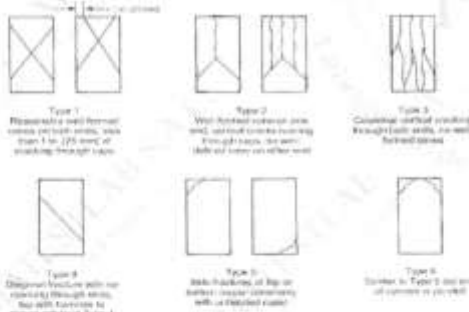
MATESTLAB SAC			
TECHNICAL	DR.	DATE	100-128
Nombre y Firma		Nombre y Firma	
			
		<b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL R.M. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	
			
		<b>MATESTLAB S.A.C.</b> SECC. 20004700572 <b>NICOLLE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL	

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - T80 - 018
SOLICITANTE	JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	13/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	13/01/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Peso 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	% $f_c$
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	186 kg/cm <sup>2</sup>	90,2
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	190 kg/cm <sup>2</sup>	90,5
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	196 kg/cm <sup>2</sup>	93,2
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	235 kg/cm <sup>2</sup>	112,0
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	241 kg/cm <sup>2</sup>	114,9
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	238 kg/cm <sup>2</sup>	113,7
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	199 kg/cm <sup>2</sup>	95,0
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	216 kg/cm <sup>2</sup>	103,7
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	214 kg/cm <sup>2</sup>	101,9
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	221 kg/cm <sup>2</sup>	105,1
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	213 kg/cm <sup>2</sup>	101,4
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	13/01/2020	7 días	1,98	214 kg/cm <sup>2</sup>	102,1



8.2 If the specimen length to diameter ratio is 1.75 or less, correct the results obtained in 8.1 by multiplying by the appropriate correction factor shown in the following table Note 13.

Ratio	1.75	1.50	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.94	0.97

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

Specimen Size	Coefficient of Variation <sup>a</sup>		Acceptable Range <sup>b</sup> of Individual Cylinder Strengths	
	2 cylinders	3 cylinders	2 cylinders	3 cylinders
8 by 16 in. (196 kg 305 mm)	2.4 %	2.0 %	8.0 %	7.0 %
4 by 8 in. (196 kg 305 mm)	2.0 %	1.5 %	8.0 %	6.0 %
4 by 8 in. (196 kg 305 mm)	3.0 %	2.0 %	8.0 %	10.0 %

**OBSERVACIONES:**

- Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- Los muestros cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC	
TÉCNICO LIA	SA	SA	SA
 HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL		

Mz. A Lt. 24 Urb. Mayerazgo Naranjal  
2da etapa, 15023, San Martín de Porres

948650513  
912462558

informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN D PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> LIMA 2020	REGISTRO N°	2020 - T83 - 015
SOLICITANTE	JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAG	FECHA DE ENSAYO	13/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	13/01/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F <sub>c</sub> de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

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

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTURA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 01 DISEÑO PATRÓN $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	15180	3
PROBETA N° 02 DISEÑO PATRÓN $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	15238	3
PROBETA N° 03 DISEÑO PATRÓN $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	15675	3
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	18844	4
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	19333	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	19125	3
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	15878	3
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	17442	2
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	17137	3
PROBETA N° 01 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	17880	4
PROBETA N° 02 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	17068	3
PROBETA N° 03 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	09/01/2020	13/01/2020	7	10.1	20	17182	4

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAG.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzos.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 5000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A20-336
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A20-342
Horno digital Termocup 196L 0" a 300°C	ING-068	24/01/2020	CDR-A20-343

MATESTLAB SAG			
REQUISICION	II	JEFE LÍNEA	III - 1798
	 <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2060473872 NICOLÁS CLUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>	

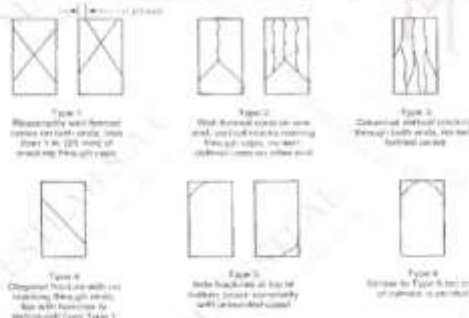


**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - 783 - 010
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	20/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	20/01/2020	TURNO	Díaño
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Po 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	% $f_c$
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	207 kg/cm <sup>2</sup>	98.5
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	207 kg/cm <sup>2</sup>	98.4
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	210 kg/cm <sup>2</sup>	99.9
PROBETA N° 07 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	250 kg/cm <sup>2</sup>	119.0
PROBETA N° 08 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	256 kg/cm <sup>2</sup>	122.1
PROBETA N° 09 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	252 kg/cm <sup>2</sup>	119.9
PROBETA N° 10 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	242 kg/cm <sup>2</sup>	115.1
PROBETA N° 11 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	243 kg/cm <sup>2</sup>	115.9
PROBETA N° 12 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	243 kg/cm <sup>2</sup>	115.5
PROBETA N° 13 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	238 kg/cm <sup>2</sup>	113.3
PROBETA N° 14 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	249 kg/cm <sup>2</sup>	118.7
PROBETA N° 15 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 9% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14 días	2.00	245 kg/cm <sup>2</sup>	116.8



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 1):

Ratio	1.75	1.80	1.85	1.90
Factor	0.98	0.99	1.00	1.01

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

**Fonte: ASTM C39**

L/D Ratio	Coefficient of Variation*	Acceptable Range <sup>†</sup> of Individual Cylinder Strengths, $f_c$ (psi)	
		2.0 to 3.0	3.0 to 4.0
1.75 to 2.00	2.0%	6.0%	7.0%
2.00 to 3.00	2.0%	6.0%	6.5%
3.00 to 4.00	2.0%	6.0%	6.0%

**Fonte: ASTM C39**

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- † Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC			
<p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales</p>	<p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b></p>	<p><b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 2090426572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>	

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> , LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - TS3 - 016
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H.Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	20/01/2020
FECHA DE EMISIÓN	20/01/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
F'c de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO**

**ASTM C39**

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTIMA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 04 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	16245	4
PROBETA N° 05 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	16230	3
PROBETA N° 06 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	16465	4
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	19628	6
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	20144	6
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	19760	6
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	18962	3
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	19111	6
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	19057	3
PROBETA N° 04 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	18666	2
PROBETA N° 05 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	18591	6
PROBETA N° 06 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	20/01/2020	14	10	20	19271	6

**OBSERVACIONES**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

**EQUIPO UTILIZADO**

EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 5000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-136	23/01/2020	CDR-A20-330
Balanza digital Sartorius 2000g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A20-342
Horno digital Thermocup 196L, 0° a 300°C	ING-096	24/01/2020	CDR-A20-343

**MATESTLAB SAC**

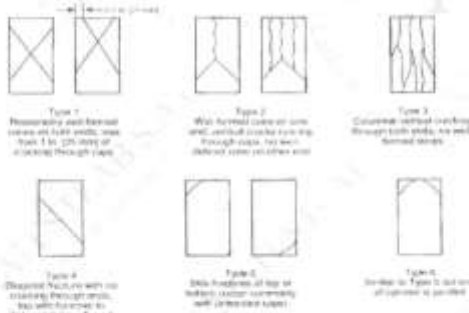
	 <p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	 <p>MATESTLAB S.A.C RUC 20604730976 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>
---	---	---

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	300 - 193 - 017
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN   ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENVÍO	03/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	03/02/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fz 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° 10 DISEÑO PATRON Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	262 kg/cm <sup>2</sup>	134,3
PROBETA N° 11 DISEÑO PATRON Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	282 kg/cm <sup>2</sup>	134,5
PROBETA N° 12 DISEÑO PATRON Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	261 kg/cm <sup>2</sup>	133,7
PROBETA N° 13 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,0% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	251 kg/cm <sup>2</sup>	119,4
PROBETA N° 14 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,0% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	278 kg/cm <sup>2</sup>	132,9
PROBETA N° 15 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2,0% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	268 kg/cm <sup>2</sup>	127,7
PROBETA N° 16 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,0% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	256 kg/cm <sup>2</sup>	121,7
PROBETA N° 17 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,0% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	255 kg/cm <sup>2</sup>	121,7
PROBETA N° 18 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3,0% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	253 kg/cm <sup>2</sup>	120,7
PROBETA N° 19 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	265 kg/cm <sup>2</sup>	126,2
PROBETA N° 20 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	245 kg/cm <sup>2</sup>	116,5
PROBETA N° 21 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% Fz = 210 kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28 días	2,00	257 kg/cm <sup>2</sup>	122,2



8.2 If the specimen height 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 33.

L/D	1.75	1.60	1.50	1.00
Factor	0.86	0.96	0.95	0.97

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

Source: ASTM C39

Height to Diameter Ratio	Coefficient of Variation*	Acceptable Range <sup>†</sup> of Individual Specimen Strengths (3 specimens)
1.75 to 2.00 (max)	3.5%	6.6%
1.50 to 1.75 (max)	3.0%	6.6%
1.25 to 1.50 (max)	2.5%	6.6%

Source: ASTM C39

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo

MATESTLAB SAC		MATESTLAB SAC	
<p><b>MATESTLAB SAC</b> Laboratory of Ensayo de Materiales</p>	<p>HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.</p>	<p><b>MATESTLAB S.A.C</b> RUC 20104736572</p> <p>NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL</p>	

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE HORMIGÓN**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - TS3 - 017
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYEC	---	REVISADO POR	H Flores
UBICACIÓN DE PROY	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	03/02/2020
FECHA DE EMISIÓN	03/02/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 4" x 8"		
Fc de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN CONCRETO ENDURECIDO

ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	DIÁMETRO	ALTIMA	FUERZA MÁXIMA	TIPO DE FALLA
PROBETA N° 10 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	22145	4
PROBETA N° 11 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	22180	3
PROBETA N° 12 DISEÑO PATRON $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	22055	4
PROBETA N° 10 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	18100	8
PROBETA N° 11 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	21660	6
PROBETA N° 12 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 2.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	21058	6
PROBETA N° 10 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	20078	8
PROBETA N° 11 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	20087	8
PROBETA N° 12 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 3.5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	18903	8
PROBETA N° 10 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	20609	6
PROBETA N° 11 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	16218	8
PROBETA N° 12 DISEÑO FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS 5% $f_c = 210$ kg/cm <sup>2</sup>	06/01/2020	03/02/2020	28	10	20	20196	8

OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzos

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 5000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A20-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A20-342
Horno digital Temcoop 196L 0° a 300°C	ING-028	24/01/2020	CDR-A20-343

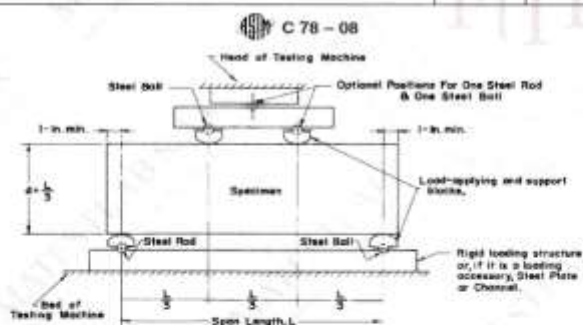
MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D:	CCO - LEM	D:
 Nombre y firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	M	 Nombre y firma: NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	M

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO**

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> LIMA 2020	REGISTRO N°	2020 - T53 - 019
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DEL PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	09/04/2020
FECHA DE EMISIÓN	09/04/2020	TURNOS	Diurno
Tipo de muestra	Diseño Patrón / Diseño 2.5% Fibra vidrio / Diseño 3.5% Fibra vidrio / Diseño 5% Fibra vidrio		
Presentación	Prismas de concreto endurecido		
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
Concreto Patrón	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	42,22 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Patrón	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	41,20 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto Patrón	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	41,40 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	51,00 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	51,60 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	52,00 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 3.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	37,00 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 3.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	38,70 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 3.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	38,00 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	35,00 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	34,10 kg/cm <sup>2</sup>
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28 días	TERCIO CENTRAL	45,0	33,00 kg/cm <sup>2</sup>



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	CCC-LEM
Nombre y firma	M	Nombre y firma	M
 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> Laboratorio de Ensayo de Materiales	A	 <b>HENRY W. SANTIAGO FLORES</b> INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 <b>MATESTLAB S.A.C.</b>	 <b>MATESTLAB S.A.C.</b> RUC 20609738872 <b>NICOLZE CUMPA BARRETO</b> GERENTE GENERAL

### MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ROTURA DEL HORMIGÓN - CONCRETO

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - TSC - 019
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	09/04/2020
FECHA DE EMISIÓN	09/04/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Diseño Patrón / Diseño 2.5% Fibra vidrio / Diseño 3.5% Fibra vidrio / Diseño 5% Fibra vidrio		
Presentación	Prismas de concreto endurecido		
Fc de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

#### RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO ENDURECIDO ASTM C78

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VENCIMIENTO	FECHA DE ROTURA	EDAD	ALTURA	ANCHO	FUERZA MÁXIMA	UBICACIÓN DE FALLA
Concreto Patrón	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	3235	TERCIO CENTRAL
Concreto Patrón	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	2152	TERCIO CENTRAL
Concreto Patrón	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	3188	TERCIO CENTRAL
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	3602	TERCIO CENTRAL
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	3548	TERCIO CENTRAL
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	3079	TERCIO CENTRAL
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	2831	TERCIO CENTRAL
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	2888	TERCIO CENTRAL
Concreto 2.5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	3755	TERCIO CENTRAL
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	2878	TERCIO CENTRAL
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	2609	TERCIO CENTRAL
Concreto 5 % Fibra de vidrio reciclado y viruta de acero reciclada	12/03/2020	09/04/2020	28	15,1	15,1	2525	TERCIO CENTRAL

#### OBSERVACIONES:

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB S.A.C.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

MTL

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A20-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A20-342
Horno digital Thermocup 196L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A20-343

MATESTLAB S.A.C.			
TECNOLOGO	JEFE DE LABORATORIO	COORDINADOR	OTRO
Nombre y Firma: 	Nombre y Firma: HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	Nombre y Firma: MATESTLAB S.A.C. RUC 20604730572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

### DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020	REGISTRO N°	2020 - TS3 - 018
SOLICITANTE	JUAN CALDERON HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE ENSAYO	09/04/2020
FECHA DE EMISIÓN	09/04/2020	TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Diseño Patron - Diseño 2.5% fibra de vidrio y polvillo de acero.		
Presentación	Probetas de concreto endurecido.		
$f_c$ de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

#### DATOS DE PROBETA 2.5% DE FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO

P1	P500	ABRASION
5589.0	5766	12

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	12%

#### DATOS DE PROBETA PATRON

P1	P500	ABRASION
7252.0	6980	4

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	4%

#### OBSERVACIONES

- \* Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB S.A.C.
- \* Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

MTL

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 5000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A20-330
Balanza digital Kernius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A20-342
Horno digital Termocup 198L 0° a 300°C	ING-088	24/01/2020	CDR-A20-343

MATESTLAB S.A.C.					
TECNICO-LEM	D1	TECNICO-LEM	D1	DOC-LEM	D1
Nombre y Firma	SE	Nombre y Firma	SE	Nombre y Firma	SE
					
		HENRY Y. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.		MATESTLAB S.A.C. RUC 20006738872 NICOLE COMPA BARRETO GERENTE GENERAL	

### DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°:	2020 - TS3 - 018
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	09/04/2020
FECHA DE EMISIÓN		TURNO	Diurno
Tipo de muestra	Diseño Patron - Diseño 3,5% fibra de vidrio y polvillo de acero.		
Presentación	Probetas de concreto endurecido		
F <sub>c</sub> de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

#### DATOS DE PROBETA 3,5% DE FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO.

P	P500	ABRASION
6085,0	5388	15

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	15%

#### DATOS DE PROBETA PATRON

P	P500	ABRASION
7252,0	5388	4

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	4%

#### OBSERVACIONES

Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.  
Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 5000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 15000g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A20-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A20-342
Horno digital Thermcup 195L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A20-343

MATESTLAB SAC					
TECNICO LEM		Jefe LEM		JOC LEM	
Nombre y Firma	D	Nombre y Firma	D	Nombre y Firma	D
	M		M		M
		HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	A	MATESTLAB S.A.C. RUC 20904730572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL	C



### DESGASTE POR ABRASIÓN ASTM C131/C131M-14

PROYECTO	INFLUENCIA DE LA FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO RECICLADOS EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, FLEXIÓN Y ABRASIÓN DEL CONCRETO $f_c = 210$ KG/CM <sup>2</sup> . LIMA 2020.	REGISTRO N°	2020 - TS3 - 018
SOLICITANTE	JUAN CALDERÓN HUAMAN / ROBERT RONALD GUTIERREZ BLAS	REALIZADO POR	J. Escobedo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB SAC	FECHA DE ENSAYO	09/04/2020
FECHA DE EMISIÓN	09/04/2020	TURNO	Duano
Tipo de muestra	Diseño Patron - Diseño 5% fibra de vidrio y polvillo de acero		
Presentación	Probetas de concreto endurecido		
$f_c$ de diseño	210 kg/cm <sup>2</sup>		

#### DATOS DE PROBETA 5.0% DE FIBRA DE VIDRIO Y POLVILLO DE ACERO.

PI	P500	ABRASION
6589.0	5383	18

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	18%

#### DATOS DE PROBETA PATRON

PI	P500	ABRASION
7252.0	8560	4

DETALLE	RESULTADO
Abrasión	4%

#### OBSERVACIONES

Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB SAC.  
Las muestras cumplen con las dimensiones dadas en la norma de ensayo.

MTL

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 6000g x 0.1g	ING-132	23/01/2020	CDR-A20-329
Balanza digital Ohaus 1500g x 1g	ING-138	23/01/2020	CDR-A20-330
Balanza digital Sartorius 2500g x 0.01g	ING-139	24/01/2020	CDR-A20-342
Horno digital Thermocup 196L 0° a 300°C	ING-098	24/01/2020	CDR-A20-343

MATESTLAB SAC			
TECNICO LEID	D	JEFE LEID	DOC. LEID
Nombre y Firma	M	Nombre y Firma	M
	A	HENRY W. SANTIAGO FLORES INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 205749 MATESTLAB S.A.C.	MATESTLAB S.A.C. RUC 29904790572 NICOLLE CUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

Mz. A Lt. 24 Urb. Mayorazgo Naranjal  
2da etapa, 15023, San Martín de Porres

948650513  
912462558

informes@laboratoriomatestlab.com  
www.laboratoriomatestlab.com

## AGREGADO FINO

### A. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

DATOS	
1	PESO DE LA MUESTRA SSS + PESO BALON + PESO AGUA
2	PESO DE LA ARENA SSS + PESO BALON
3	PESO DEL AGUA (W=1-2)
4	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO + PESO BALON
5	PESO BALON
6	PESO DE LA ARENA SECADA AL HORNO (A=4-5)
7	VOLUMEN DEL BALON (V=50)

#### Resultados

PESO ESPECIFICO DE MASA	2750
PESO ESPECIFICO DE MASA SSS	2788
PESO ESPECIFICO APARENTE	2858
PORCENTAJE DE ABSORCION(%)	1.4

### f. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FRIO

#### DATOS

1	PESO DE LA TARA	28
2	TARA + MUESTRA HUMEDA	890
3	TARA + MUESTRA SECA	860.05
4	PESO DE MUESTRA SECA	832.06
5	CONTENIDO DE AGUA	29.95

CONTENIDO DE HUMEDAD	3.6
----------------------	-----

### C. PESO UNITARIO AGREGADO FINO

#### DATOS

1	PESO DE MOLDE	6.282
---	---------------	-------

## AGREGADO GRUESO

### B. PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LA GREGADO GRUESO

DATOS	
1	PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO (A)
2	PESO DE LA MUESTRA SSS (8)
3	PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA

#### RESULTADOS

PESO ESPECIFICO DE MASA	2597
PESO ESPECIFICO DE MASA SSS	2613
PESO ESPECIFICO APARENTE	2639
PORCENTAJE DE ABSORCION(%)	0.6

### E. CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

#### DATOS

1	PESO DE LA TARA	42
2	TARA + MUESTRA HUMEDA	1230
3	TARA + MUESTRA SECA	1215
4	PESO DE MUESTRA SECA	1173
5	CONTENIDO DE AGUA	15

#### RESULTADOS

CONTENIDO DE HUMEDAD	1.28
----------------------	------

### D. PESO UNITARIO AGREGADO GRUESO

#### DATOS

1	PESO DEL MOLDE	3.509
2	VOLUMEN DEL MOLDE	0.007056
3	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	13.942
4	PESO DE MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	14.793

#### RESULTADOS

PESO UNITARIO SUELTO	1479
----------------------	------

2	VOLUMEN DE MOLDE	0.0021	<b>PESO UNITARIO COMPACTADO</b>	<b>1599</b>
		27		
3	PESO DE MOLDE CON MUESTRA SUELTA	9.8128		
		2		
4	PESO DEL MOLDE CON MUESTRA COMPACTADA	10.045		
		79		

RESULTADOS

PESO UNITARIO SUELTO	1660
PESO UNITARIO COMPACTADO	1770