

**UNIVERSIDAD SAN PEDRO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL**



**Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas referidas  
del concreto con sustitución de áridos reciclados**

**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil**

**Autor:**

Toledo Sifuentes, Ryhisto Alessandro

**Asesor:**

Castañeda Gamboa, Rogelio

Huaraz – Perú

2020

## **PALABRAS CLAVE**

<b>Tema</b>	<b>Propiedades del concreto</b>
<b>Especialidad</b>	<b>Tecnología del concreto</b>

## **KEY WORDS**

<b>Topic</b>	<b>Concrete properties</b>
<b>Speciality</b>	<b>Concrete Technology</b>

## **LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

<b>OCDE</b>	
<b>Programa</b>	<b>Ingeniería civil</b>
<b>Área</b>	<b>Ingeniería, Tecnología</b>
<b>Sub-área</b>	<b>Ingeniería Civil</b>
<b>Disciplina</b>	<b>Ingeniería Civil</b>
<b>Línea de investigación</b>	<b>Construcción y gestión de la construcción</b>

## **TÍTULO**

“Evaluación de las propiedades físicas y mecánicas referidas del concreto con  
sustitución de áridos reciclados”

## RESUMEN

La siguiente investigación tuvo por como objetivo evaluar la caracterización de los áridos reciclados y los resultados obtenidos de las propiedades físicas y mecánicas del concreto con sustitución parcial y total de agregados reciclados utilizados en 4 investigaciones. La metodología de la presente investigación es del tipo descriptivo, comparativo ya que se evalúa la caracterización de los AFR (agregado fino reciclado) y los resultados de los ensayos físicos, mecánicos del concreto con sustitución de 100% AFR de pavimentos rígidos, 15% y 25% de ARF de demolición de edificaciones, 15% y 25% de AFR de especímenes de concreto (briquetas) y 100% de AFR de la mezcla de demolición de pavimento rígido y edificaciones.

De las evaluaciones se concluye que el AFR procedente de edificaciones, presenta los mejores puntajes respecto a las propiedades físicas en cuanto a granulometría 19 (bueno), contenido de humedad 3 (bueno), peso unitario 4 (normal), peso específico y % de absorción 12 (bueno), según la respectiva escala de evaluación de cada propiedad, y en contraste con los agregados evaluados de las otras investigaciones, también se concluye que el 15% de sustitución de este AFR en la elaboración del concreto, alcanza una resistencia a la compresión de 370.30kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la flexión de 5.90 Mpa, lo cual resulta ser mayor en comparación a los concreto evaluados de las otras investigaciones.

## **ABSTRACT**

The following research aimed to evaluate the characterization of recycled aggregates and the results obtained from the physical and mechanical properties of concrete with partial and total replacement of recycled aggregates used in 4 investigations. The methodology of this research is descriptive, comparative, since the characterization of the AFR (fine recycled aggregate) and the results of the physical and mechanical tests of concrete with replacement of 100% AFR of rigid pavements, 15% and 25% ARF from building demolition, 15% and 25% AFR from concrete specimens (briquettes), and 100% AFR from rigid pavement and building demolition mix.

From the evaluations it is concluded that the AFR from buildings presents the best scores regarding physical properties in terms of granulometry 19 (good), moisture content 3 (good), unit weight 4 (normal), specific weight and % of absorption 12 (good), according to the respective evaluation scale of each property, and in contrast to the evaluated aggregates of the other investigations, it is also concluded that the 15% substitution of this AFR in the preparation of concrete, reaches a resistance to the compression of 370.30kg / cm<sup>2</sup> and a flexural strength of 5.90 Mpa, which turns out to be higher compared to the concretes evaluated from the other investigations.

## INDICE

PALABRAS CLAVE.....	2
KEY WORDS .....	2
LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.....	2
TÍTULO.....	3
RESUMEN .....	4
ABSTRACT .....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. METODOLOGÍA .....	36
3. RESULTADOS .....	40
4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	64
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	69
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
7. AGRADECIMIENTOS .....	75
8. ANEXOS.....	76
9. PANEL FOTOGRÁFICO .....	133

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tabla de consistencia del concreto .....	5
<b>Tabla 2.</b> Variación de la resistencia a flexión en concretos reciclados. ....	8
<b>Tabla 3.</b> Propiedades del agregado natural y agregado reciclado.....	19
<b>Tabla 4.</b> Coeficiente de Los Ángeles en áridos reciclados .....	21
<b>Tabla 5.</b> Clasificación y opción de manejo de los residuos de la actividad de la construcción.....	24
<b>Tabla 6.</b> Clasificación de los Residuos de la Construcción .....	25
<b>Tabla 7.</b> Resultados de evaluación – Análisis Granulométrico – Investigación N°01 ..	40
<b>Tabla 8.</b> Resultados de evaluación – Contenido de Humedad – Investigación N°01 ...	40
<b>Tabla 9.</b> Resultados de evaluación – Peso Unitario – Investigación N°01.....	40
<b>Tabla 10.</b> Resultados de evaluación – Peso Específico y % de Absorción – Investigación N°01 .....	40
<b>Tabla 11.</b> Resultados de evaluación – Análisis Granulométrico – Investigación N°02	41
<b>Tabla 12.</b> Resultados de evaluación – Contenido de Humedad – Investigación N°02 .	41
<b>Tabla 13.</b> Resultados de evaluación – Peso Unitario – Investigación N°02.....	41
<b>Tabla 14.</b> Resultados de evaluación – Peso Específico y % de Absorción – Investigación N°02 .....	41
<b>Tabla 15.</b> Resultados de evaluación – Análisis Granulométrico – Investigación N°03	41
<b>Tabla 16.</b> Resultados de evaluación – Contenido de Humedad – Investigación N°03 .	42
<b>Tabla 17.</b> Resultados de evaluación – Peso Unitario – Investigación N°03.....	42
<b>Tabla 18.</b> Resultados de evaluación – Peso Específico y % de Absorción – Investigación N°03 .....	42
<b>Tabla 19.</b> Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°01 .....	42
<b>Tabla 20.</b> Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°02 .....	42
<b>Tabla 21.</b> Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°03 .....	43
<b>Tabla 22.</b> Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°03 .....	43
<b>Tabla 23.</b> Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días).....	43
<b>Tabla 24.</b> Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días).....	44
<b>Tabla 25.</b> Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días).....	45
<b>Tabla 26.</b> Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días).....	45
<b>Tabla 27.</b> Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días).....	46
<b>Tabla 28.</b> Resistencia a la Compresión – 15% de AFR (28 días).....	47

<b>Tabla 29.</b> Resistencia a la Compresión – 25% de AFR (28 días).....	47
<b>Tabla 30.</b> Resistencia a la flexión – 100% de AFR (28 días).....	48
<b>Tabla 31.</b> Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días).....	49
<b>Tabla 32.</b> Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°01 .	50
<b>Tabla 33.</b> Resultados de evaluación – Resistencia a la Compresión – Investigación N°02.....	50
<b>Tabla 34.</b> Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°03 .	50
<b>Tabla 35.</b> Resultados de evaluación – Resistencia a la Compresión – Investigación N°03.....	50
<b>Tabla 36.</b> Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°03 .	51
<b>Tabla 37.</b> Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°03 .	51
<b>Tabla 38.</b> Puntaje - Análisis Granulométrico de AFR.....	51
<b>Tabla 39.</b> Puntaje – Contenido de Humedad de AFR.....	52
<b>Tabla 40.</b> Puntaje – Peso Unitario de AFR.....	52
<b>Tabla 41.</b> Puntaje – Peso Específico y % de Absorción de AFR. ....	53
<b>Tabla 42.</b> Puntaje – Consistencia del concreto. ....	54
<b>Tabla 43.</b> Resistencia promedio a la flexión a los 28 días de edad .....	55
<b>Tabla 44.</b> Resistencia promedio a la compresión a los 28 días de edad .....	56
<b>Tabla 45.</b> Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la flexión. ....	58
<b>Tabla 46.</b> Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la compresión.....	59
<b>Tabla 47.</b> Módulos de rotura promedio. ....	61
<b>Tabla 48.</b> Módulos de rotura promedio. ....	62

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Cono de Abrams .....	4
<b>Figura 2.</b> SLUMP .....	5
<b>Figura 3.</b> Corrección de la consistencia por adición de superplastificante. ....	7
<b>Figura 4.</b> Ensayo a flexión de vigas de concreto .....	10
<b>Figura 5.</b> Rotura típica de abertura .....	12
<b>Figura 6.</b> Características del agregado reciclado .....	17
<b>Figura 7.</b> Absorción de agua en función de la densidad.....	20
<b>Figura 8.</b> Clasificación y opción de manejo de los residuos de la actividad de la construcción.....	24
<b>Figura 9.</b> Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días).....	44
<b>Figura 10.</b> Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días)....	44
<b>Figura 11.</b> Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días) .....	45
<b>Figura 12.</b> Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días)....	46
<b>Figura 13.</b> Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días)....	46
<b>Figura 14.</b> Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 15% de AFR (28 días) .....	47
<b>Figura 15.</b> Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 25% de AFR (28 días) .....	48
<b>Figura 16.</b> Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 100% de AFR (28 días)..	49
<b>Figura 17.</b> Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días) .....	49
<b>Figura 18.</b> Comparación de puntaje – Análisis Granulométrico de AFR. ....	51
<b>Figura 19.</b> Comparación de puntaje – Contenido de Humedad de AFR. ....	52
<b>Figura 20.</b> Comparación de puntaje – Peso Unitario de AFR. ....	53
<b>Figura 21.</b> Comparación de puntaje – Peso Específico y % de Absorción de AFR.....	53
<b>Figura 22.</b> Comparación de puntaje – Consistencia del Concreto.....	54
<b>Figura 23.</b> Comparación de módulos de rotura promedio a los 28 días de edad – $f^c=280\text{kg/cm}^2$ .....	55
<b>Figura 24.</b> Comparación de módulos de rotura promedio a los 28 días de edad – $f^c=210\text{kg/cm}^2$ .....	56
<b>Figura 25.</b> Comparación de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de edad - $f^c=280\text{kg/cm}^2$ .....	57
<b>Figura 26.</b> Comparación de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de edad - $f^c=210\text{kg/cm}^2$ .....	57

<b>Figura 27.</b> Análisis comparativo – % de variación de Módulos de rotura $f^c=280\text{kg/cm}^2$ .....	58
<b>Figura 28.</b> Análisis comparativo – % de variación de Módulos de rotura $f^c=210\text{kg/cm}^2$ .....	59
<b>Figura 29.</b> Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la compresión $f^c=280\text{kg/cm}^2$ .....	60
<b>Figura 30.</b> Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la compresión $f^c=210\text{kg/cm}^2$ .....	60
Fuente: elaboración propia .....	60
<b>Figura 31.</b> Curva de módulo de rotura promedio NTP 339.78.....	61
<b>Figura 32.</b> Curva de módulo de rotura promedio NTP 339.79.....	61
Fuente: elaboración propia .....	61
<b>Figura 33.</b> Comparación de comportamiento de la resistencia a la flexión.....	62
<b>Figura 34.</b> Curva de resistencia a la compresión $f^c = 280\text{kg/cm}^2$ .....	62
Fuente: elaboración propia .....	62
<b>Figura 35.</b> Curva de resistencia a la compresión $f^c = 210\text{kg/cm}^2$ .....	63
<b>Figura 36.</b> Comparación de comportamiento de la resistencia a la compresión .....	63
<b>Figura 37.</b> Peso de agregado fino reciclado húmedo.....	133
<b>Figura 38.</b> Secado de agregados en horno para análisis de contenido de humedad ....	133
<b>Figura 39.</b> Pesaje de agregado fino reciclado compactado.....	134
<b>Figura 40.</b> Peso de agregado fino reciclado en la fiola.....	134
<b>Figura 41.</b> Secado de agregados en horno para análisis de porcentaje de absorción ..	135
<b>Figura 42.</b> Briquetas de concreto $f^c 210\text{kg/cm}^2$ para la obtención de agregado fino reciclado.....	135
<b>Figura 43.</b> Llenado de concreto en el cono de Abrams .....	136
<b>Figura 44.</b> Varillado de concreto (3 capas de 25 varilladas cada una).....	136
<b>Figura 45.</b> Prueba de revenimiento del concreto (Slump de 3” a 4”).....	137
<b>Figura 46.</b> Viguetas de concreto $f^c 280\text{kg/cm}^2$ .....	137
<b>Figura 47.</b> Vigueta de concreto con 25% de agregado reciclado .....	138
<b>Figura 48.</b> Peso de una vigueta de concreto .....	138
<b>Figura 49.</b> Máquina para ensayo de determinación de resistencia a la flexión .....	139
<b>Figura 50.</b> Vigueta de concreto con 25% de agregado reciclado después del ensayo de determinación de resistencia a la flexión.....	139
<b>Figura 51.</b> Viguetas sometidas a ensayo de determinación de resistencia a la flexión	140
<b>Figura 52.</b> Viguetas sometidas a ensayo de determinación de resistencia a la flexión	140
<b>Figura 53.</b> Determinación de ancho promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto .....	141

<b>Figura 54.</b> Determinación de ancho promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto .....	141
<b>Figura 55.</b> Determinación de ancho promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto .....	142
<b>Figura 56.</b> Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto .....	142
<b>Figura 57.</b> Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto .....	143
<b>Figura 58.</b> Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto .....	143
<b>Figura 59.</b> Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto .....	144
<b>Figura 60.</b> Colocación de la vigueta en la máquina.....	144
<b>Figura 61.</b> Se puede observar la rotura de pavimento rígido, con la amoladora. ....	145
<b>Figura 62.</b> Se muestra la calicata N° 01 ubicada en el Jr. Sargento Lores cuadra 02 .	145
<b>Figura 63.</b> Trituración de concreto extraído del pavimento rígido siendo triturado con martillo hidráulico. ....	146
<b>Figura 64.</b> Se realiza ensayos de contenido de humedad .....	146
<b>Figura 65.</b> Se efectúa el ensayo de granulometría a los agregados reciclados.....	147
<b>Figura 66.</b> Se está realizando el ensayo de absorción de agregado fino.....	147
<b>Figura 67.</b> Se observa el material después de efectuarse los golpes en el cono de absorción.....	148
<b>Figura 68.</b> Se realizó el ensayo de peso unitario a los agregados de concreto reciclado .....	148
<b>Figura 69.</b> Peso de los materiales para la elaboración de las probetas .....	149
<b>Figura 70.</b> Diseño de mezcla que se está realizando. ....	149
<b>Figura 71.</b> Datos del diámetro y peso de la probeta. ....	150
<b>Figura 72.</b> Reacción de la probeta al ser sometida a cargas para poder analizar porcentaje de resistencia de diseño.....	150
<b>Figura 73.</b> Peso Unitario de Agregado fino reciclado .....	151
<b>Figura 74.</b> Cuarteo Agregado fino reciclado .....	151
<b>Figura 75.</b> Concreto con Agregado fino Reciclado .....	152
<b>Figura 76.</b> Ensayo en concreto fresco (Asentamiento) Agregado Fino Reciclado 15% .....	152
<b>Figura 77.</b> Ensayo en concreto fresco (Asentamiento) Agregado Fino Reciclado 25% .....	153
<b>Figura 78.</b> Elaboración de Especímenes.....	153
<b>Figura 79.</b> Especímenes Curados .....	154

<b>Figura 80.</b> Agregado fino reciclado .....	154
<b>Figura 81.</b> Serie de tamices con los cuales se realizó la granulometría a los agregados. .....	155
<b>Figura 82.</b> (a) y (b) Mezcla de concreto con agregado fino reciclado de concreto y agregado grueso de origen ígneo. ....	155
<b>Figura 83.</b> Formaletas para vigas y cilindros debidamente preparadas.....	156
<b>Figura 84.</b> Vibrado de concreto – Briquetas.....	156
<b>Figura 85.</b> Vibrado de Concreto – viguetas.....	157
<b>Figura 86.</b> Desencofrado de probetas. ....	157
<b>Figura 87.</b> Curado de viguetas.....	158
<b>Figura 88.</b> Cilindro con falla característica de esta relación (a).....	158
<b>Figura 89.</b> Cilindro con falla tipo 4 (b) .....	159
<b>Figura 90.</b> Probetas después del fallo, fabricadas con agregado fino reciclado de concreto y una relación agua-cemento de 0.48.....	159

## **1. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA**

#### **1.1.1. ANTECEDENTES**

A nivel internacional, Rativa y Carrasco (2014), en su tesis de titulación denominada “Evaluación de la resistencia a compresión y a la flexión del concreto de agregado fino reciclado de concreto variando la relación agua cemento” realizada en la Universidad De La Salle, tuvo como objetivo general determinar la eficiencia de un concreto con agregado fino reciclado de concreto hidráulico en función de la resistencia a la compresión y a la flexión de un concreto con agregado fino natural. La investigación es de tipo cuasi-experimental, con propuesta de diseño. De la investigación concluyó que el comportamiento mecánico de un concreto nuevo con material proveniente del reciclado de concreto y que a su vez abre las puertas para desarrollar nuevas investigaciones en el uso de materiales reciclables de la industria de la construcción, esto debido a los resultados de investigación que demostraron la posible fabricación de un concreto con agregado reciclado.

A nivel nacional, Rengifo (2017), en su tesis denominada “Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, Jr. Sargento Lores, distrito Morales – San Martín - 2017” realizada en la Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo general determinar la influencia de la calidad del concreto reciclado en la resistencia a la compresión de un pavimento rígido en el Jr. Sargento Lores, Distrito de Morales – San Martín. La investigación es de tipo experimental, con propuesta de diseño. De la investigación concluyó que con el segundo diseño de mezcla de agregado fino reciclado y agregado grueso de cantera según ACI 211 se debería lograr un 100% de la resistencia en la que se diseñó, obteniéndose de manera satisfactoria un 136.41% de la resistencia de diseño.

A nivel nacional, Urbina (2019), en su tesis de titulación denominada “Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>” realizada en la Universidad Ricardo Palma, tuvo como objetivo general determinar el uso del agregado fino reciclado en el concreto  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup> para analizar las propiedades del concreto, para Lima Metropolitana. La investigación es de tipo experimental, con propuesta de diseño. De la investigación concluyó que los concretos elaborados con agregado fino reciclado superan a la muestra patrón. En la resistencia a la compresión los concretos con

material reciclado superan desde 9.41% hasta un 23.34%, en la Resistencia a la Tracción por Compresión Diametral el rango en el que es superado es 15.07% hasta 24.06% y en la Resistencia a la Flexión desde 0.87% hasta 6.00%.

### **1.1.2. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA**

La realización de este estudio se sustenta en anteriores investigaciones las cuales sirven como base científica de esta investigación, en la cual se toman como puntos principales de apoyo los estudios sobre concreto reciclado plasmados en guías y textos como: el texto sobre concreto reciclado realizado por la Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento (Cement Sustainability Initiative - CSI) del Consejo Mundial Empresarial para el Desarrollo Sostenible (world business council for sustainable development – WBCSD) con el aporte de la Federación Internacional del reciclaje y la Asociación Europea de los Agregados, indica que los agregados de concreto reciclado son materiales viables para la elaboración de nuevos concretos, debido a que los concretos elaborados con estos agregados reciclados, reducen el impacto ambiental y a su vez los costos de elaboración de concreto con agregados naturales ya que poseen propiedades mecánicas similares a los concretos elaborados con áridos naturales.

### **1.1.3. TECNOLOGIA DEL CONCRETO**

Es el campo de la Ingeniería Civil que abarca el conjunto de conocimientos científicos orientados hacia la aplicación técnica, práctica y eficiente del concreto en la construcción, en su desarrollo y utilización intervienen varias ciencias interrelacionadas, como son la Física, la Química, las Matemáticas y la investigación experimental.

### **1.1.4. CONCRETO**

Román y Pillpinto (2016), sostienen que el concreto es una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava (piedra triturada, canto rodado) creando una masa similar a una roca.

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregado y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. De esta definición, se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes que bien proporcionados aportan una

o varias de sus propiedades individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original. (Pasquel, 1998)

Román y Pillpinto (2016), afirman que el concreto es un material inventado por el hombre y se le considera como el más empleado y versátil de los materiales de construcción actuales, permitiendo su utilización en todo tipo de estructuras y en los climas más variados.

CONCRETO = CEMENTO PORTLAND + AGREGADOS + AIRE + AGUA
---

### **1.1.5. IMPORTANCIA DEL CONCRETO**

En la actualidad el concreto es el material de construcción de mayor uso en nuestro país. Si bien la calidad final del concreto depende en forma muy importante del conocimiento del material y de la calidad profesional del ingeniero, el concreto es, en general, desconocido en muchos de sus siete grandes aspectos: naturaleza, materiales, propiedades, selección de proporciones, proceso de puesta en obra, control de calidad e inspección, mantenimiento de los elementos estructurales. (Rivva, 2000)

La principal limitación a las múltiples aplicaciones que se pueden dar al concreto es el desconocimiento de alguno de los aspectos ya indicados; así como de la mayor o menor importancia de los mismos de acuerdo al empleo que se pretende dar al material. Ello obliga al estudio y actualización permanente para obtener del concreto las máximas posibilidades que como material puede ofrecer al ingeniero. (Rivva, 2000)

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto. (Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 11)

### **1.1.6. PROPIEDADES DEL CONCRETO**

Las propiedades más importantes del concreto al estado no endurecido incluyen la trabajabilidad, consistencia, fluidez, cohesividad, contenido de aire, segregación, exudación, tiempo de fraguado, calor de hidratación y peso unitario. Las propiedades más importantes del concreto al estado endurecido incluyen las resistencias mecánicas, durabilidad, propiedades elásticas cambios de volumen, impermeabilidad, resistencia al desgaste, resistencia a la cavitación, propiedades térmicas y acústicas, y apariencia. (Rivva, 2000)

## Propiedades del concreto fresco

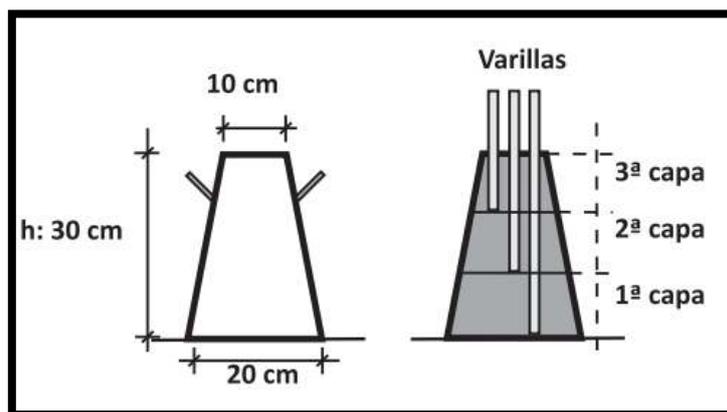
Entre las propiedades del concreto fresco se encuentran:

- Trabajabilidad
- Cohesividad
- Segregación
- Exudación
- Consistencia

Según el (Método de ensayo para la medición del asentamiento del hormigón con el Cono de Abrams, 2002), la consistencia está definida por el grado de humedecimiento de la mezcla y depende, principalmente, de la cantidad de agua utilizada.

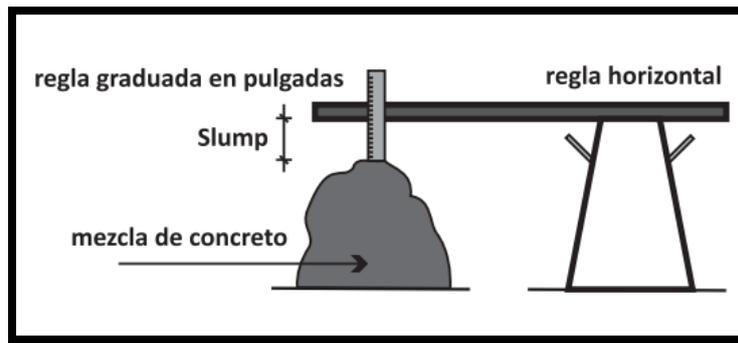
### A. Ensayo de consistencia del concreto

En la prueba indica su consistencia, es decir, su capacidad para ser manejable cuando es colocado en el molde (cono de abrams), manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos. Las muestras deben ser obtenidas al azar, por un método adecuado, sin tener en cuenta la aparente calidad del concreto. Finalmente, la consistencia se modifica, fundamentalmente, por variaciones del contenido del agua de mezcla. (Carrillo y Rojas, 2017)



**Figura 1.** Cono de Abrams

Fuente: Manual de la Construcción Yura S. A. (2014)



**Figura 2. SLUMP**

Fuente: Manual de Construcción Yura S.A (2014)

**Tabla 1.** Tabla de consistencia del concreto

Descripción de la Consistencia	Slump (en pulgadas)	Método de Compactación
Tiesa	0-1(*)	Compactación por vibración y presión
Tiesa plástica	1-2	Vibración normal
Plástica	3-4	Vibración ligera chuceado
Fluida	5-7	Chuceado

Fuente: Manual de Construcción Yura S.A (2014)

### Propiedades del concreto endurecido

Entre las propiedades del concreto endurecido, se encuentran:

- Elasticidad
- Durabilidad
- Impermeabilidad
- Extensibilidad
- Resistencia

La resistencia es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la flexión, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento. Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto. Los concretos normales usualmente tienen resistencias en compresión del orden de 100 a 400 kg/cm. (Carrillo y Rojas, 2017)

## **Propiedades del concreto reciclado fresco**

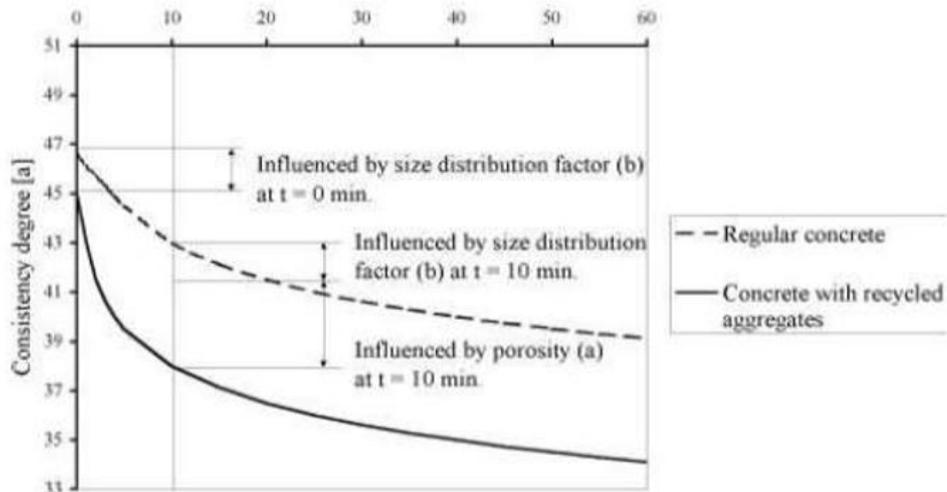
- **Consistencia**

La fabricación de concretos con agregados reciclados conlleva un aumento de la consistencia, para una misma relación agua-cemento, respecto a un concreto convencional. Al presentar los agregados reciclados valores elevados en su absorción, la cantidad de agua absorbida por los agregados durante el proceso de amasado del concreto será tanto más importante cuanto mayor sea el porcentaje de sustitución del agregado. Como consecuencia se producirá una reducción de la relación agua-cemento efectiva y, por lo tanto, un aumento de la consistencia del hormigón fresco. (López, 2008, pág. 50-51)

Otros estudios realizados han obtenido consistencias similares en hormigones fabricados con áridos reciclados y en el correspondiente concreto de control utilizando diferentes valores para la relación agua-cemento. (López, 2008, pág. 51)

Aunque el factor fundamental que provoca un aumento en la demanda de agua en estos hormigones es la elevada absorción del agregado reciclado, otros factores como su textura rugosa o el cambio de la Granulometría del árido reciclado durante el proceso de amasado pueden contribuir a dicho incremento. (Fernando López Gayarre 2008,51)

En la figura 3 puede observarse la evolución de la consistencia en un hormigón de control y en otro fabricado con árido reciclado. Se ha utilizado la misma dosificación de superplastificante y la misma curva granulométrica para ambos. (López, 2008, pág. 51)



**Figura 3.** Corrección de la consistencia por adición de superplastificante.

Fuente: López (2008, pág. 53)

### Propiedades del concreto reciclado endurecido

- **Resistencia a la Flexión**

Las variaciones de la resistencia a la flexión en los concretos reciclados presentan oscilaciones, en función del % del árido sustituido, similares a las experimentadas en la resistencia a la tracción indirecta. En siguiente tabla puede observarse que dichas reducciones son pequeñas cuando la sustitución no es superior al 50% del árido grueso. Al llegar a sustituir el 100% del árido grueso es cuando se sustituye el 100% del árido total la reducción de la resistencia a flexión es más notable. López (2008, pág. 68)

**Tabla 2.** Variación de la resistencia a flexión en concretos reciclados.

Referencia	% Sustitución	% de variación
Rivindrarajah 1985 <sup>[103]</sup>	100% AG	-1, -10
Rivindrarajah 1987 <sup>[104]</sup>	100% AG	-15, 12
Rivindrarajah 1988 <sup>[105]</sup>	100% AG Y AF	-15, 29
Hansen 1992 <sup>[43]</sup>	100% AG Y AF	20
Kikuchi 1993 <sup>[62]</sup>	100% AG	-19, 11
	20% AG	-2
Dhir 1999 <sup>[14]</sup>	30% AG	-2
	50%	2
Katz 2000 <sup>[59]</sup>	100% AG	-6
	30% AG	2
Limbachiya 2000 <sup>[72]</sup>	50% AG	-6, 2
	100% AG	-4, 3
	30% AG	-4
Park 2001 <sup>[83]</sup>	50% AG	-4
	30% AG	-10
M. Rakshvir 2006 <sup>[74]</sup>	50% AG	-15

Fuente: López (2008, pág. 68)

- **Resistencia a la Compresión**

Este parámetro es obtenido a través del ensayo de un cilindro estándar de 6” (15 cm) de diámetro y 12” (30 cm) de altura. El espécimen debe permanecer en el molde 24 horas después del vaciado y posteriormente debe ser curado bajo agua hasta el momento del ensayo. Meléndez (2016, pág. 33)

La resistencia a la compresión ( $f'c$ ) se define como el promedio de la resistencia de, como mínimo dos probetas tomadas de la misma muestra probadas. Meléndez (2016, pág. 33)

### **1.1.7. RESISTENCIA DEL CONCRETO**

Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos, siendo su mejor comportamiento en compresión en comparación con la tracción, debido a las propiedades adherentes de la pasta de cemento.

Depende principalmente de la concentración de la pasta de cemento, que se acostumbra expresar en términos de la relación Agua/Cemento en peso.

La afectan además los mismos factores que influyen en las características resistentes de la pasta, como son la temperatura y el tiempo, aunados a otros elementos adicionales constituidos por el tipo y características resistentes del cemento en particular que se use y de la calidad de los agregados, que complementan la estructura del concreto.

Un factor indirecto, pero no por eso menos importante en la resistencia, lo constituye el curado ya que es el complemento del proceso de hidratación sin el cual no se llegan a desarrollar completamente las características resistentes del concreto.

#### **Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexión es la propiedad mecánica del concreto, la cual tiene un alto grado de importancia para aplicación en los proyectos de losas para carreteras y pistas de aeropuertos.

La resistencia a la flexión del concreto se puede determinar utilizando especímenes elaborados de acuerdo a las normas NTP 339.088:2015 y NTP 339.183:2013. Los especímenes deberán ser sometidos al método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con carga en el centro del tramo 3° Edición NTP 339.079: 2012.

Los resultados de este método de ensayo pueden usarse para determinar el cumplimiento con las especificaciones o, como base para la dosificación, mezclado operaciones de colocación del concreto. Este método de ensayo proporciona valores significativamente mayores que el método NTP 339.079:2012 (CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo, 3ª Edición, NTP 339.079:2012).

## A. Procedimiento de evaluación de los especímenes

- Se procede con la elaboración de los especímenes rectangulares
- Los dispositivos de aplicación de carga se pondrán en contacto con la superficie del espécimen a los tercios del claro entre los apoyos.
- Por último, se procede con los cálculos necesarios para vigas cargadas a los tercios.

$$M_r = \frac{3PL}{2bh^2}$$

Dónde:

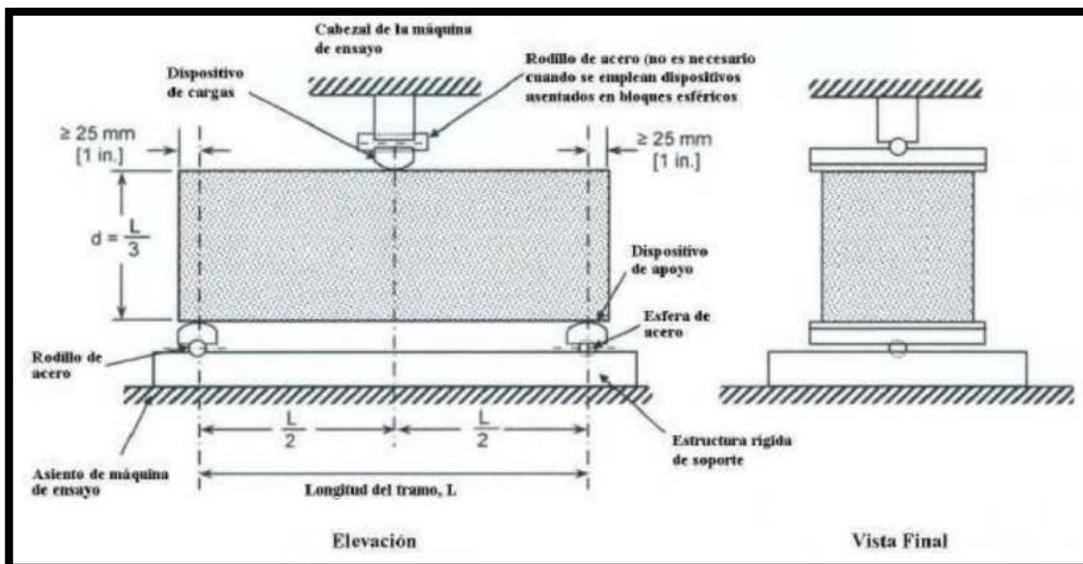
Mr: Es el módulo de ruptura, en (MPa).

P: Carga máxima aplicada en (N).

L: Distancia entre apoyos (mm).

b: Es el ancho promedio del espécimen, en (mm).

h: Es al peralte promedio del espécimen, en (mm).



**Figura 4.** Ensayo a flexión de vigas de concreto

Fuente: NTP 339.079: 2012

## Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la característica mecánica más importante del concreto, para determinar la resistencia se necesitan preparar cilindros estándar de una muestra de

concreto a la cual se va a aplicar una carga de compresión, hasta que se observe una falla en el espécimen. (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición. NTP 339.034:2015).

La resistencia a la flexión del concreto se puede determinar utilizando especímenes elaborados de acuerdo a las normas NTP 339.088:2015 y NTP 339.183:2013. Los especímenes deberán ser sometidos al Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición NTP 339.034: 2015.

#### **A. Procedimiento de evaluación de los especímenes de concreto**

- Se coloca el bloque de concreto (briqueta) sobre la plataforma de la máquina de ensayo y mantener el eje de la briqueta juntamente con el eje del equipo.
- Según el (Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición NTP 339.034: 2015.) la carga deberá aplicarse hasta que el espécimen haya fallado, registrándose la carga máxima soportada.
- La resistencia a compresión del espécimen deberá calcularse dividiendo la carga máxima soportada durante la prueba, en kilogramos, entre el área promedio de la sección transversal, en cm<sup>2</sup>.
- Por último, se procede con los cálculos necesarios para hallar la resistencia a compresión.

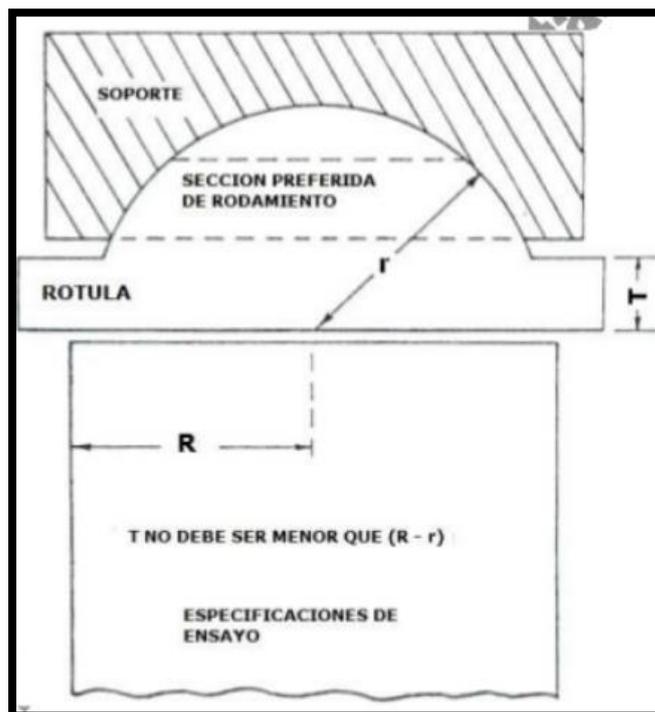
$$F'c = \frac{P}{A} \left( \frac{kgf}{cm^2} \right)$$

Dónde:

F'c: Resistencia a la compresión en kg/cm<sup>2</sup>.

P: Carga aplicada sobre la superficie de la probeta de concreto, en (kg-f)

A: Área de superficie donde se aplicará la carga (cm<sup>2</sup>)



**Figura 5.** Rotura típica de abertura

Fuente: NTP 339.034: 2008

### 1.1.8. AGREGADOS

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto y son materiales que están embebidos en la pasta y que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cúbica de concreto. (Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 68)

Los agregados en el concreto ocupan alrededor de las tres cuartas partes del volumen, de ahí la justificación para su adecuada selección, además que agregados débiles podrían limitar la resistencia del concreto. Por otra parte, son estos elementos los que proporcionan una estabilidad volumétrica al concreto y durabilidad. (Jordan y Viera, 2014)

Los agregados deben cumplir con algunas normas para que su uso en ingeniería se optimice: deben ser partículas limpias, duras, resistentes, durables y libres de productos químicos absorbidos, revestimiento de arcilla u otros materiales finos en cantidades que puedan afectar la hidratación y la adherencia de la pasta de cemento. Las partículas de agregados friables (disgregables, deleznales o desmenuzables) o capaces de rajarse son indeseables. Se deben evitar agregados que contienen cantidades apreciables de esquistos

u otras rocas esquistosas, de materiales blandos y porosos. (Kosmatka, Kerkhoff, & Panarese, pág. 103)

En relación con su origen y su procedimiento de preparación del agregado puede ser natural o artificial. Las arenas y gravas son producto del intemperismo y la acción del viento y el agua. Las arenas manufacturadas, no empleadas en el Perú, y la piedra partida son producto de la trituración de piedras naturales. En el procesamiento de cualquier agregado puede utilizarse lavado y tamizado. (Carrillo y Rojas, 2017)

### **1.1.9. CLASES DE AGREGADOS**

Existen varias formas de clasificar a los agregados, algunas de las cuales son:

#### **Por su naturaleza**

- **Agregados naturales**

Son aquellos procedentes de la explotación de fuentes naturales tales como: depósitos de arrastres fluviales (arenas y gravas de río) o glaciares (cantos rodados) y de canteras de diversas rocas y piedras naturales. Pueden usarse tal como se hallen o variando la distribución de tamaños de sus partículas, si ello se requiere. Todas las partículas que provienen de los agregados tienen su origen en una masa mayor la que se ha fragmentado por procesos naturales como intemperismo y abrasión, o mediante trituración mecánica realizada por el hombre, por lo que gran parte de sus características vienen dadas por la roca madre que le dio su origen (Salcedo, 2008).

- **Agregados artificiales**

Proviene de un proceso de transformación de materiales naturales, que proveen productos secundarios que con un tratamiento adicional se habilitan para emplearse en la producción de concreto. Algunos agregados de este tipo los constituyen la escoria de altos hornos, la arcilla horneada, el concreto reciclado, el micro sílice, etc. (Carrillo y Rojas, 2017)

#### **Por su gradación**

Carrillo y rojas (2017), sostienen que la gradación es la distribución volumétrica de las partículas que como ya hemos mencionado tiene suma importancia en el concreto. Se ha establecido convencionalmente la clasificación entre agregado grueso (piedra) y agregado fino (arena) en función de las partículas mayores y las menores de 4.75mm (malla

estándar ASTM #4). Esta clasificación responde además a consideraciones de tipo práctico ya que las técnicas de procesamiento de los agregados (zarandeo, chancado) propenden a separarlos en esta forma con objeto de poder establecer un control más preciso en su procesamiento y empleo.

- **Agregado fino**

El agregado fino, se define como aquel que pasa el tamiz 3/8" y queda retenido en la malla No 200, el más usual es la arena producto resultante de la desintegración de las rocas, el agregado fino debe de cumplir con lo establecido en la NTP 400.021:2013

- **Agregado grueso**

Es aquel que queda retenido en el tamiz N°4 y proviene de la desintegración de las rocas; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava.

### **Por su densidad**

Pasquel (1998), sostiene que la densidad se entiende como la gravedad específica, es decir el peso entre el volumen de solidos referido a la densidad del agua, e acostumbra clasificarlo en:

- NORMALES: con  $g_e = 2.5$  a  $2.75$
- LIGEROS: con  $g_e < 2.5$
- PESADOS: con  $g_e > 2.75$ . Cada uno de ellos marca comportamientos diversos en relación al concreto, habiéndose establecido técnicas y métodos de diseño y uso para cada caso.

### **1.1.10. PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS**

#### **Propiedades físicas**

- **Granulometría**

Se define como granulometría de un agregado a la distribución por tamaños de las partículas, la que se logra por separación mediante el empleo de tamices de aberturas determinadas. (Rivva López, Materiales para el Concreto, 2014, pág. 72)

- **Peso unitario**

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017:2011. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento.

- **Humedad**

La cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla.

- **Módulo de fineza**

El módulo de fineza es un índice de la finura del agregado, entre mayor sea el módulo de finura, más grueso será el agregado. El módulo de finura es un parámetro que se obtiene de la suma de porcentajes retenidos acumulados de los tamices estándares divididos entre 100. (Norma Técnica Peruana 400.037, 2018).

- **Peso Específico**

Es el cociente de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las Norma NTP 400.021:2013 establece el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio, distinguiéndose tres maneras de expresarlo en función de las condiciones de saturación.

Hay que tomar en cuenta que las expresiones de la norma son adimensionales, luego hay que multiplicarlas por la densidad del agua en las unidades que se deseen para obtener el parámetro a usar en los cálculos. Su valor para agregados normales oscila entre 2,500 y 2,750 kg/m<sup>3</sup>. (Orlando, 2003)

### **1.1.11. AGREGADO RECICLADO**

El concreto ocupa el segundo lugar entre los materiales más consumidos del planeta (25 billones de toneladas anuales o sea 3,6 toneladas de concreto por habitante en el mundo).

### **¿Por qué reciclar concreto?**

- Menor densidad (menor costo de transporte y menor peso por m<sup>3</sup> de concreto a igual volumen.
- Ofrece una alternativa para reducir espacios de disposición final.
- Sustitución de recursos vírgenes.
- Reducción de costos e impactos medio ambientales asociados a la explotación de recursos naturales.
- Costos elevados para la disposición de residuo.
- Aporta a la reducción de la huella de carbono y en la emisión de gases de efecto invernadero.

### **Limitaciones al mercado de concreto reciclado:**

- Falta de conocimiento y ausencia de experiencias de campo.
- Propiedades físicas de los agregados resultantes para usos específicos.
- Falta de Normas y reglamentos vigentes que contemplen su uso.
- Impactos medio ambientales asociados.
- Dificultad para obtener la cantidad suficiente de material a reciclar para alcanzar el equilibrio económico.
- Dificultad para obtener fuentes de provisión homogéneas.

### **Agregado de concreto reciclado**

En la Norma Técnica Peruana NTP 400.053:1999 (2014) el agregado de concreto reciclado es llamado Granulado de concreto y lo define como el material secundario de construcción proveniente del tratamiento del concreto y mortero de demolición hasta llevarlo a partículas de tamaño similar al de los agregados.

### **Concreto reciclado**

La Norma Técnica Peruana NTP 400.053:1999 (2014) define el concreto reciclado como aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje.

### Pasta adherida y mortero

En los agregados reciclados utilizados y analizados en Europa, el mortero adherido y pasta siempre están presentes. En Japón, algunos investigadores desarrollaron un método basado en la "cyclite", que muele concreto triturado y agrupa utilizando un método de procesamiento recién desarrollado, que consiste en la eliminación de mortero de la superficie de los agregados sin triturarlos agregados y así separar de forma fácil el agregado grueso del AFR (agregado fino reciclado) (Takenaka Corporation, 1999).

Jordan y Viera (2014), afirman que los principales factores que influyen en la cantidad de mortero adherido en el agregado reciclado triturado (con la misma máquina y el poder) son los siguientes: a) el agua 1 cemento b) la resistencia del hormigón original y e) el tamaño agregado. El proceso de molienda tiene una influencia sobre la cantidad de mortero adherido y la calidad de los agregados reciclados.

#### 1.1.12. CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS RECICLADOS



Figura 6. Características del agregado reciclado

Fuente: Girio (2015)

## **Absorción del agua**

La capacidad de absorción de agua del agregado reciclado en la mezcla, representa una de las principales diferencias entre los agregados reciclados y materias primas. Se informa a depender de:

- Tamaño del agregado la capacidad de absorción de los agregados aumenta con su tamaño. Los agregados de menor tamaño que tiene una mayor capacidad de absorción de agua.
- El porcentaje de capacidad de absorción en relación con las dimensiones de los agregados reciclados para ser el siguiente: 8.4mm, 8.7%, 16-32 mm, 3,7% y 9,8% para los agregados reciclados bien. Este valor fue obtenido por trituración de concreto con un 0,7 de a/c. (Jordan y Viera, 2014).
- Hasaba (1981), afirma que una absorción del 7% para un tamaño de 25 a 5mm.
- En informes de investigadores japoneses (1978) se estableció que el porcentaje de absorción de los agregados de concreto reciclado se encuentra entre el 3,6 y el 8%.
- En todos los casos se aceptó que la capacidad de absorción no depende de la resistencia del concreto original.

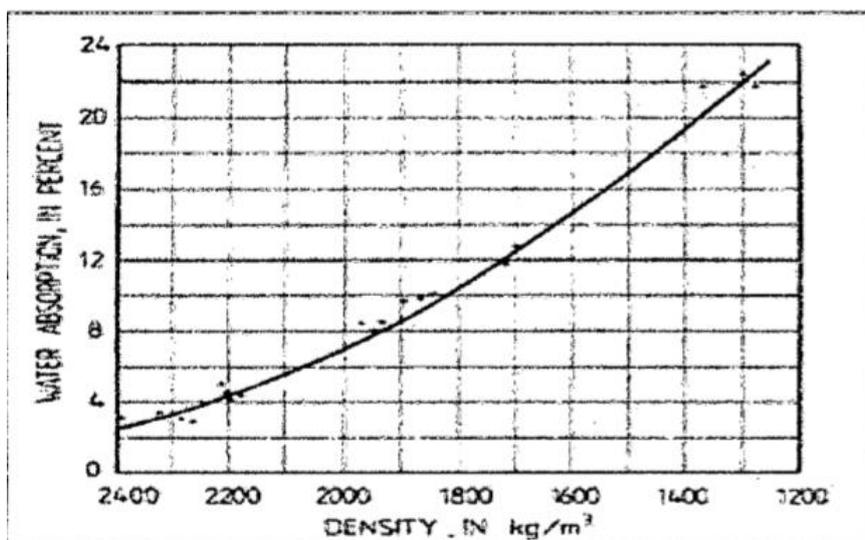
Tabla 3. Propiedades del agregado natural y agregado reciclado

	<b>Tamaño en mm</b>	<b>Gravedad Específica SSDcond.</b>	<b>Absorción del Agua en Porcentaje</b>	<b>Los ángeles</b>	<b>% Volumen de Mortero</b>
<b>Grava Natural</b>	4-8	2500	3.7	25.9	0
<b>Original</b>	8-16	2620	1.8	22.7	0
	16-32	2610	0.8	18.8	0
<b>Agregado</b>	4-8	2340	8.5	30.1	58
<b>Reciclado (H)</b>	8-16	2450	5	26.7	38
<b>(a/c =0.40)</b>	16-32	2490	3.8	22.4	35
<b>Agregado</b>	4-8	2350	8.7	32.6	64
<b>Reciclado (M)</b>	8-16	2440	5.4	29.2	39
<b>(a/c =0.70)</b>	16-32	2480	4	25.4	28
<b>Agregado</b>	4-8	2340	8.7	41.4	61
<b>Reciclado (L)</b>	8-16	2420	5.7	37	39
<b>(a/c =1.20)</b>	16-32	2490	3.7	31.5	25
<b>Agregado</b>					
<b>Reciclado (M)</b>	<5	2280	9.8	-	-
<b>(a/c =0.70)</b>					

Fuente: Hansen y Narud (1983)

- **Cantidad de mortero adherido:**

Ravindrarajah (2000) demostraron con 15 muestras, que el valor medio de la absorción de agua en el agregado reciclado fue de 6.35%, mientras que en el agregado bruto fue del 0,90%. La capacidad de absorción de los agregados reciclados depende de la cantidad y calidad de mortero adherido



**Figura 7.** Absorción de agua en función de la densidad

Fuente: Hansen y Narud, Kreijger (1983)

- **Densidad:**

Kreijger (1983) encontró una relación parabólica entre la absorción y la densidad de los agregados reciclados, como se muestra en la figura 7.

La capacidad de absorción de 6-12 mm y 12-25 mm de agregados grueso reciclado obtenido por trituración de concreto en una planta de reciclaje en Barcelona (España), es 4,82% y 4,59% respectivamente, en consecuencia, pueden ser empleados en la producción de concretos según EHE. (Gonzales, 2002)

Jordan y Viera (2014), afirman que la EHE-99 (Institución española de concreto estructural) exige que la capacidad de absorción no debe ser superior al 5% para los concretos convencionales. Probablemente, este valor debe ser modificado con respecto al concreto de los agregados reciclados. De acuerdo con la norma japonesa, "agregado reciclado de concreto y agregados reciclados" (1977), ni el agregado grueso reciclado con una capacidad de absorción superior al 7% o el agregado fino con una capacidad de absorción superior al 13% debe ser utilizado en la producción de concreto.

### **Granulometría**

La granulometría del árido reciclado depende fundamentalmente del sistema de trituración que se haya empleado en su proceso de producción. Las trituradoras de impacto, por lo general, son las que permiten alcanzar reducidos tamaños en los áridos produciendo como consecuencia mayor cantidad de finos. A estas trituradoras las siguen

las de conos con una producción de finos inferior y las machacadoras de mandíbulas. (López, 2008)

Para el mismo tamaño máximo de árido, un árido reciclado experimenta pequeñas variaciones de su módulo granulométrico si el sistema de trituración empleado ha sido el mismo que para el árido natural. (López, 2008)

### **Resistencia a la fragmentación**

Girio (2015), afirma que el coeficiente de Los Ángeles en áridos reciclados presenta valores superiores debido a que en dicho ensayo no solamente se produce la correspondiente pérdida de peso del árido natural sino también la derivada de eliminar la totalidad del mortero adherido

En las fracciones más finas el coeficiente de Los Ángeles es mayor debido a que, el porcentaje de mortero adherido es mayor. (Girio, 2015)

Mediante el empleo de trituraciones sucesivas se logra mejorar la calidad del árido y obtener un coeficiente de Los Ángeles con valores más próximos a los del árido natural. (Girio, 2015)

El hormigón del que proceden los áridos reciclados también influye en el valor obtenido en el ensayo observándose que, al aumentar la resistencia, el valor del coeficiente de Los Ángeles disminuye. En la tabla siguiente se recogen algunos valores para dicho coeficiente reflejados en los estudios consultados. (Girio, 2015)

**Tabla 4.** Coeficiente de Los Ángeles en áridos reciclados

REFERENCIA	Tamaño Árido (mm)	Coef. De los Ángeles %	
		Árido reciclado	Árido natural
<b>Ravindrarajah 1984</b>	37.5/5	18.1	37
<b>Barra 1996</b>	20/12	24.7	31
	12/6	20.4	29.5
<b>Yamato 2000</b>	AG	19.4	30.1
<b>González B. 2002</b>	25/12	27	34
<b>Sánchez M. 2005</b>	4/16	35.8	38.9

Fuente: Girio (2015)

### **Forma**

El Agregado de concreto reciclado al ser un producto de trituración contiene un alto porcentaje de partículas angulares, lo que genera una alta absorción es decir mayor

contenido de agua en la mezcla que necesariamente implica un aumento en la cantidad de cemento a utilizar para poder mantener la relación agua cemento y no afectar la resistencia. (Cárdenas y Hernández, 2014)

Además las partículas angulares y cúbicas pueden restar manejabilidad a la mezcla sin embargo una adición de agregado de grava natural y ACR mezclados pueden ser solución a estos problemas. (Cárdenas y Hernández, 2014)

### **1.1.13. OBTENCIÓN DE AGREGADO RECICLADO**

Se entiende por residuos de construcción y demolición, a cualquier sustancia u objetivo que se genere de la construcción o demolición. En función de la naturaleza de los residuos de origen, los agregados reciclados se pueden clasificar en:

- Procedentes del concreto.
- Agregados reciclados de cerámicas.
- Agregados mixtos, cuando proceden de una mezcla de residuos de distintas naturalezas.

Tales agregados procedentes de reciclaje de derribos o demoliciones no contendrán en ningún caso restos procedentes de construcciones con patologías estructurales, tales como cemento aluminoso, áridos con sulfuros, sílice amorfa o corrosión de las estructuras. Los gránulos reciclados tendrán forma redondeada o angular. Los agregados procedentes del reciclaje de residuos de la construcción y demoliciones han de proceder de una planta legalmente autorizada para el tratamiento de residuos de la construcción. El material no será susceptible de ningún tipo de meteorización o de alteración física o química bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente pueda darse en el lugar de trabajo.

En la actualidad existen plantas de reciclaje las cuales tienen diversas capacidades que van desde 110 hasta 680 toneladas hora de concreto demolido. La experiencia americana ha determinado que es económicamente atractivo combinar una planta de reciclado de concreto con el terraplenado, pues los camiones que llevan el escombros a la planta, lo pueden hacer también con el agregado en el viaje de regreso. Los ahorros adicionales de transporte se derivan del hecho que los contaminantes de concreto no tienen que ser llevados a tiraderos distantes, sino que son depositados en el terreno. (Cruz y Velázquez, 2004)

## **Obtención de materiales**

Girio (2015) afirma que la reutilización y el reciclaje de los residuos deben realizarse sobre la base de los mayores volúmenes de residuos y de las alternativas cuyas exigencias técnicas sean lo más elevadas posibles, para lo cual debe procurarse que los materiales recuperados de los residuos de la actividad de la construcción resulten con las mismas o similares características de los materiales de origen. Esto se logra a través de un desmontaje selectivo y de la clasificación y separación de los materiales. Las mezclas que sean inadecuadas para un reciclaje, bajo los criterios técnicos y ambientales, deben ser previamente retiradas y tratadas conforme a las normas respectivas.

Los residuos de la actividad de la construcción se clasifican en: (INDECOPI, 2014)

- excedentes de remoción
- excedentes de obra
- escombros; y
- otros residuos

Los escombros, por su origen, se clasifican en: (INDECOPI, 2014)

- concreto de demolición
- mezcla asfáltica de demolición
- material no bituminoso de demolición de carreteras y
- material de demolición no clasificado.

En el caso de los excedentes de obra, estos también podrán clasificarse según la categoría de escombros más adecuada, de acuerdo a su composición. (INDECOPI, 2014)



**Figura 8.** Clasificación y opción de manejo de los residuos de la actividad de la construcción

Fuente: Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción,  
INDECOPI (2014)

**Tabla 5.** Clasificación y opción de manejo de los residuos de la actividad de la construcción

Excedentes de Remoción	Excedentes de Obra	Escombros
<b>Reutilizables</b>		
<b>Entre otros:</b> Agregados, piedras Tierra con contenido orgánico	Entre otros: Cementos y aglomerantes, retazos de fierro Alambres, piedras, productos, cerámicos	Entre otros: Productos, cerámicos, piedras
<b>Reciclables</b>		
<b>Entre otros</b> Bolonería	Entre otros Concreto sobrante Casquete de ladrillo	Entre otros Mezcla asfáltica de demolición Concreto de demolición Material no bituminoso de demolición de carretera Material de demolición no clasificado Mezcla de ladrillo con mortero
<b>Para Disposición Final</b>		
<b>Materiales</b> Contaminados, otros	Materiales Contaminados, otros	Escombros Contaminados

Fuente: Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción,

INDECOPI (2014)

## Producción de agregado

Girio (2015) afirma que previamente a la demolición se separarán los elementos peligrosos o dañinos al ambiente y que no puedan ser reciclados para iniciar el tratamiento siguiendo los siguientes pasos: trituración, separación de partes metálicas y materiales extraños y clasificación. Los materiales secundarios generados a partir del concreto de demolición deben almacenarse separadamente según su procedencia y uso posterior.

Los ensayos a realizar para determinar la aptitud del granulado y de los minerales y aglutinantes contenidos, dependerán del diseño del producto final, por lo que estos ensayos se realizarán sobre el producto final por el reciclador antes de su uso y para lo cual deberá informar al potencial consumidor de sus resultados indicando la fecha de realización del ensayo, la antigüedad del producto, así como su procedencia. El granulado de concreto puede usarse en rellenos no portantes, muros de pantalla contra ruido o en rellenos sanitarios. (Girio, 2015)

- **Selección**

**Tabla 6.** Clasificación de los Residuos de la Construcción

<b>A. Residuos potencialmente reciclables para la obtención de agregados y material de relleno</b>	
Prefabricado de mortero o Concreto	
Concreto Simple	
Concreto Armado	
Cerámicos	
Concreto Asfáltico	
Productos de Mampostería	
Prefabricado de Arcilla	
Mortero	
<b>B. Residuos de Excavación</b>	
Suelo Orgánicos	
Suelos no contaminados y material arcilloso, granulares y pétreos naturales contenidos en ellos	
<b>C. Otros materiales no contaminados y no peligrosos contenido en el suelo</b>	
Residuos Sólidos	
Cartón	Plástico
Madera	Residuos de podas, talas y Jardinería
Metales	Paneles de yeso
Papel	Vidrios y Otros

Fuente: Concreto reciclado, Escobar (2009)

Escobar (2009), sostiene que los procesos habitualmente empleados para proveer agregado de granulometría satisfactoria empiezan en el frente mismo de la obra. Se deben separarse según la clasificación establecida en la Tabla 6.

Escobar (2009), afirma que en caso de los residuos producidos por los laboratorios estos también se recomiendan separarlos para un mejor aprovechamiento de los mismos.

- **Almacenamiento**

Los materiales obtenidos deben almacenarse separadamente según su tipo. En el caso del manejo de los residuos peligrosos, se realizarán de acuerdo a las Normas Técnicas respectivas. (INDECOPI, 2014)

El almacenamiento de residuos de construcción dentro del predio del proyecto únicamente debe ser temporal, se debe minimizar la dispersión de polvos y emisión de partículas con el uso de agua tratada en las áreas de mayor movimiento y debe retirarse los residuos en el plazo que establezcan las disposiciones jurídicas correspondientes. (Escobar, 2009)

- **Recolección y transporte**

La recolección debe realizarse selectivamente teniendo en cuenta el destino de los residuos obtenidos, ya sea su reutilización, reciclaje o disposición final, y de acuerdo a las Normas Técnicas respectivas. (INDECOPI, 2014)

El transporte debe realizarse con equipos y/o vehículos en horarios y rutas según las Normas Técnicas respectivas. (INDECOPI, 2014)

La recolección y transporte de los residuos de la construcción deben de cumplir con lo siguiente: (Escobar, 2009)

- Durante la recolección y transporte de los residuos de la construcción se debe respetar la separación de estos residuos realizada desde la fuente por el generador conforme a lo establecido en la figura 8 y evitar mezclarlos con otro tipo de residuos.
- El prestador del servicio del transporte debe circular en todo momento, con los aditamentos necesarios que garanticen la cobertura total de la carga para evitar la dispersión de polvos y partículas, así como la fuga o derrame de residuos líquidos durante su traslado a sitios de disposición autorizados.

Escobar (2009), afirma que una vez que la demolición ha sido completada y los escombros llevados a la planta de reciclado termina la selección con el almacenaje selectivo y el cribado primario.

- **Procesamiento básico (aprovechamiento) cribado primario**

Generalmente se utiliza para lograr en un material de naturaleza friccionante una granulometría adecuada, eliminando así porcentajes altos de partículas no deseables como suelo, yeso, etc. (Escobar, 2009)

Las instalaciones de cribado para eliminación de tamaños grandes suelen ser muy sencillas. Normalmente se maneja por gravedad, recogiendo en un camión el material que pasa una criba determinada. Este método tiene peligros de segregación, que conduce a la obtención de materiales no uniformemente mezclados. (Escobar, 2009)

El material obtenido es conducido a la trituradora primaria usualmente de tipo quijada o de impacto. (Escobar, 2009)

- **Triturado primario**

Es el tratamiento a que generalmente se recurre para llegar a la granulometría adecuada a partir de materiales naturales muy gruesos o de fragmentos de roca. Es normal realizar la trituración en varios pasos o etapas, según el producto final a que desee llegarse; así se habla de trituradoras primarias, secundarias o terciarias. (Escobar, 2009)

La trituración suele realizarse en plantas muy complejas que incluyen alimentadores, bandas de transportación, plantas de cribado, elevadores de material y dispositivos trituradores. (Escobar, 2009)

Las trituradoras primarias pueden ser del tipo de compresión (de quijada o giratorias). Se puede controlar el tamaño de la carga para las trituradoras primarias para maximizar la producción mediante el uso de alimentadoras de cribas grandes, por varillas pesadas inclinadas o rieles espaciados en forma variada, de modo que los finos puedan separarse y las piezas demasiado grandes puedan ser apartadas por la trituradora. (Escobar, 2009)

El producto de la trituradora primaria normalmente contendrá partículas de 6 a 10 pulg (150 a 250 mm). Generalmente se requiere mayor reducción para producir

agregados de concreto. En la mayoría de las planas los tamaños más finos, de aproximadamente 1 ½ pulg (38 mm) o menos se separan y se almacenan como producto de “operación de la trituradora” para trabajos de carreteras. Los tamaños intermedios se llevan después a las etapas secundarias y subsecuentes de trituración. (Escobar, 2009)

Cuando el tamaño máximo en el depósito es de aproximadamente 3 pulg (75 mm) o menos, la etapa primaria no es necesaria. En caso de que un producto de grava triturada requiera de un porcentaje especificado de partículas trituradas, puede ser necesario introducir en las trituradoras únicamente partículas más gruesas que el tamaño máximo del producto, para asegurar en el total un alto nivel triturado. Algunas plantas de agregado pueden operar regularmente dos circuitos de producción de agregado grueso –uno para grava triturada y otro para grava no triturada-. La producción de agregados a partir de la escoria de alto horno y el reciclado de concreto generalmente requiere trituración y cribado de una naturaleza similar a la requerida para canteras en lecho de roca. (Carlos (Escobar, 2009)

- **Procesamiento secundario (aprovechamiento) cribado secundario**

Una vez que las materias primas, piedra, grava, escoria o concreto reciclado, han sido reducidas al rango general del tamaño deseado, usualmente por debajo de 3 pulg. (75 mm), se hace entonces necesario separarlas aún más en agregado fino, más fino que la criba No. 4 (4.75 mm) y agregado grueso, usualmente en dos o más intervalos de tamaños. Esto se logra con mayor frecuencia con cribas vibratorias o placas perforadas con aberturas cuadradas, redondas o rectangulares apropiadas y en algunos casos por medio de cribas cilíndricas giratorias (criba rotatoria). (Escobar, 2009)

Los métodos de cribado operan mejor, produciendo los productos más consistentemente graduados, cuando se introducen a una tasa uniforme. Con frecuencia se usan depósitos de compensación y alimentadores especialmente diseñados para lograr esto. La tasa ideal de alimentación es la que distribuye las partículas a todo lo ancho y a una profundidad uniforme de toda la criba. Las cribas de plantas nunca son 100% eficientes, pero su eficiencia se lleva al óptimo al asegurar uniformidad de alimentación, de modo que todas las partículas tienen

la oportunidad de pasar a través de las aberturas. (Escobar, 2009)

La operación uniforme de una planta de procesamiento bien diseñada debe realizar el objetivo declarado de producir productos consistentes. Es importante hacer notar que, aunque pueden acomodarse una amplia variedad de granulometría del agregado, no pueden tolerarse variaciones extremas en la granulometría. La razón por la que esto es importante es evidente por los requerimientos del ACI 318 respecto a la calidad del concreto, que exigen que la resistencia promedio del concreto producido debe de exceder la resistencia a la compresión especificada utilizada en el diseño estructural, en cantidades que se hacen cada vez más grandes a medida que la desviación estándar de las determinaciones de resistencia se hace más grande. La uniformidad del concreto depende de la uniformidad de las partículas constituyentes, la mayor parte de las cuales son agregados. (Escobar, 2009)

- **Triturado secundario**

Estas trituradoras de las etapas posteriores son con mayor frecuencia del tipo de compresión (trituradoras de cono) o, cuando la roca no es muy abrasiva, del tipo de impacto (impulsor simple o doble, trituradora de martillos o molinos de quijada). Las trituradoras tipo impacto tienen una característica deseable por su capacidad para beneficiar ciertos productos por medio de la trituración selectiva de partículas nocivas, más suaves, que pueden ser removidas en las operaciones subsiguientes de cribado. (Escobar, 2009)

- **Lavado, cribado o tamizado con aire**

El procesamiento de muchos agregados requiere lavado para quitar sal, arcilla u otros recubrimientos persistentes que pueden adherirse a las partículas e interferir con la adherencia de la pasta de cemento y el agregado. El lavado es más a menudo necesario para agregados de grava provenientes de depósitos que contiene arcillas, que para los agregados de lecho de roca o de escoria producidos tal como se describe arriba. Sin embargo, algunos lechos sedimentarios de roca están interestratificados con arcilla o esquisto, y requieren, ciertamente, un vigoroso lavado para remover estos materiales. Muchas especificaciones imponen límites sobre los materiales más finos que las criba No. 200 (75  $\mu$ m), que son menos restrictivos cuando este material es primordialmente polvo de trituración proveniente de la

operación de trituración, esencialmente libre de arcilla y esquisto. En tales condiciones, puede no ser necesario incluir el lavado en el proceso de producción para piedra triturada o agregados gruesos de escoria, a menos que tengan que lavarse los recubrimientos o que tenga que satisfacerse una alta absorción. (Escobar, 2009)

Algunas especificaciones pueden requerir un límite más restrictivo en el material menor que No. 200 (75  $\mu\text{m}$ ) en el agregado grueso que el permitido, y la cantidad máxima del material que pasa la criba No. 200 (75  $\mu\text{m}$ ) puede estar limitada por una cantidad de 0.25 y 0.50%. Estos requisitos más restrictivos usualmente están asociados con trabajo especial cuando se necesita concreto de muy alta calidad. Sin embargo, debe reconocerse que cada manipulación de un agregado grueso generalmente causará un ligero incremento en el contenido de finos, haciendo que los límites extremadamente restrictivos sean difíciles de alcanzar sin relavado. (Escobar, 2009)

Clasificación del agua. El control de la granulometría y la remoción de algo del exceso de finos en los agregados finos normalmente se logran por medio de la clasificación en el agua. Se utiliza una gran variedad de artefactos de clasificación para este propósito, todos los cuales están basados en las diferentes tasas de sedimentación de las partículas de distinto tamaño. La clasificación por agua no es factible para tamaños más grandes de aproximadamente  $\frac{1}{4}$  de pulg. (6 mm). La granulometría puede controlarse con bastante exactitud por medio de re mezclado apropiado, a pesar del traslape de tamaños entre las celdas adyacentes de los artefactos habituales de clasificación. (Escobar, 2009)

- **Cribado final**

En este último cribado se busca obtener los tamaños de agregados solicitados por el cliente, cumpliendo con los criterios de calidad. (Escobar, 2009)

#### **1.1.14. USO DEL AGREGADO RECICLADO EN LA CONSTRUCCIÓN**

La aplicación más común de los áridos de concreto reciclado es en capas de base o subbases granulares, tratadas o sin tratar. Su proceso de almacenamiento y puesta en obra debe ser similar al de los áridos convencionales, si bien se debe tener especial cuidado para evitar la segregación de los áridos reciclados.

Los áridos reciclados pueden también utilizarse en la fabricación de nuevos firmes. Sus aplicaciones más habituales en capas de firmes son como concreto magro, concreto vibrado (con rodadura de 4 cm de concreto con áridos naturales), capas de base de concreto y concreto en pavimentos de arcenes. En todos estos casos, solamente se utilizarán los que no hayan sido deteriorados por la acción de la helada, reacciones ácido /álcali, ataques de sulfatos o la acción de las sales fundentes. El proceso de diseño, fabricación y puesta en obra de los concretos en los que se utilizan los áridos reciclados es similar al de los concretos con áridos naturales.

Cruz y Velázquez (2004) afirman que el punto más importante en la aplicación del concreto reciclado, lo constituye el factor económico. Si el costo del agregado reciclado es menor que el de agregado natural, su uso será extenso. Si existen circunstancias como la no existencia de agregados naturales disponibles o, arenas donde el agregado natural no es suficiente para atender la demanda, así como lugares en los que las cantidades de escombros de concreto generadas sean lo suficientemente grandes para permitir buena economía del proceso, dependerá su uso y aplicación para cada lugar en particular.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El concreto en nuestra realidad social toma un papel de gran importancia, debido a las demandas de materiales, la creciente preocupación por conservar la calidad del ambiente y a su uso como material básico en la construcción de distintos tipos de infraestructuras; por ejemplo: carreteras, viviendas, escuelas, institutos de salud, entre otras, por lo cual surge la necesidad de encontrar agregados alternativos que replacen el uso del agregado natural, brindando la oportunidad de utilizar agregados reciclados de concreto, que nos otorgue características similares al concreto fabricado con agregados naturales.

La investigación busca complementar conocimientos existentes sobre agregados de concreto reciclado que podrían sustituir a los agregados naturales en la preparación del concreto, de tal modo que se dé a conocer los porcentajes óptimos de sustitución, para que los concretos que mantengan o mejoren sus propiedades físicas y mecánicas, y cumplan con las especificaciones técnicas de la Norma Técnica Peruana NTP. Por tal razón, esta investigación permite mostrar la caracterización de las propiedades de los agregados obtenidos del reciclaje de pavimentos rígidos y especímenes de concreto (briquetas y viguetas), y los resultados obtenidos de los ensayos físicos y mecánicos del concreto con sustitución parcial y total de agregados reciclados mostrando soluciones en lo que

respecta a la aplicación de áridos reciclado en el concreto, que aporten un bien ecológico, económico y científico de calidad, de manera que contribuyan con el desarrollo y crecimiento óptimo del país.

La presente investigación tiene como finalidad, la de brindar una herramienta para futuras investigaciones en el tema concretos elaborados con agregados reciclados, la cual favorecerá en primer orden a los estudiantes de la Universidad San Pedro. Así mismo serán favorecidos el campo de profesionales en la ingeniería civil dedicados al ámbito de la construcción, que tendrán en su poder información y datos verídicos acerca de las ventajas y desventajas del uso de áridos reciclados en el concreto convencional, en la ciudad de Huaraz, los cuales también podrán ser aplicados en futuros proyectos de ingeniería donde se necesite nuevas tecnologías para un mejor comportamiento del concreto.

### **1.3. PROBLEMA**

#### **1.3.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El alto crecimiento poblacional que presenta la ciudad de Huaraz, conjuntamente con el desarrollo económico producido en el sector de la construcción en los últimos años, afecta negativamente y de forma directa al medio ambiente por la continua generación de residuos de construcción, estos residuos se presentan en grandes volúmenes y constituyen un gran problema debido a que la generación va en aumento: Los residuos generados no se gestionan de manera individual y cualquier residuo, de cualquier origen, tiene como destino final botaderos informales los cuales se hacen más visibles por los alrededores de la ciudad de Huaraz.

Hoy en día la alternativa más extendida para la eliminación de estos residuos de construcción y demolición es el vertido, en nuestro país anualmente se incrementa la producción de residuos de concreto, del cual no se recicla ni el 1 % y los cuales se vierten incontroladamente en los basureros.

Los escombros en la ciudad de Huaraz son los residuos menos cotizados, son peligrosos para el ambiente y la legislación no toma medidas sobre su vertido indiscriminado. Es importante tener en cuenta que estos ocupan un gran volumen dentro de los vertederos lo cual reduce el tiempo de vida útil de los mismos, generando a su vez un gran problema debido a la falta de lugares de depósito apropiados y esto se convierte en un grave problema ya que si no se gestionan correctamente pueden comportar impactos

ambientales provocando deterioro de los recursos naturales, contaminación, destrucción de flora y fauna etc. Por ello surge la necesidad de habilitar mecanismos de gestión adecuados, vinculados al reciclaje, capaces de dar una respuesta rápida y eficiente ante tal situación.

### 1.3.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas referidas del concreto, con sustitución de áridos reciclados?

## 1.4. CONCEPTUACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 1.4.1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Diseño de la Investigación
¿Cuáles son las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas referidas del concreto, con sustitución de áridos reciclados?	<b>General</b>	<b>Tipo de</b>
	Evaluar las propiedades físicas y mecánicas referidas del concreto, con sustitución de áridos reciclados.	<b>Investigación:</b> Descriptiva - Comparativa
	<b>Específicos</b>	<b>Diseño de</b>
	A. Evaluar las propiedades físicas del agregado fino de concreto reciclado, de ensayos efectuados en laboratorio, con el uso de fichas técnicas.	<b>Investigación:</b>
	B. Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con sustitución de agregado fino de concreto reciclado, de ensayos efectuados en laboratorio, con el uso de fichas técnicas.	Diseño no Experimental.
	C. Evaluar y comparar los resultados de los ensayos efectuados en laboratorio, acerca de las propiedades físicas y mecánicas de concreto con sustitución de agregado fino de concreto reciclado, con interpretación estadística.	

Fuente: Elaboración Propia

#### 1.4.2. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

<b>Variable Descriptiva 1</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Propiedades físicas y mecánicas del concreto	Características en estado fresco y endurecido que posee cada concreto en base a los materiales utilizados en su diseño y elaboración	Características del concreto las cuales se miden mediante ensayos de laboratorio, en el caso de la presente investigación se evaluarán ensayos verídicos de las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto con sustitución parcial y total del agregado fino natural por agregado fino de concreto reciclado.	Consistencia Resistencia a la compresión Resistencia a la flexión	Nominal Malo (1), Regular(2), Normal(3), Bueno(4)

Fuente: Elaboración Propia

<b>Variable Descriptiva 2</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicador</b>	<b>Escala</b>
Propiedades físicas de áridos reciclados	Características de los agregados las cuales se miden mediante ensayos de laboratorio, en el caso de la presente investigación se evaluarán ensayos verídicos de las propiedades físicas del agregado fino de concreto reciclado.	Granulometría Peso Unitario Humedad Peso Específico Absorción	Nominal Malo (1), Regular(2), Normal(3), Bueno(4)

Fuente: Elaboración Propia

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar las propiedades físicas y mecánicas referidas del concreto, con sustitución de áridos reciclados.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- Evaluar las propiedades físicas del agregado fino de concreto reciclado, de ensayos efectuados en laboratorio, con el uso de fichas técnicas.
- Evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con sustitución de agregado fino de concreto reciclado, de ensayos efectuados en laboratorio, con el uso de fichas técnicas.
- Evaluar y comparar los resultados de los ensayos efectuados en laboratorio, acerca de las propiedades físicas y mecánicas de concreto con sustitución de agregado fino de concreto reciclado, con interpretación estadística.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

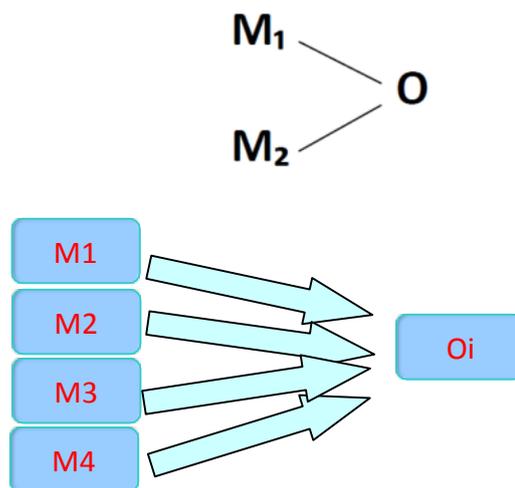
El método de investigación que se aplica es descriptivo ya que se emplearon 4 investigaciones de las cuales se recolectaron datos como: resultados de caracterización de áridos reciclados y ensayos de concretos elaborados con los mismos, estos fueron evaluados mediante fichas técnicas.

A su vez la investigación permitió analizar y comparar mediante interpretación estadística los datos recolectados como son: las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con áridos reciclados y las propiedades físicas de los áridos reciclados. Los resultados de la evaluación son presentados como aportes para la mejora de concretos de construcción.

### 2.2. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

#### 2.2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación es descriptivo comparativo, porque se evaluaron los resultados ya mencionados, mediante el uso de fichas técnicas e interpretación estadística, con la finalidad de averiguar que áridos reciclados y concretos poseen las mejores propiedades físicas y mecánicas.



Dónde:

- **M1:** Muestra 1 de Elementos (Caracterización de áridos reciclado y propiedades físicas y mecánicas del concreto).
- **M2:** Muestra 2 de Elementos (Caracterización de áridos reciclado y propiedades físicas y mecánicas del concreto).

- **M3:** Muestra 3 de Elementos (Caracterización de áridos reciclado y propiedades físicas y mecánicas del concreto).
- **M4:** Muestra 4 de Elementos (Caracterización de áridos reciclado y propiedades físicas y mecánicas del concreto).
- **O1:** Variable independiente (Áridos reciclados y concreto con buenas propiedades físicas y mecánicas).

### **2.2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de investigación corresponde a ser no experimental porque se busca conocer y evaluar cuales fueron los resultados obtenidos sobre la caracterización de agregado fino de concreto reciclado y los resultados de los ensayos realizados a los concretos con sustitución total y parcial del agregado reciclado, utilizando para la evaluación fichas técnicas. También esta investigación permitió analizar y comparar mediante interpretación estadística los datos recolectados de las propiedades físicas y mecánicas del concreto elaborado con agregado fino de concreto reciclado.

### **2.2.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

El enfoque es cuantitativo porque para hacer posible en el desarrollo del trabajo fue necesario apoyarse en la metodología estadística tanto en la fase descriptiva como en la fase inferencial, como, por ejemplo: la media aritmética, la varianza, la desviación estándar y coeficiente de variación.

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **2.3.1. POBLACIÓN**

Está conformado por 4 investigaciones referidas a la sustitución de agregados finos naturales por agregados finos de concreto reciclado.

### **2.3.2. MUESTRA**

Tiene el mismo tamaño de la población

- Caracterización de agregado fino de concreto reciclado
- Resultados de ensayos de concreto con sustitución de agregado fino de concreto reciclado.

## **2.4. INSTRUMENTOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **2.4.1. INSTRUMENTOS**

Se usó como instrumentos de investigación, fichas técnicas en las cuales se evaluaron los resultados de una serie de ensayos como son:

- Granulometría
- Peso Unitario
- Humedad
- Peso Específico
- Absorción
- Consistencia
- Resistencia a la Compresión
- Resistencia a la Flexión

Las fichas técnicas utilizadas son digitales ya que para evaluar los resultados de las propiedades como peso unitario, humedad, peso específico y absorción no existen valores de referencia aceptados por consiguiente no puede determinarse con exactitud. Por ello es necesario hacer uso de parámetros estadísticos sobre la precisión de los resultados los cuales están establecidos en normas técnicas vigentes, estos son:

- Media
- Desviación estándar
- Coeficiente de Variación

Las fichas técnicas obtuvieron una calificación de acuerdo a la sumatoria de la valoración realizada a cada parámetro de evaluación establecido en las mismas, de esta forma se mostró numéricamente que los agregados y concretos que presenten mayor puntaje son los que poseen mejores propiedades respecto a los demás dentro de la muestra evaluada.

## **2.4.2. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DE LOS INSTRUMENTOS**

### **Validación (por método de expertos)**

Los instrumentos de evaluación (fichas técnicas) fueron validados y verificados por un experto en el ámbito de tecnología del concreto y resistencia de materiales.

En primera instancia se verificó si las fichas técnicas eran aceptables y permitían evaluar las variables consideradas, de modo contrario se realizarían las correcciones pertinentes hasta lograr un instrumento de evaluación aceptable, de esta forma el ingeniero dio constancia de aprobación de los instrumentos de investigación. (VER ANEXOS)

## **2.4.3. FUENTES DE INFORMACIÓN**

**Para la evaluación se utilizó información de 4 investigaciones las cuales son:**

- Investigación N°01: Análisis comparativo de resistencia a la flexión de un concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado con agregado fino reciclado en porcentajes de 15 y 25%.

Autor: Toledo Sifuentes Ryhisto Alessandro

- Investigación N°02: Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, Jr. Sargento Lores, distrito Morales – San Martín.

Autor: Rengifo Candela Moushelly Dayan

- Investigación N°03: Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>.

Autor: Urbina Padilla Erick Jonathan

- Investigación N°03: Evaluación de la resistencia a compresión y a la flexión del concreto de agregado fino reciclado de concreto variando la relación agua cemento.

Autor: Rativa Socha Freddy Andrés y Carrasco Campos Jairo Alexander

## **2.5. PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

- A. Recolección de resultados de ensayos de laboratorio.
- B. Aplicación de instrumentos de evaluación de datos (fichas técnicas).
- C. Análisis y comparación de resultados mediante interpretación estadística.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. EVALUACIÓN DE PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE AFR (AGREGADO FINO RECICLADO)

##### 3.1.1. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL AFR

###### Resultados de evaluación – Investigación N°01

**Tabla 7.** Resultados de evaluación – Análisis Granulométrico – Investigación N°01

Procedencia del AFR	Malo (0-6)	Regular (7-12)	Normal (13-18)	Bueno (19-24)
Briquetas		11		

Fuente: elaboración propia

**Tabla 8.** Resultados de evaluación – Contenido de Humedad – Investigación N°01

Procedencia del AFR	Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Bueno (3)
Briquetas			2	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 9.** Resultados de evaluación – Peso Unitario – Investigación N°01

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Briquetas				6

Fuente: elaboración propia

**Tabla 10.** Resultados de evaluación – Peso Específico y % de Absorción – Investigación N°01

Procedencia del AFR	Malo (0-3)	Regular (4-6)	Normal (7-9)	Bueno (10-12)
Briquetas		4		

Fuente: elaboración propia

## Resultados de evaluación – Investigación N°02

**Tabla 11.** Resultados de evaluación – Análisis Granulométrico – Investigación N°02

Procedencia del AFR	Malo (0-6)	Regular (7-12)	Normal (13-18)	Bueno (19-24)
Demolición Pavimento rígido			14	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 12.** Resultados de evaluación – Contenido de Humedad – Investigación N°02

Procedencia del AFR	Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Bueno (3)
Demolición Pavimento rígido			2	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 13.** Resultados de evaluación – Peso Unitario – Investigación N°02

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Demolición Pavimento rígido		2		

Fuente: elaboración propia

**Tabla 14.** Resultados de evaluación – Peso Específico y % de Absorción –  
Investigación N°02

Procedencia del AFR	Malo (0-3)	Regular (4-6)	Normal (7-9)	Bueno (10-12)
Demolición Pavimento rígido			7	

Fuente: elaboración propia

## Resultados de evaluación – Investigación N°03

**Tabla 15.** Resultados de evaluación – Análisis Granulométrico – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-6)	Regular (7-12)	Normal (13-18)	Bueno (19-24)
Demolición de Edificaciones				19

Fuente: elaboración propia

**Tabla 16.** Resultados de evaluación – Contenido de Humedad – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Bueno (3)
Demolición de Edificaciones				3

Fuente: elaboración propia

**Tabla 17.** Resultados de evaluación – Peso Unitario – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Demolición de Edificaciones			4	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 18.** Resultados de evaluación – Peso Específico y % de Absorción – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-3)	Regular (4-6)	Normal (7-9)	Bueno (10-12)
Demolición de Edificaciones				12

Fuente: elaboración propia

### 3.1.2. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

#### Resultados de evaluación – Investigación N°01

**Tabla 19.** Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°01

Procedencia del AFR	Malo (0-0.75)	Regular (0.76-1.5)	Normal (1.6-2.25)	Bueno (2.26-3)
Briquetas		0.7		

Fuente: elaboración propia

#### Resultados de evaluación – Investigación N°02

**Tabla 20.** Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°02

Procedencia del AFR	Malo (0-0.75)	Regular (0.76-1.5)	Normal (1.6-2.25)	Bueno (2.26-3)
Demolición Pavimento rígido			2	

Fuente: elaboración propia

### Resultados de evaluación – Investigación N°03

**Tabla 21.** Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-0.75)	Regular (0.76-1.5)	Normal (1.6-2.25)	Bueno (2.26-3)
Demolición de Edificaciones		1		

Fuente: elaboración propia

### Resultados de evaluación – Investigación N°03

**Tabla 22.** Resultados de evaluación – Consistencia del Concreto – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-0.75)	Regular (0.76-1.5)	Normal (1.6-2.25)	Bueno (2.26-3)
Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones			2	

Fuente: elaboración propia

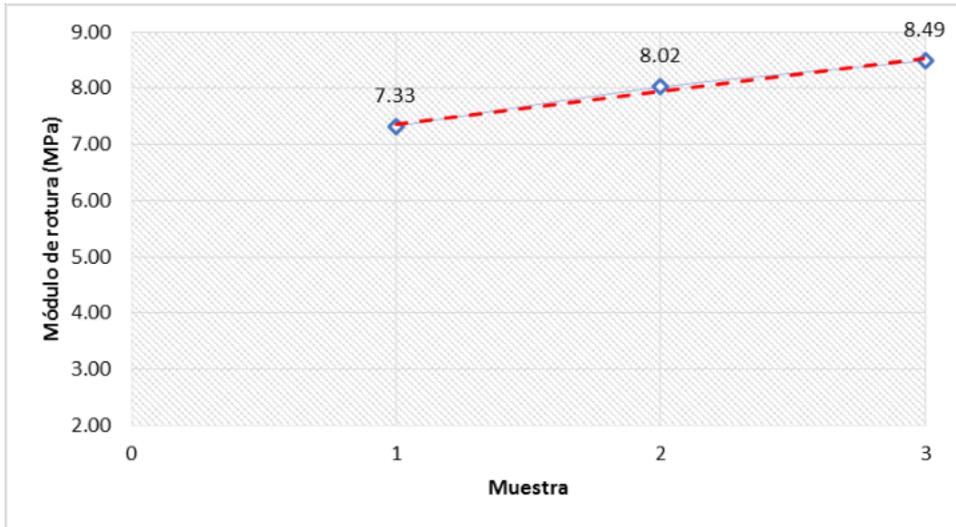
### 3.1.3. RESULTADO DE ENSAYO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

#### Resultados de evaluación – Investigación N°01

**Tabla 23.** Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.079	Muestra		
	1	2	3
Ancho promedio (mm)	155.00	151.67	152.30
Altura promedio (mm)	155.37	151.00	154.67
Longitud de tramo (mm)	450.00	450.00	450.00
Carga máxima de rotura (N)	40613.40	41103.90	45812.70
Módulo de Rotura (MPa)	7.33	8.02	8.49
Promedio (Mpa)		7.95	

Fuente: elaboración propia



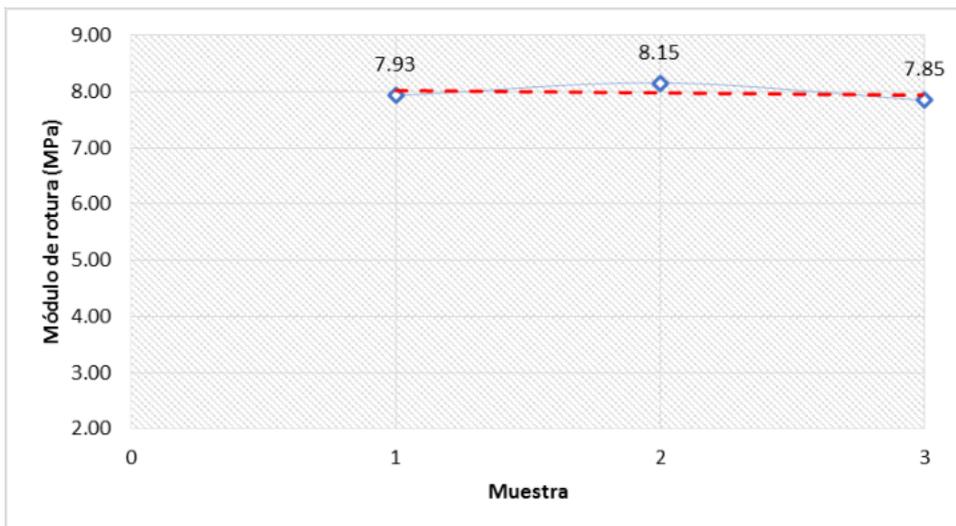
**Figura 9.** Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días)

Fuente: elaboración propia

**Tabla 24.** Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.079	Muestra		
	1	2	3
Ancho promedio (mm)	154.67	155.00	154.00
Altura promedio (mm)	152.37	153.37	153.67
Longitud de tramo (mm)	450.00	450.00	450.00
Carga máxima de rotura (N)	42183.00	44046.90	42281.10
Módulo de Rotura (MPa)	<b>7.93</b>	<b>8.15</b>	<b>7.85</b>
Promedio (Mpa)	7.98		

Fuente: elaboración propia



**Figura 10.** Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días)

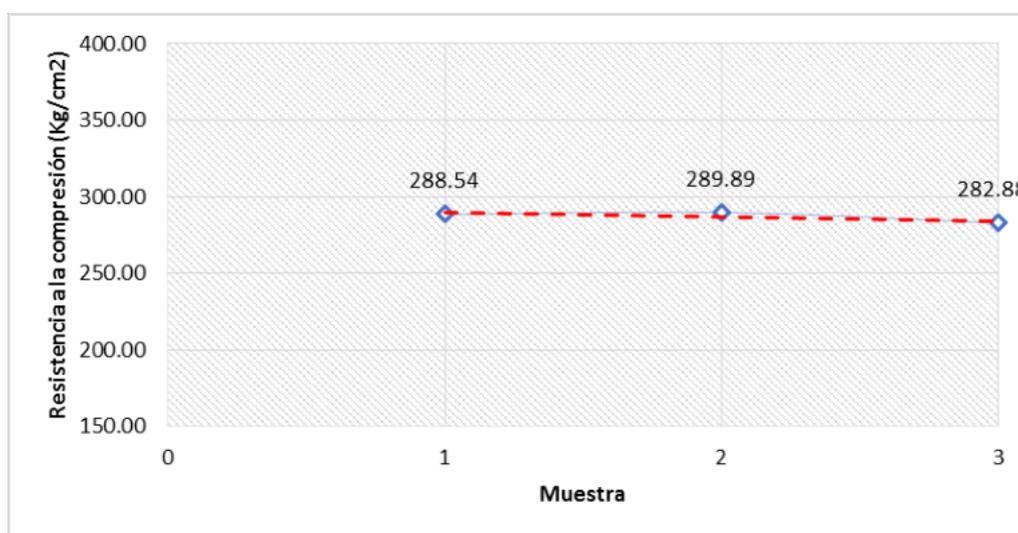
Fuente: elaboración propia

## Resultados de evaluación – Investigación N°02

**Tabla 25.** Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.034	Muestra		
	1	2	3
Diametro (cm)	15.00	15.00	15.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71
Carga (Kg)	50990.00	51228.00	49989.00
f'cd (kg/cm <sup>2</sup> )	288.54	289.89	282.88
Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	287.11		

Fuente: elaboración propia



**Figura 11.** Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días)

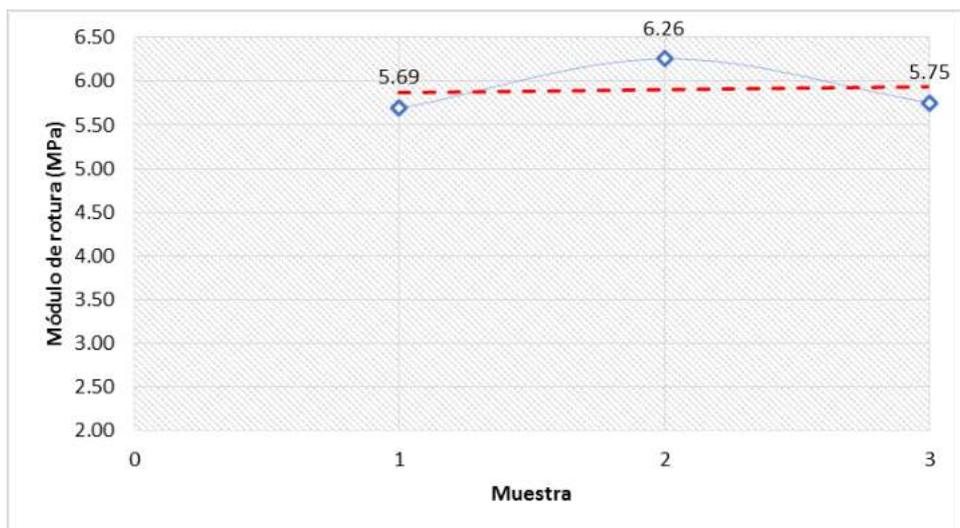
Fuente: elaboración propia

## Resultados de evaluación – Investigación N°03

**Tabla 26.** Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.078	Muestra		
	1	2	3
Ancho promedio (mm)	154.00	151.00	156.00
Altura promedio (mm)	153.00	150.00	153.00
Longitud de tramo (mm)	500.00	500.00	500.00
Carga máxima de rotura (N)	41014.04	42514.48	42014.37
Módulo de Rotura (MPa)	5.69	6.26	5.75
Promedio (Mpa)	5.90		

Fuente: elaboración propia



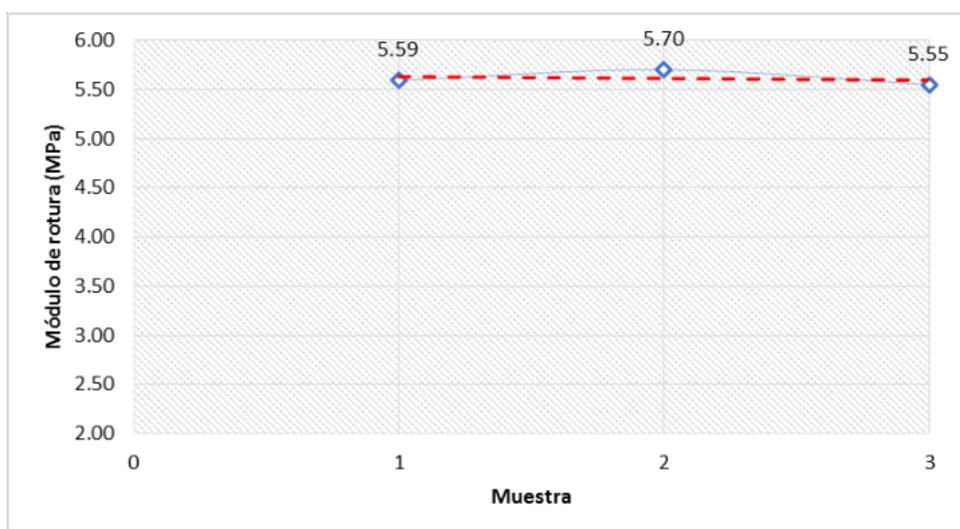
**Figura 12.** Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 15% de AFR (28 días)

Fuente: elaboración propia

**Tabla 27.** Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.078	Muestra		
	1	2	3
Ancho promedio (mm)	151.00	150.00	150.00
Altura promedio (mm)	152.00	152.00	156.00
Longitud de tramo (mm)	500.00	500.00	500.00
Carga máxima de rotura (N)	39013.29	39513.50	40513.83
Módulo de Rotura (MPa)	<b>5.59</b>	<b>5.70</b>	<b>5.55</b>
Promedio (Mpa)	5.61		

Fuente: elaboración propia



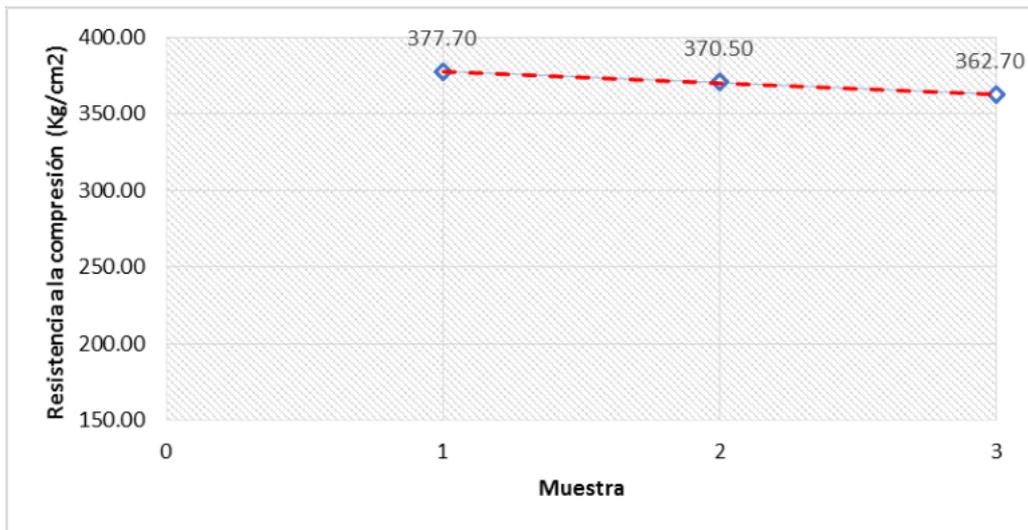
**Figura 13.** Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 25% de AFR (28 días)

Fuente: elaboración propia

**Tabla 28.** Resistencia a la Compresión – 15% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.034	Muestra		
	1	2	3
Diametro (cm)	15.00	15.00	15.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71
Carga (Kg)	66745.10	65472.75	64094.38
f'cd (kg/cm <sup>2</sup> )	377.70	370.50	362.70
Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	370.30		

Fuente: elaboración propia



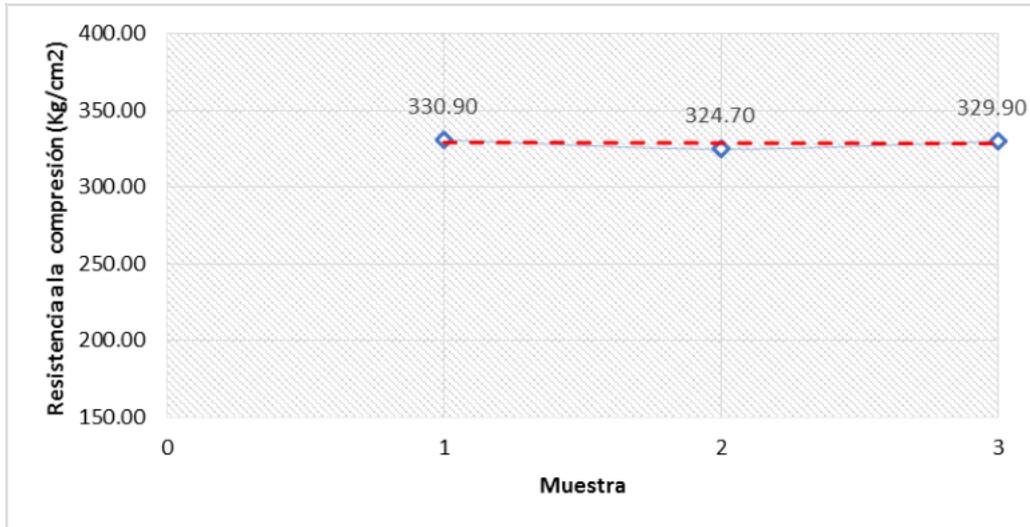
**Figura 14.** Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 15% de AFR (28 días)

Fuente: elaboración propia

**Tabla 29.** Resistencia a la Compresión – 25% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.034	Muestra		
	1	2	3
Diametro (cm)	15.00	15.00	15.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71
Carga (Kg)	58474.86	57379.23	58298.14
f'cd (kg/cm <sup>2</sup> )	330.90	324.70	329.90
Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	328.50		

Fuente: elaboración propia



**Figura 15.** Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 25% de AFR (28 días)

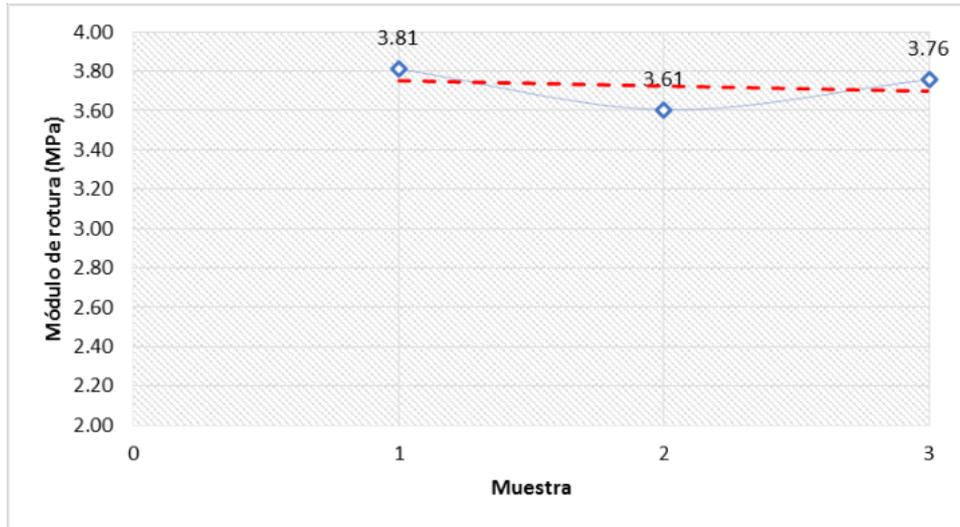
Fuente: elaboración propia

### Resultados de evaluación – Investigación N°03

**Tabla 30.** Resistencia a la flexión – 100% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.078	Muestra		
	1	2	3
Ancho promedio (mm)	150.00	150.00	150.00
Altura promedio (mm)	150.00	150.00	150.00
Longitud de tramo (mm)	450.00	450.00	450.00
Carga máxima de rotura (N)	28590.00	27042.00	28189.00
Módulo de Rotura (MPa)	<b>3.81</b>	<b>3.61</b>	<b>3.76</b>
Promedio (Mpa)	3.73		

Fuente: elaboración propia



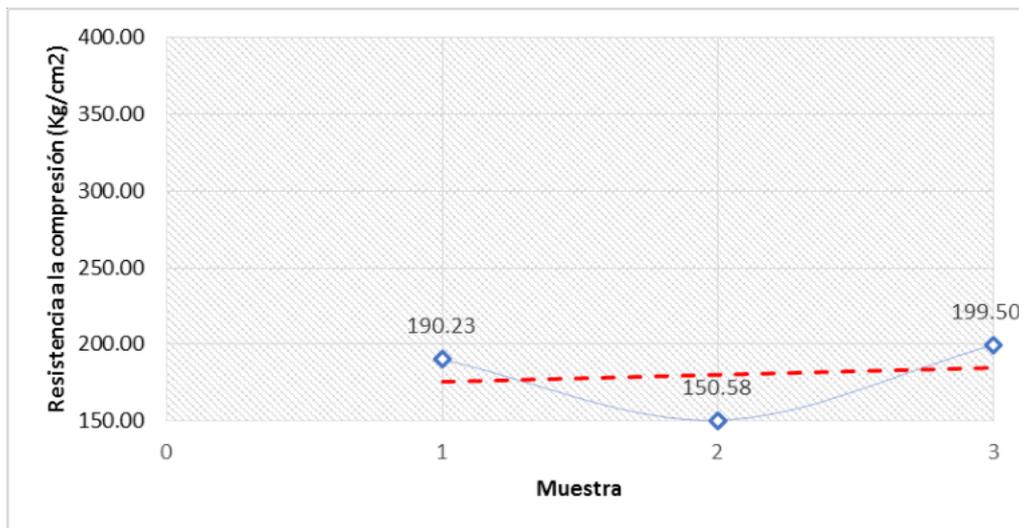
**Figura 16.** Comportamiento de la Resistencia a la flexión – 100% de AFR (28 días)

Fuente: elaboración propia

**Tabla 31.** Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días)

Datos de Rotura NTP 339.034	Muestra		
	1	2	3
Diametro (cm)	15.00	15.00	15.00
Área (cm <sup>2</sup> )	176.71	176.71	176.71
Carga (Kg)	33616.00	26609.38	35253.92
f'cd (kg/cm <sup>2</sup> )	190.23	150.58	199.50
Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	180.10		

Fuente: elaboración propia



**Figura 17.** Comportamiento de la Resistencia a la Compresión – 100% de AFR (28 días)

Fuente: elaboración propia

### 3.1.4. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

#### Resultados de evaluación – Investigación N°01

**Tabla 32.** Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°01

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Briquetas				6

Fuente: elaboración propia

#### Resultados de evaluación – Investigación N°02

**Tabla 33.** Resultados de evaluación – Resistencia a la Compresión – Investigación N°02

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Demolición Pavimento rígido				6

Fuente: elaboración propia

#### Resultados de evaluación – Investigación N°03

**Tabla 34.** Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Demolición de Edificaciones				6

Fuente: elaboración propia

**Tabla 35.** Resultados de evaluación – Resistencia a la Compresión – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Demolición de Edificaciones				6

Fuente: elaboración propia

## Resultados de evaluación – Investigación N°03

**Tabla 36.** Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones			4	

Fuente: elaboración propia

**Tabla 37.** Resultados de evaluación – Resistencia a la Flexión – Investigación N°03

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones		3		

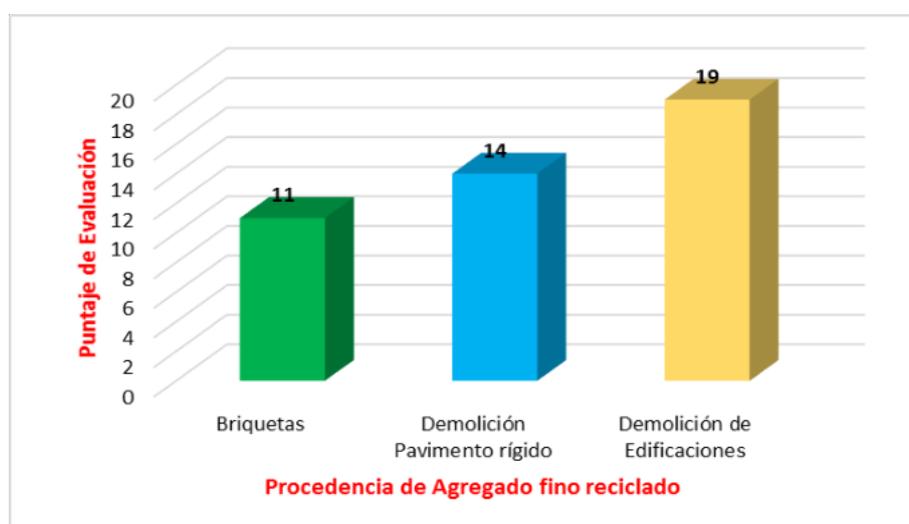
Fuente: elaboración propia

### 3.1.5. COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL AFR.

**Tabla 38.** Puntaje - Análisis Granulométrico de AFR.

Procedencia del AFR	Malo (0-6)	Regular (7-12)	Normal (13-18)	Bueno (19-24)
Briquetas		11		
Demolición Pavimento rígido			14	
Demolición de Edificaciones				19

Fuente: elaboración propia



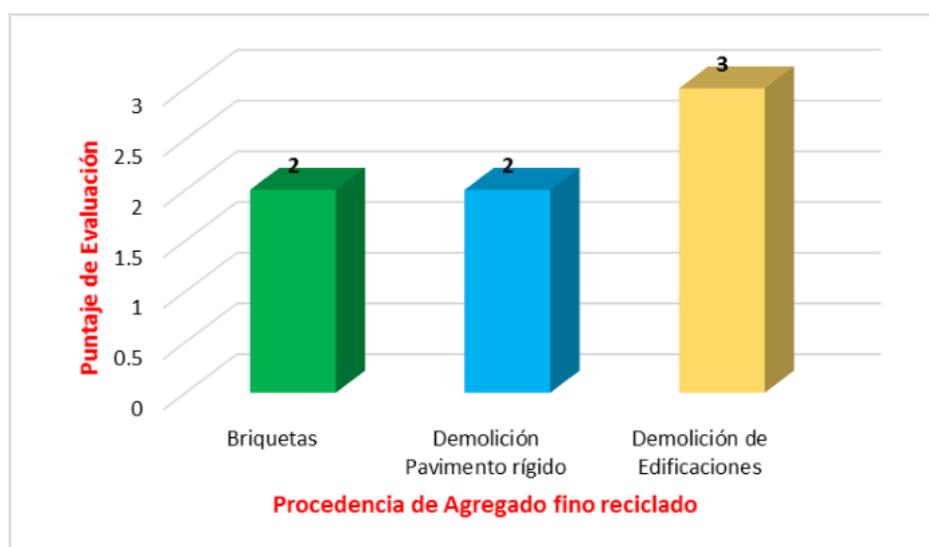
**Figura 18.** Comparación de puntaje – Análisis Granulométrico de AFR.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 39.** Puntaje – Contenido de Humedad de AFR.

Procedencia del AFR	Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Bueno (3)
Briquetas			2	
Demolición Pavimento rígido			2	
Demolición de Edificaciones				3

Fuente: elaboración propia



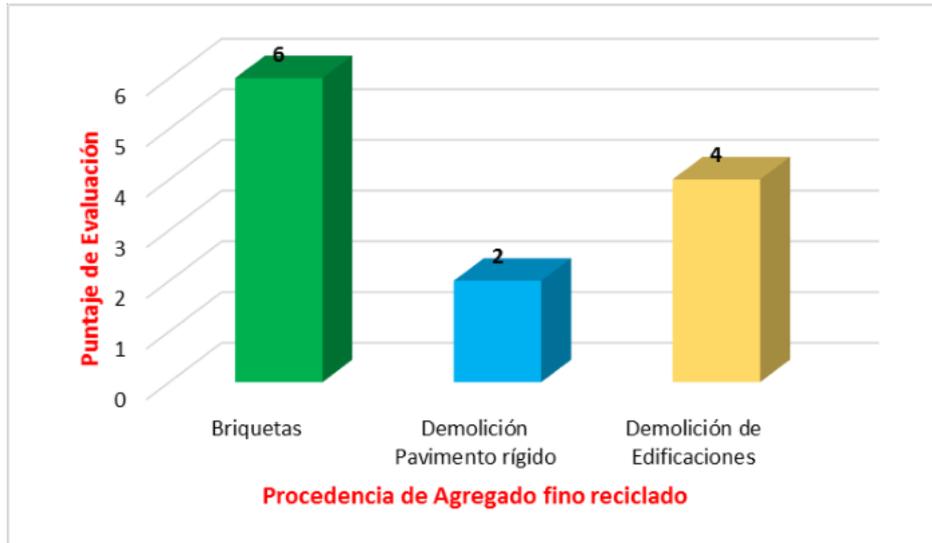
**Figura 19.** Comparación de puntaje – Contenido de Humedad de AFR.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 40.** Puntaje – Peso Unitario de AFR.

Procedencia del AFR	Malo (0-1)	Regular (2-3)	Normal (4-5)	Bueno (6)
Briquetas				6
Demolición Pavimento rígido		2		
Demolición de Edificaciones			4	

Fuente: elaboración propia



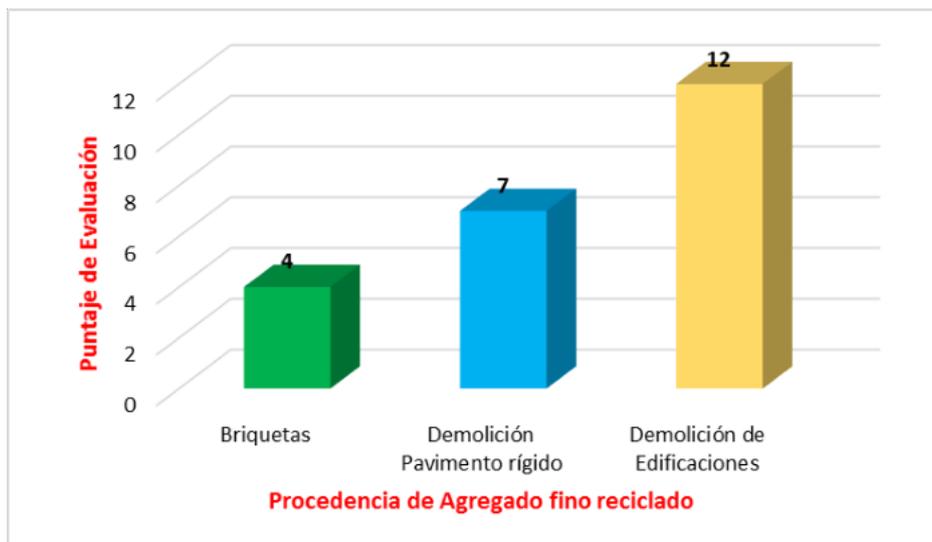
**Figura 20.** Comparación de puntaje – Peso Unitario de AFR.

Fuente: elaboración propia

**Tabla 41.** Puntaje – Peso Específico y % de Absorción de AFR.

Procedencia del AFR	Malo (0-3)	Regular (4-6)	Normal (7-9)	Bueno (10-12)
Briquetas		4		
Demolición Pavimento rígido			7	
Demolición de Edificaciones				12

Fuente: elaboración propia



**Figura 21.** Comparación de puntaje – Peso Específico y % de Absorción de AFR.

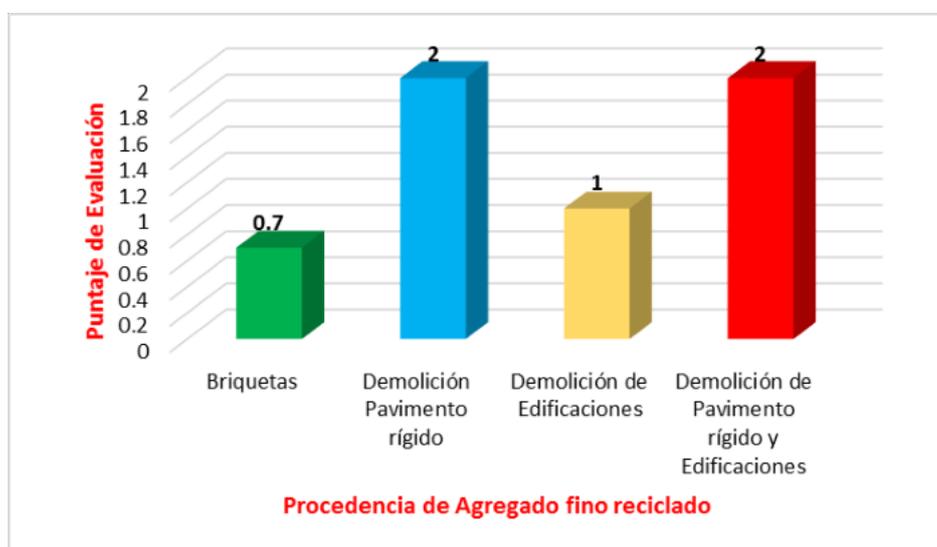
Fuente: elaboración propia

### 3.1.6. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO.

**Tabla 42.** Puntaje – Consistencia del concreto.

Procedencia del AFR	Malo (0-0.75)	Regular (0.76-1.5)	Normal (1.6-2.25)	Bueno (2.26-3)
Briquetas		0.7		
Demolición Pavimento rígido			2	
Demolición de Edificaciones		1		
Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones			2	

Fuente: elaboración propia



**Figura 22.** Comparación de puntaje – Consistencia del Concreto.

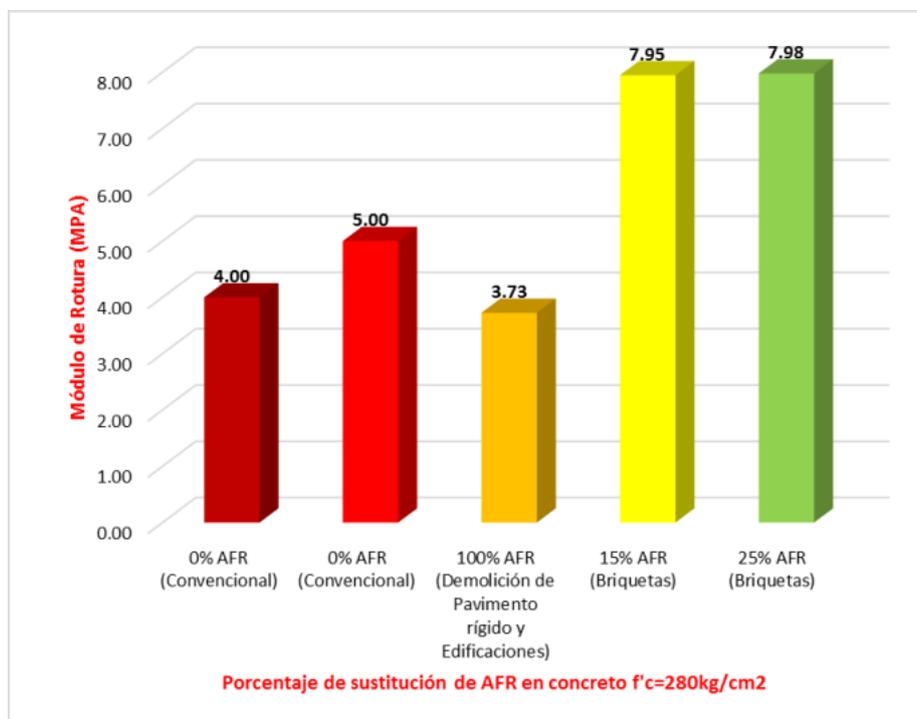
Fuente: elaboración propia

### 3.1.7. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO.

**Tabla 43.** Resistencia promedio a la flexión a los 28 días de edad

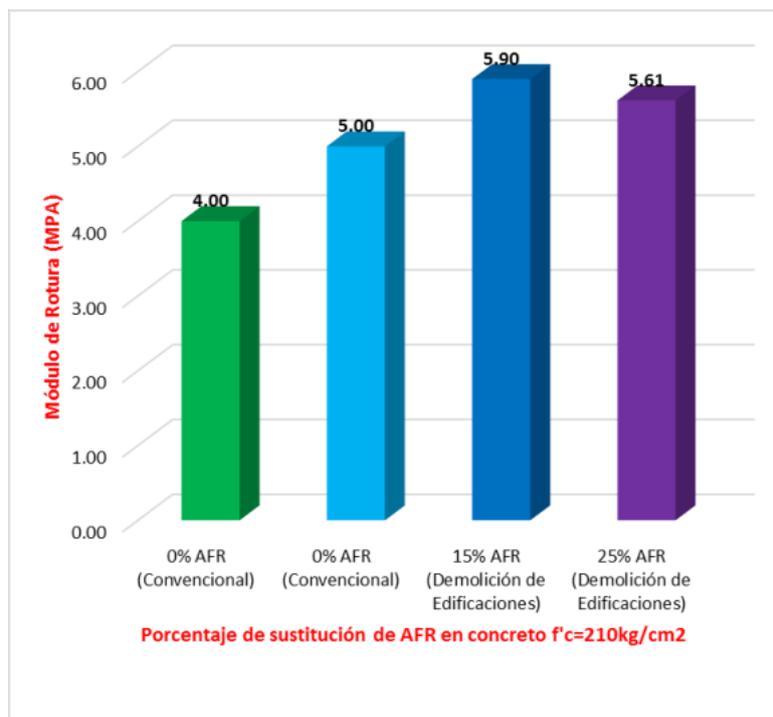
Concreto a 28 Días	NTP	Módulo de rotura promedio (Mpa)
0% AFR (Convencional)	339.078	4.00
0% AFR (Convencional)	339.079	5.00
100% AFR (Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones)	339.078	3.73
15% AFR (Briquetas)	339.079	7.95
25% AFR (Briquetas)	339.079	7.98
0% AFR (Convencional)	339.078	4.00
0% AFR (Convencional)	339.079	5.00
15% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.078	5.90
25% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.078	5.61

Fuente: elaboración propia



**Figura 23.** Comparación de módulos de rotura promedio a los 28 días de edad –  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia



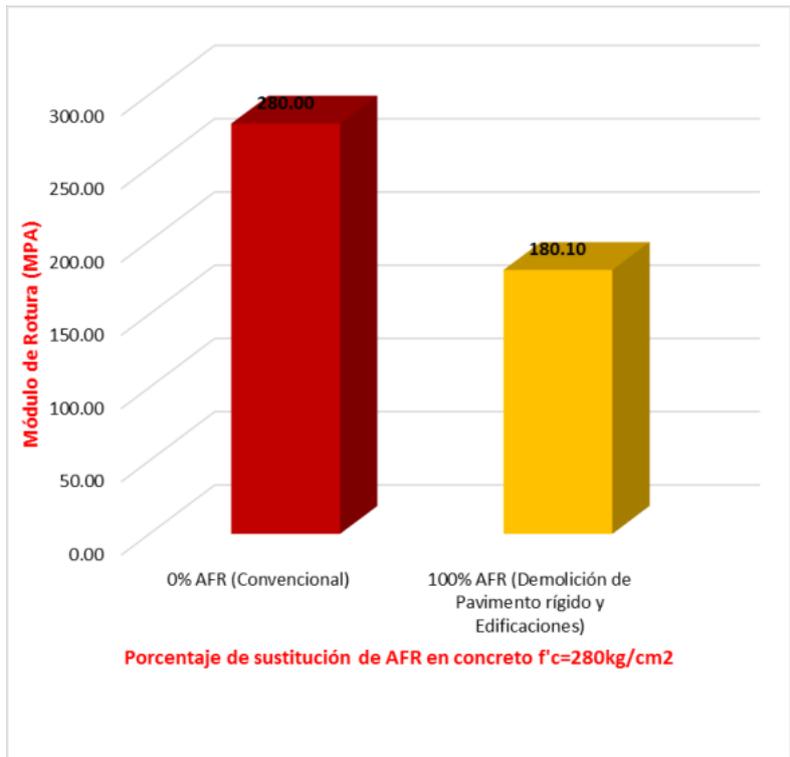
**Figura 24.** Comparación de módulos de rotura promedio a los 28 días de edad –  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia

**Tabla 44.** Resistencia promedio a la compresión a los 28 días de edad

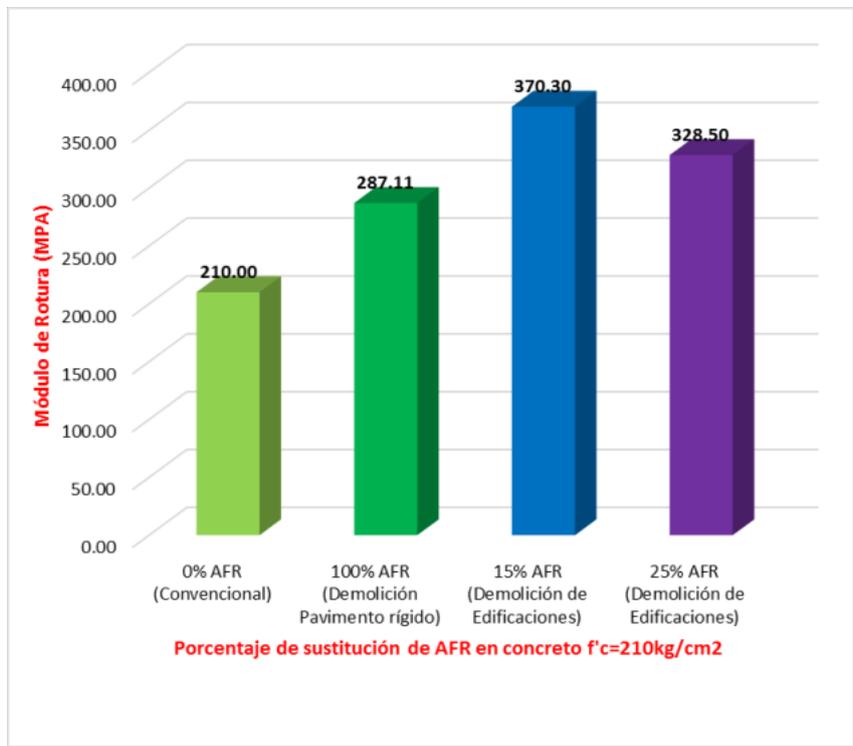
Concreto a 28 Días	NTP	Resistencia promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
0% AFR (Convencional)	339.034	<b>280.00</b>
100% AFR (Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones)	339.034	<b>180.10</b>
0% AFR (Convencional)	339.034	<b>210.00</b>
100% AFR (Demolición Pavimento rígido)	339.034	<b>287.11</b>
15% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.034	<b>370.30</b>
25% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.034	<b>328.50</b>

Fuente: elaboración propia



**Figura 25.** Comparación de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de edad  
-  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia



**Figura 26.** Comparación de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de edad  
-  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

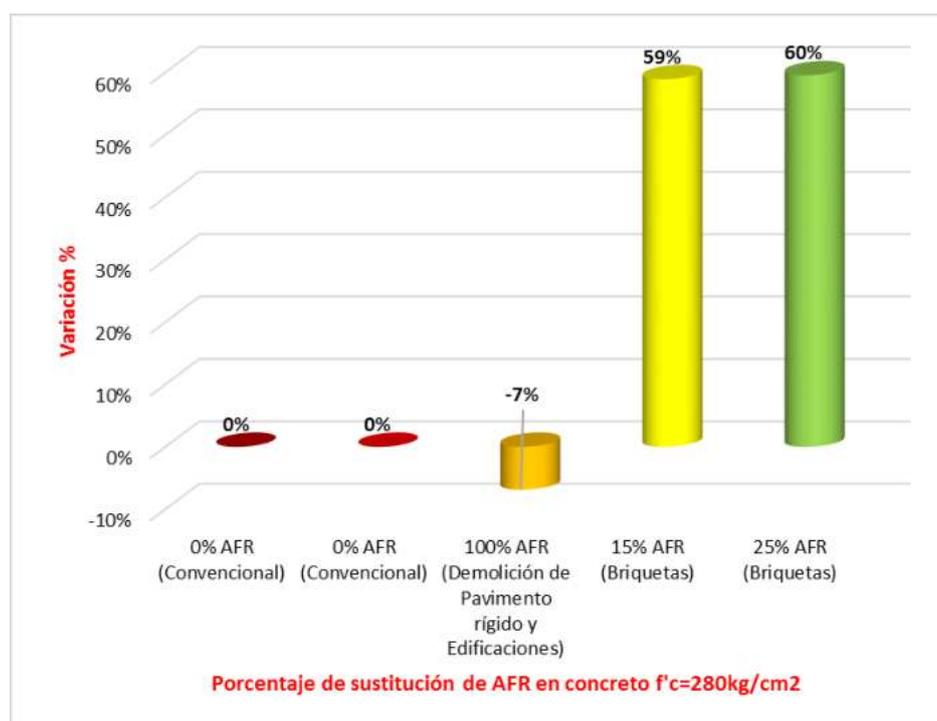
Fuente: elaboración propia

### 3.1.8. VARIACIÓN DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO.

**Tabla 45.** Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la flexión.

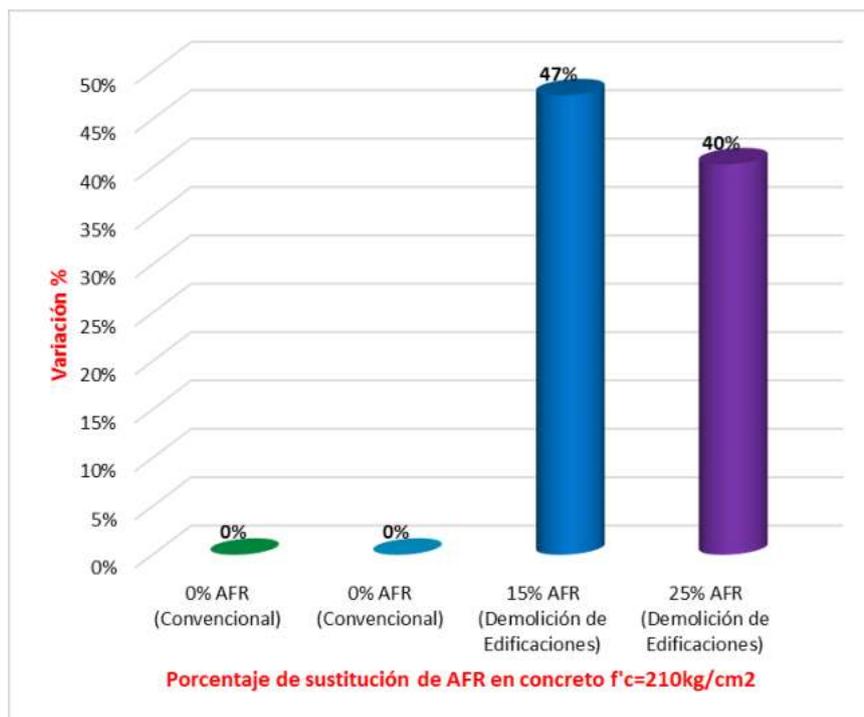
Descripción	NTP	Mr Aceptable (Mpa)	Módulo de rotura a los 28 Días (Mpa)	Variación (Mpa)	Variación %
0% AFR (Convencional)	339.078	4.00	4.00	0.00	0%
0% AFR (Convencional)	339.079	5.00	5.00	0.00	0%
100% AFR (Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones)	339.078	4.00	3.73	-0.27	-7%
15% AFR (Briquetas)	339.079	5.00	7.95	2.95	59%
25% AFR (Briquetas)	339.079	5.00	7.98	2.98	60%
0% AFR (Convencional)	339.078	4.00	4.00	0.00	0%
0% AFR (Convencional)	339.079	5.00	5.00	0.00	0%
15% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.078	4.00	5.90	1.90	47%
25% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.078	4.00	5.61	1.61	40%

Fuente: elaboración propia



**Figura 27.** Análisis comparativo – % de variación de Módulos de rotura  $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .

Fuente: elaboración propia



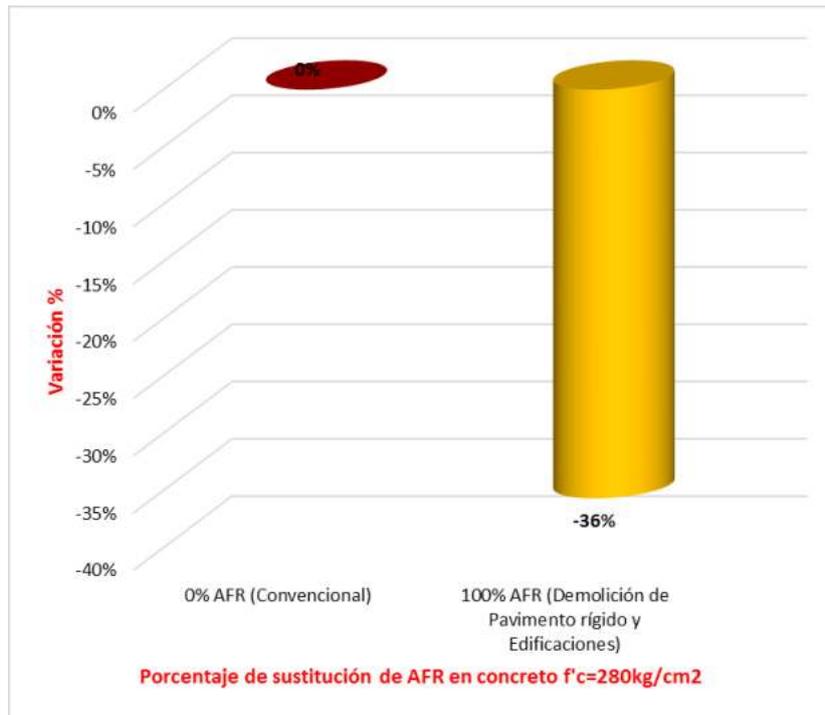
**Figura 28.** Análisis comparativo – % de variación de Módulos de rotura  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

Fuente: elaboración propia

**Tabla 46.** Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la compresión.

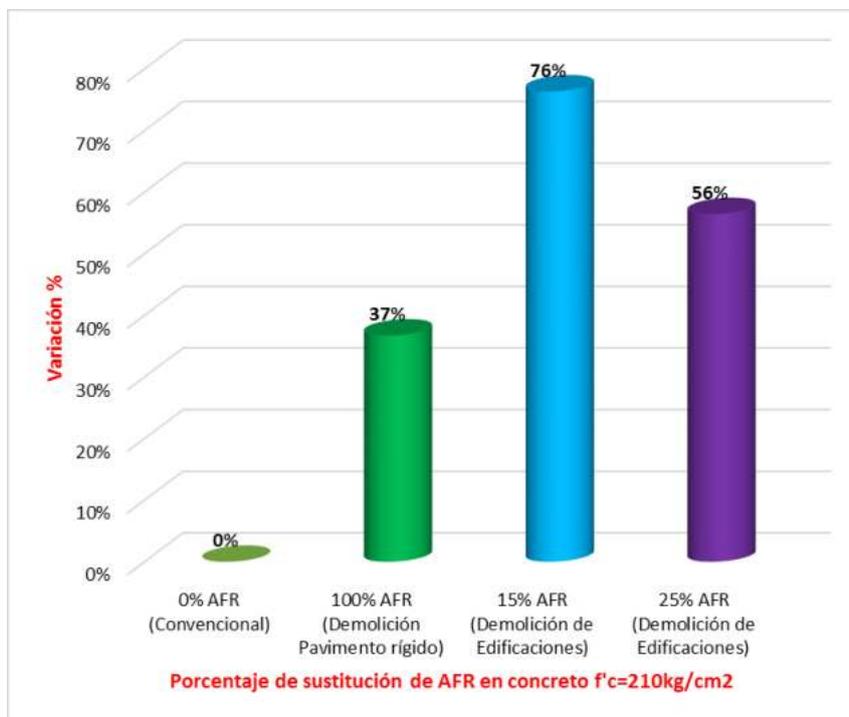
Descripción	NTP	F'c Aceptable (Kg/cm2)	Resistencia promedio (Kg/cm2)	Variación (Kg/cm2)	Variación %
0% AFR (Convencional)	339.034	280.00	<b>280.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0%</b>
100% AFR (Demolición de Pavimento rígido y Edificaciones)	339.034	280.00	<b>180.10</b>	<b>-99.90</b>	<b>-36%</b>
0% AFR (Convencional)	339.034	210.00	<b>210.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0%</b>
100% AFR (Demolición Pavimento rígido)	339.034	210.00	<b>287.11</b>	<b>77.11</b>	<b>37%</b>
15% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.034	210.00	<b>370.30</b>	<b>160.30</b>	<b>76%</b>
25% AFR (Demolición de Edificaciones)	339.034	210.00	<b>328.50</b>	<b>118.50</b>	<b>56%</b>

Fuente: elaboración propia



**Figura 29.** Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la compresión  $f'c=280\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia



**Figura 30.** Análisis comparativo – % de variación de Resistencia a la compresión  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

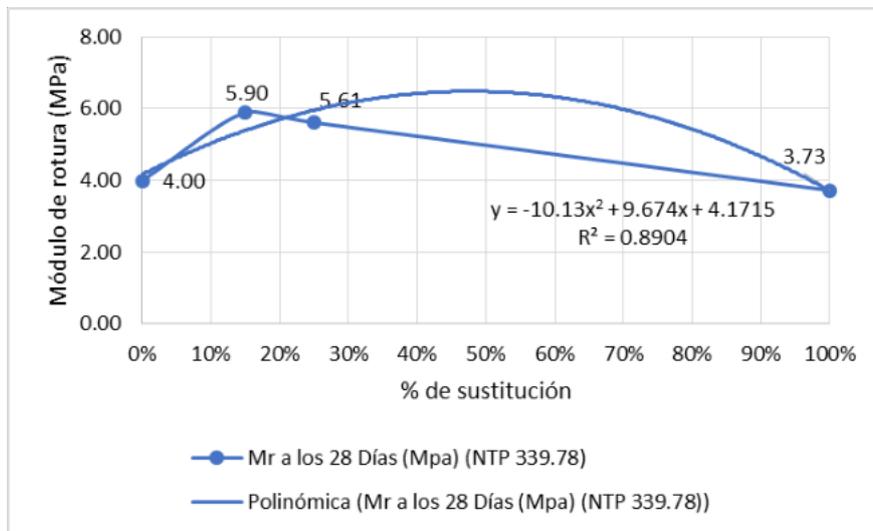
Fuente: elaboración propia

### 3.1.9. COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN.

**Tabla 47.** Módulos de rotura promedio.

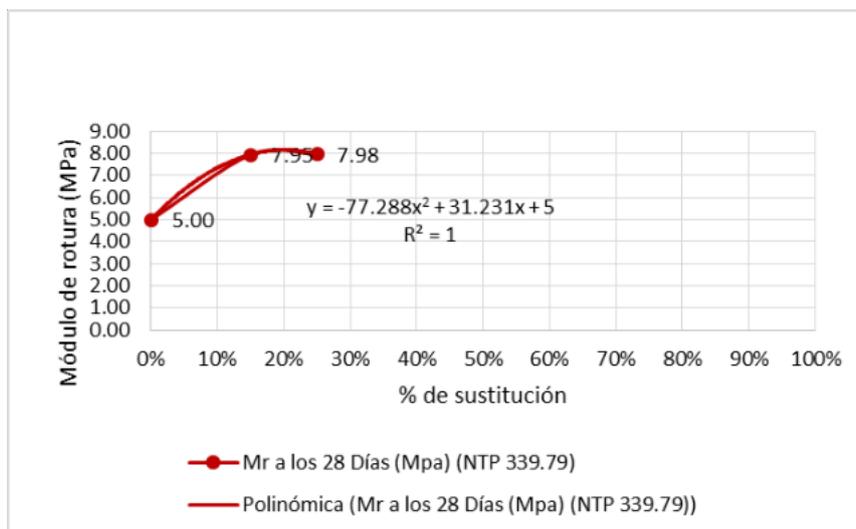
% de agregado fino %	Mr a los 28 Días (Mpa) (NTP 339.78) MPa	Mr a los 28 Días (Mpa) (NTP 339.79) MPa
0%	4.00	5.00
15%	5.90	7.95
25%	5.61	7.98
100%	3.73	SN

Fuente: elaboración propia



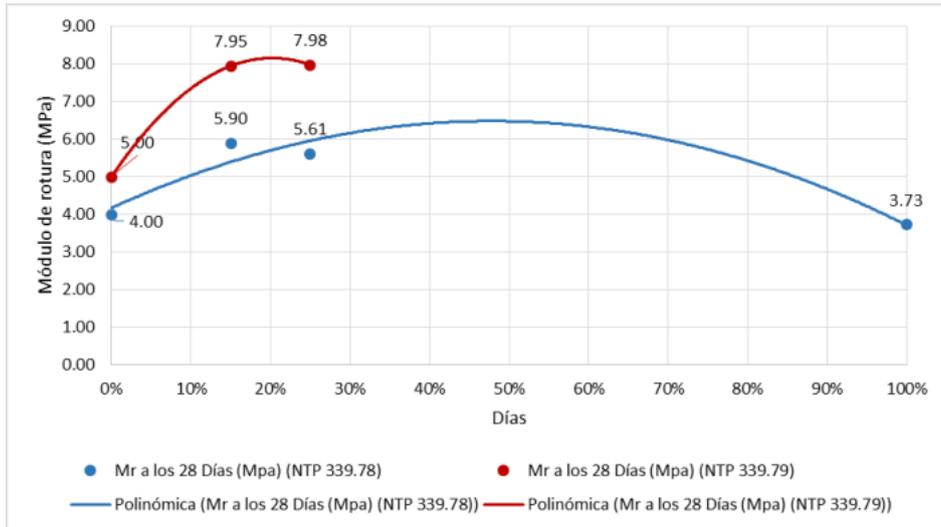
**Figura 31.** Curva de módulo de rotura promedio NTP 339.78

Fuente: elaboración propia



**Figura 32.** Curva de módulo de rotura promedio NTP 339.79

Fuente: elaboración propia



**Figura 33.** Comparación de comportamiento de la resistencia a la flexión

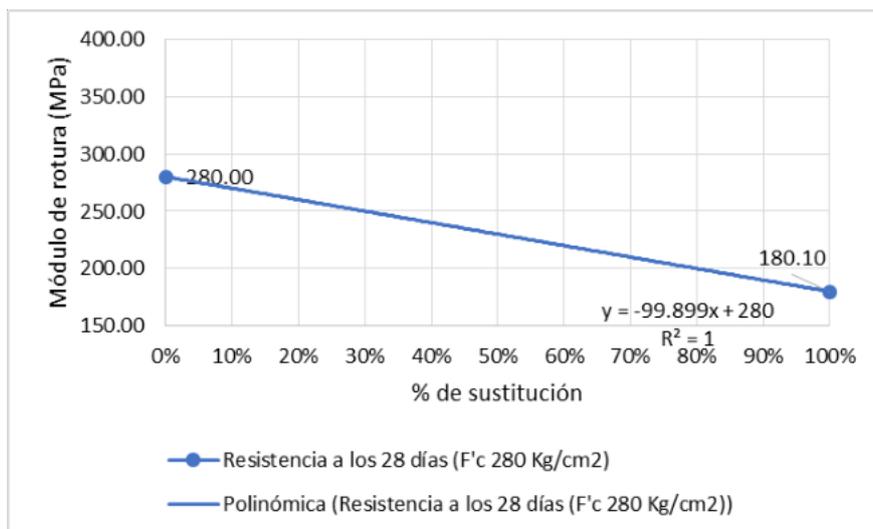
Fuente: elaboración propia

### 3.1.10. COMPORTAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

**Tabla 48.** Módulos de rotura promedio.

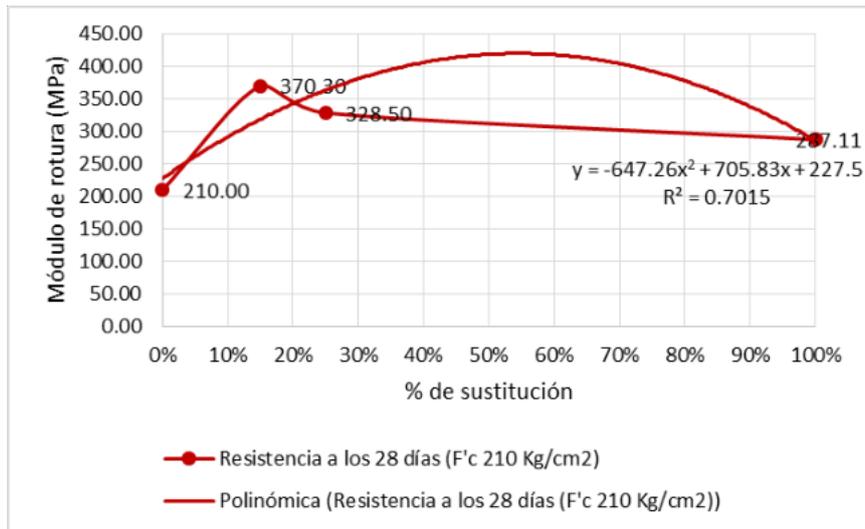
% de agregado fino %	Resistencia a los 28 días (F'c 280 Kg/cm2) Kg/cm2	Resistencia a los 28 días (F'c 210 Kg/cm2) Kg/cm2
0%	280.00	210.00
15%	SN	370.30
25%	SN	328.50
100%	180.10	287.11

Fuente: elaboración propia



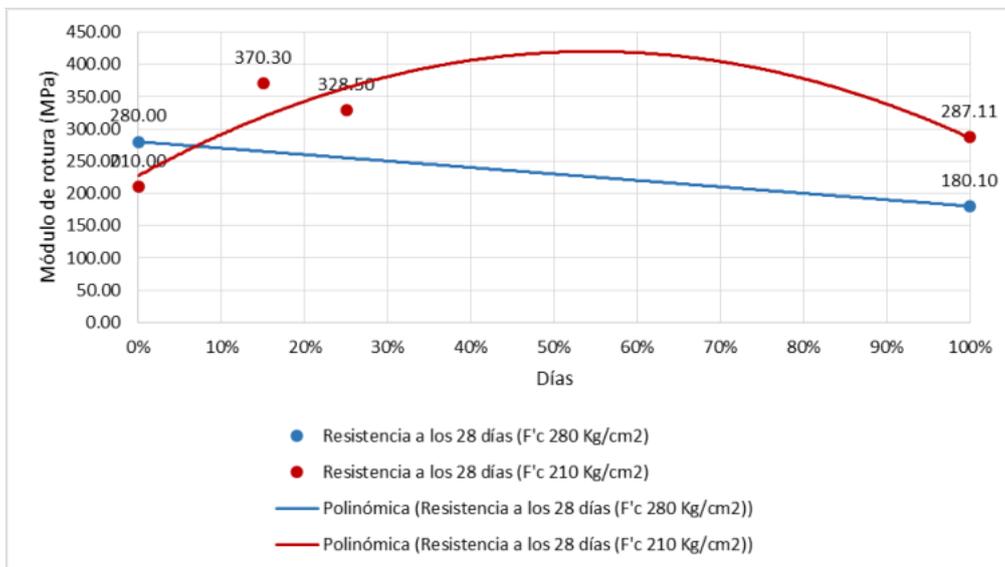
**Figura 34.** Curva de resistencia a la compresión  $f'c = 280\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia



**Figura 35.** Curva de resistencia a la compresión  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia



**Figura 36.** Comparación de comportamiento de la resistencia a la compresión

Fuente: elaboración propia

#### 4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Del análisis de los resultados de evaluación e interpretación estadística mostrados en las figuras del apartado 3 de esta investigación, se obtuvo lo siguiente:

##### **Propiedades físicas de los agregados**

De los resultados mostrados en la Figura 18. Se obtuvo que el AFR procedente de briquetas, utilizado en la investigación propia, muestra un puntaje de 11 (Regular) en la escala de evaluación concerniente a la granulometría del AFR, el cual muestra ser de inferior puntaje respecto a los alcanzados por los AFR procedente de demolición de edificaciones utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019) y AFR procedente de demolición de pavimentos utilizado en los estudios realizados por Rengifo, C. (2017) los cuales presenta puntajes de 19 (Bueno) y 14 (Normal) respectivamente, el AFR procedente de demolición de edificaciones presenta mayor puntaje debido a que presenta un módulo de finesa de 3.05 que se encuentra dentro de los parámetros aceptables.

De los resultados mostrados en la Figura 19. Se obtuvo que el AFR procedente de briquetas, utilizado en la investigación propia, muestra un puntaje de 2 (Normal) en la escala de evaluación concerniente al contenido de humedad del AFR, el cual muestra ser de inferior puntaje respecto al alcanzado por el AFR procedente de demolición de edificaciones utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019), pero igual que el AFR procedente de demolición de pavimentos utilizado en los estudios realizados por Rengifo, C. (2017) los cuales presenta puntajes de 3 (Bueno) y 2 (Normal) respectivamente, el AFR procedente de demolición de edificaciones presenta mayor puntaje debido a que en la evaluación presento 3 muestras de ensayo y obtuvo una desviación estándar de 0.22 que es menor respecto a los otros agregados.

De los resultados mostrados en la Figura 20. Se obtuvo que el AFR procedente de briquetas, utilizado en la investigación propia, muestra un puntaje de 6 (Bueno) en la escala de evaluación concerniente al peso unitario del AFR, el cual muestra ser de superior puntaje respecto a los alcanzados por los AFR procedente de demolición de edificaciones utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019) y AFR procedente de demolición de pavimentos utilizado en los estudios realizados por Rengifo, C. (2017) los cuales presenta puntajes de 4 (Normal) y 2 (Regular) respectivamente, el AFR procedente de briquetas presenta mayor puntaje debido a que en la evaluación presento una desviación estándar de 2.70, que es menor respecto a los otros agregados.

De los resultados mostrados en la Figura 21. Se obtuvo que el AFR procedente de briquetas, utilizado en la investigación propia, muestra un puntaje de 4 (Regular) en la escala de evaluación concerniente al peso específico y % de absorción del AFR, el cual muestra ser de inferior puntaje respecto a los alcanzados por los AFR procedente de demolición de edificaciones utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019) y AFR procedente de demolición de pavimentos utilizado en los estudios realizados por Rengifo, C. (2017) los cuales presenta puntajes de 12 (Bueno) y 7 (Normal) respectivamente, el AFR procedente de demolición de edificaciones presenta mayor puntaje debido a que en la evaluación presento 3 muestras de ensayo y entre ellas se obtuvo una desviación estándar menor a los parámetros aceptables y respecto a los otros agregados

### **Propiedad física del concreto**

De los resultados mostrados en la Figura 22. Se obtuvo que el AFR procedente de briquetas, utilizado en la investigación propia, muestra un puntaje de 0.7 (Regular) en la escala de evaluación concerniente a la consistencia del concreto, el cual muestra ser de inferior puntaje respecto a los alcanzados por los AFR procedente de demolición de edificaciones utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019), AFR procedente de demolición de pavimentos utilizado en los estudios realizados por Rengifo, C. (2017) y AFR procedente de la mezcla de demolición de edificaciones con pavimento rígido utilizado en los estudios realizados por Rativa, S. y Carrasco, C. (2014), los cuales presenta puntajes de 1 (Regular), 2 (Normal) y 2 (Normal) respectivamente, los AFR procedente demolición de pavimento rígido y la mezcla de demolición de pavimento rígido con edificaciones, muestran un mayor, debido a que en la evaluación presento un slump promedio que se encuentra dentro de los parámetros de diseño.

### **Propiedades mecánicas del concreto**

De los resultados mostrados en la Figura 23. Se obtuvo que el concreto elaborado con 15% y 25% AFR procedente de briquetas, utilizado en la investigación propia, alcanza módulos de rotura de 7.95 Mpa y 7.98 Mpa respectivamente, los cuales muestran ser superiores al módulo de rotura de 3.73 Mpa alcanzado por el concreto elaborado con 100% de sustitución de AFR procedente de la mezcla de demolición de edificaciones con pavimento rígido utilizado en los estudios realizados por Rativa, S. y Carrasco, C. (2014),

lo que indica que el 25% de sustitución de AFR de briquetas, poseen una mayor resistencia a la flexión.

De los resultados mostrados en la Figura 24. Se obtuvo que el concreto elaborado con 15% y 25% de AFR procedente de demolición de edificaciones, utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019), alcanza módulos de rotura de 5.90 Mpa y 5.61 Mpa respectivamente, los cuales muestran ser superiores al módulo de rotura de 4 Mpa alcanzado por un concreto convencional con 0% de sustitución de AFR.

De los resultados mostrados en la Figura 25. Se obtuvo que el concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  elaborado con 100% de AFR procedente de la mezcla de demolición de edificaciones con pavimento rígido utilizado en los estudios realizados por Rativa, S. y Carrasco, C. (2014), alcanza una resistencia a la compresión de  $180\text{kg/cm}^2$ , el cual muestra ser inferior a la resistencia de diseño  $280\text{kg/cm}^2$  alcanzado por un concreto convencional con 0% de sustitución de AFR.

De los resultados mostrados en la Figura 26. Se obtuvo que el concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  elaborado con 15% y 25% de AFR procedente de demolición de edificaciones, utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019), alcanza una resistencias a la compresión de  $370.30\text{kg/cm}^2$  y  $328.50\text{kg/cm}^2$ , los cuales muestran ser superiores a la resistencias de  $287.11\text{kg/cm}^2$  y  $210\text{kg/cm}^2$  alcanzados por el concreto elaborado con 100% de sustitución de AFR procedente de demolición de pavimento rígido utilizado en los estudios realizados por Rengifo, C. (2017) y un concreto convencional con 0% de sustitución de AFR respectivamente, lo que indica que el 15% de sustitución de AFR de demolición se edificaciones, posee una mayor resistencia a la compresión.

De los resultados mostrados en la Figura 27. Se obtuvo que el concreto elaborado con 15% y 25% AFR procedente de briquetas, utilizado en la investigación propia, varían en 59% y 60% más respecto al módulo de rotura aceptable de un concreto convencional con 0% de sustitución de AFR, y el concreto con 100 % de sustitución de AFR procedente de la mezcla de demolición de edificaciones con pavimento rígido utilizado en los estudios realizados por Rativa, S. y Carrasco, C. (2014), varía en un -7% respecto al mismo módulo de rotura mencionado, de todo ello se comprueba que según Rativa, S. y Carrasco, C. (2014), el AFR utilizado en su investigación, no es una opción viable si se diseña de forma tradicional.

De los resultados mostrados en la Figura 28. Se obtuvo que el concreto elaborado con 15% y 25% de AFR procedente de demolición de edificaciones, utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019), varían en 47% y 40% más respecto al módulo de rotura aceptable de un concreto convencional con 0% de sustitución de AFR, de todo ello se comprueba que según Urbina, P. (2019), el AFR utilizado en su investigación, sustituido al 15% que causa mayor efecto y optimización sobre la resistencia a la flexión.

De los resultados mostrados en la Figura 29. Se obtuvo que el concreto  $f'_c=280\text{kg/cm}^2$  elaborado con 100% de AFR procedente de la mezcla de demolición de edificaciones con pavimento rígido utilizado en los estudios realizados por Rativa, S. y Carrasco, C. (2014), varía en un -37% respecto a la resistencia de diseño  $280\text{kg/cm}^2$  de un concreto convencional con 0% de sustitución de AFR, de ello se comprueba que según Rativa, S. y Carrasco, C. (2014), el AFR utilizado en su investigación, no es una opción viable si se diseña de forma tradicional.

De los resultados mostrados en la Figura 30. Se obtuvo que el concreto  $f'_c=210\text{kg/cm}^2$  elaborado con 15% y 25% de AFR procedente de demolición de edificaciones, utilizado en los estudios realizados por Urbina, P. (2019), varían en 76% y 56% más respecto al módulo de rotura aceptable de un concreto convencional con 0% de sustitución de AFR, y el concreto elaborado con 100% de sustitución de AFR procedente de demolición de pavimento rígido utilizado en los estudios realizados por Rengifo, C. (2017) varía en un 36% más respecto al mismo módulo de rotura mencionado, de todo ello se comprueba que según Urbina, P. (2019), el AFR utilizado en su investigación, sustituido al 15% que causa mayor efecto y optimización sobre la resistencia a la compresión y según Rengifo, C. (2017) que el AFR utilizado en su investigación, sustituido al 100%, obtiene de manera satisfactoria un 136.41% de resistencia, respecto su concreto patrón.

La evaluación de las propiedades mecánicas del concreto, dio como resultado 3 concretos de similar puntaje, por ello se procedió a realizar una interpretación estadística de los resultados. Donde se mostró que en cuanto a la resistencia a la flexión, el concreto con 15% y 25% de sustitución de AFR de briquetas presentan módulos de rotura de 7.95 y 7.98 MPa respectivamente, estos fueron calculados de acuerdo al método de ensayo realizado (NTP 339.79), estos módulos de rotura son mayores respecto al módulo que rotura que se obtiene con 0% de sustitución de agregados a los 28 días de curado que es 5 MPa.

De la interpretación estadística, se obtuvo que el concreto con 15% de sustitución de AFR procedente de demolición de edificaciones, posee mayor resistencia a la compresión, respecto a los otros concretos, y el 25% de sustitución de AFR procedente de briquetas, posee mayor resistencia a la flexión, respecto a los otros concretos, en la realización de la comparativa no se usó datos sobre la resistencia a la compresión del concreto con sustitución de AFR procedente de briquetas, por esta razón el 15% de sustitución de AFR procedente de demolición de edificaciones se considera el más óptimo a usar, si se requiere un concreto con altas resistencias a la compresión y flexión, ya que alcanza mayor resistencia que un concreto convencional.

Según Cárdenas y Hernández (2014) debido a su angularidad las partículas de AFR aportan adherencia a la mezcla, no obstante, esto a su vez le resta trabajabilidad a la mezcla, lo que se soluciona con el uso del AFN, de ello en esta investigación se comprueba que de la evaluación de las propiedades mecánicas del concreto con 15% de AFR y 85% AFN (Agregado fino natural), se aprecia que la combinación de estos en la elaboración del concreto, conlleva a que se obtenga un concreto con incrementos de resistencia a la compresión y flexión de forma homogénea.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1. CONCLUSIONES**

De la evaluación se concluye que el AFR procedente de edificaciones, presenta los mejores puntajes respecto a las propiedades físicas en cuanto a granulometría 19 (bueno), contenido de humedad 3 (bueno), peso unitario 4 (normal), peso específico y % de absorción 12 (bueno), según la respectiva escala de evaluación de cada propiedad, y en contraste con los agregados evaluados de las otras investigaciones

De la evaluación de las propiedades físicas del concreto se concluye que los concretos elaborados con ARF procedentes de demolición de pavimento rígido, presentan una mejor consistencia respecto a los otros concretos en su estado fresco ya que va acorde a su consistencia de diseño.

De la evaluación de las propiedades mecánicas de concreto, se concluye que el porcentaje óptimo de sustitución es el 15% de AFR procedente de demolición de edificaciones ya que alcanza una resistencia a la compresión de 370.30kg/cm<sup>2</sup> y una resistencia a la flexión de 5.90 Mpa, lo cual resulta ser mayor en comparación a los concreto evaluados de las otras investigaciones.

Se concluye que el concreto con 100% de sustitución del AFR procedentes de la combinación de demolición de pavimento rígido y edificaciones no posee un comportamiento mecánico aceptable, ya que la sustitución de este AFR al 100% presenta resistencias a la flexión y compresión menores que el concreto patrón de cada una de ellas.

Se concluye que la combinación de 15% de AFR y 85% de AFN (Agregado fino natural) en la elaboración del concreto conlleva a que se obtengan incrementos de resistencia a la compresión y flexión, homogéneos y mayores a los de un concreto convencional, esto debido a la angularidad que aporta el ARF lo cual le aporta adherencia al concreto.

De la evaluación de la propiedad de resistencia a la flexión se concluye que, el espécimen de concreto muestra diferentes resistencias según el método de ensayo al que fue sometido (NTP. 339.078, NTP. 339.079).

Se concluye que el AFR procedente de demolición de edificaciones, posee mejores propiedades físicas, y el 15% de sustitución del mismo en la elaboración del concreto, aporta mayor resistencia a la compresión y flexión que un concreto convencional.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

Se recomienda la sustitución del 15% de AFR en concretos de alta resistencia, particularmente en elementos estructurales los cuales estén sometidos a esfuerzos de flexo-compresión, ya que muestra resistencias superiores a flexión y compresión que un concreto convencional.

Se recomienda realizar más investigaciones sobre AFR de diferentes procedencias a las mostradas en esta investigación, utilizando el 100% de sustitución.

Se recomienda realizar investigaciones sobre la evaluación de las propiedades mecánicas de los AFR.

Se recomienda fomentar el uso de AFR en concretos de alta resistencia, y de esta forma disminuir el impacto ambiental negativo producido por los residuos de concreto.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carrillo, L. & Rojas, C. (2017). *Análisis comparativo de las propiedades mecánicas de compresión y flexión de un concreto patrón  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado en porcentajes del 1, 2, 3 y 4% con Dramix 3D respecto al volumen del agregado fino de la mezcla, elaborado con agregados de las canteras de Vicho y Cunyac* (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco. Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/719>
- Cruz, J. & Velázquez, R. (2004) *Concreto Reciclado* (Tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, México. Recuperado de: [https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4860/1/284\\_CONCRETO%20RECI CLADO.pdf](https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/4860/1/284_CONCRETO%20RECI CLADO.pdf)
- Girio, P. (2015). *Fabricación de concreto de resistencia a la compresión 210 y 280 kg/m<sup>2</sup>, empleando como agregado grueso concreto desechado de obras, y sus costos unitarios vs concreto con agregado natural, Barranca – 2015* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Perú. Recuperado de: <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1974?show=full>
- INDECOPI. (1999). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. 3a. Edición (Basada ASTM C 29/C29M-2009)*. NTP 400.017:2011 Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/norma-tecnica-peruana-tres/norma-tecnica-peruana-tres.pdf>
- INDECOPI. (2001). *AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global*. NTP 400.012:2013. Lima, Perú. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/williamhuachacatorres/norma-tecnica-peruana-agregadoa-400012>
- INDECOPI. (2001). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. NTP 400.022:2013. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-catolica-santo-toribio-de-mogrovejo/tecnologia-del-concreto/apuntes/348322764-ntp-400-022-2013-agregados-metodo-peso-especifico-y-absorcion-del-agregado-fino/8418021/view>

- INDECOPI. (2001). *CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. 3ª Edición.* NTP 339.079:2012. Lima, Perú. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/372901345/NTP-339-079-2012-pdf>
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Edición.* NTP 400.037:2018. Lima, Perú. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/408926934/25099-NTP-400-037-pdf>
- INDECOPI. (2013). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.* NTP 339.185:2013. Lima, Perú. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/348333331/NTP-339-185-2013-AGREGADOS-Metodo-Contenido-de-Humedad-Total-Evaporable-de-Agregados-Por-Secado>
- INDECOPI. (2002). *AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.* NTP 400.021:2013. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-privada-de-tacna/tecnologia-del-concreto/informe/ntp-400-nota-a/5526519/view>
- INDECOPI. (2005). *CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos.* NTP 334.009:2016. Lima, Perú. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/zonescx/ntp-334009-cementos-portland-requisitos>
- INDECOPI. (2002). *CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos.* NTP 339.088:2014 Lima, Perú. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/445076889/NTP-339-088-aguas>
- INDECOPI. (2002). *CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición.* NTP 339.035:2015 Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-peruana-los-andes/laboratorio-de-tecnologia-de-concreto/otros/ntp-339033-2015/7024356/view>
- Iniciativa por la Sostenibilidad del Cemento. (2009). *Reciclando Concreto.* Consejo Mundial Empresarial Para el Desarrollo Sostenible. Recuperado de: <https://docplayer.es/6005804-Iniciativa-por-la-sostenibilidad-del-cemento.html>

- Jordan, S. & Viera, C. (2014). *Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional del Santa. Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2084>
- López, G. (2008). *Influencia de la variación de los parámetros de dosificación y fabricación de hormigón reciclado estructural sobre sus propiedades físicas y mecánicas* (Tesis de Doctorado). Universidad de Oviedo. España. Recuperado de: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/11104>
- Mena, S. & Yurany, V. (2014). *Dosificación óptima de una mezcla de concreto con materiales reciclados procedentes de residuos de construcción y demolición (RCD) de la ciudad de Cali para uso en obras viales de bajo tránsito* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/395478935/Dosificacion-Optima-Mezcla>
- Ospina E. S. (2016, julio). *Afectación de la Resistencia a la flexión en concretos modificados con reciclados de concreto*. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/27759>
- Pérez, J. A. (2010). *Propiedades mecánicas del hormigón reciclado con áridos procedentes de piezas prefabricadas desechadas*. Libro de actas del II Congreso Nacional de Investigación en Edificación. España. Recuperado de: [http://oa.upm.es/8991/1/INVE\\_MEM\\_2010\\_83872.pdf](http://oa.upm.es/8991/1/INVE_MEM_2010_83872.pdf)
- Rativa, S. y Carrasco, C. (2014). *Evaluación de la resistencia a compresión y a la flexión del concreto de agregado fino reciclado de concreto variando la relación agua cemento* (Tesis de pregrado). Universidad de La Salle. Colombia. Recuperado de: [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_civil/14/](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_civil/14/)
- Rivva L. E (2000). *Naturaleza y Materiales del Concreto*. Capítulo Peruano ACI. Primera Edición. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/298319772/Materiales-Para-El-Concreto-Enrique-Rivva-Lopez>
- Rivva L. E. (2007). *Tecnología del Concreto*. Diseño de mezclas. Segunda Edición. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/FredrafuEnrifer/disenodemezclasenrriquerivvalopez>
- Román, C. y Pillpinto, B. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup>, elaborado con agregado hormigón y agregado*

*clasificado, en el distrito de Maranura - La Convención – Cusco* (Tesis de pregrado). Universidad Andina del Cusco. Perú. Recuperado de: [http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/716/3/Treisi\\_Dante\\_Tesis\\_bachiller\\_2016\\_p\\_1.pdf](http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/716/3/Treisi_Dante_Tesis_bachiller_2016_p_1.pdf)

Venegas, C. y Robles, C. (2008). *Estudio experimental de las propiedades mecánicas del concreto reciclado para su uso en edificaciones convencionales* (Tesis de pregrado). Pontificia Universidad Javeriana. Colombia. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/7216>

YURA SA. (2014). *Manual de Construcción*. Tomo N° 001. Recuperado de: <https://www.yura.com.pe/wp-content/uploads/2018/09/manual-de-construccion.pdf>

## 7. AGRADECIMIENTOS

A mis padres:

Luis Toledo Pocoy y Gloria Sifuentes Vino

Gracias por el apoyo, cariño, paciencia, por los consejos brindados a lo largo de mi vida, por formarme como una persona de bien.

A mis Familiares

Toledo Pocoy y Sifuentes Vino:

Gracias por el cariño, la confianza, por todos los consejos que me brindaron a lo largo de mi carrera universitaria

Por todo ello les dedico este trabajo, con mucha Admiración y Respeto  
Sinceramente Gracias.

## 8. ANEXOS

### 8.1. FICHAS DE EVALUACIÓN

#### CONSTANCIA

#### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constancia de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS REFERIDAS DEL CONCRETO CON SUSTITUCIÓN DE ÁRIDOS RECICLADOS – HUARAZ 2020" del autor Toledo Sifuentes Ryhisto Alessandro, estudiante del programa de estudio de Ingeniería Civil de la Universidad San Pedro, filial Huaraz.

De esta manera se da la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente Constancia a solicitud del interesado para los fines que considere pertinentes.

Huaraz, <sup>23</sup> De OCTUBRE de 2020

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANAHESI - HUARAZ  
*[Firma]*  
SAMUEL MATIAS CIDRUEÑAS  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 227768

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE EN INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN  
CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del Experto: MATIAS QUISPE SAMUEL  
 Especialidad: ING. CIVIL  
 Instrumento de Evaluación: FICHAS TÉCNICAS DE EVALUACION DE AFR y CONCRETO CON AFR  
 Autor del Instrumento: TOLEDO SIQUIERES RYHESTO ALESSANDRO

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los Items están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedad acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los items del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre las variables: <i>Propiedades físicas y mecánicas de concreto, y propiedades físicas de áridos reciclados</i> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variables: <i>Propiedades físicas y mecánicas de concreto, y propiedades físicas de áridos reciclados</i> .			X		
ORGANIZACIÓN	Los items del Instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a las variables: <i>Propiedades físicas y mecánicas de concreto, y propiedades físicas de áridos reciclados</i> de manera que permiten hacer inferencias en función al problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los items del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde a las variables, dimensiones e indicadores.			X		
INTENCIONALIDAD	Los items del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los items del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					X
COHERENCIA	Los items del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de las variables: <i>Propiedades físicas y mecánicas de concreto, y propiedades físicas de áridos reciclados</i> .					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los items concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL				48		

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "excelente"; sin embargo un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 48

Huaraz, 23 De OCTUBRE de 2020



FICHA TÉCNICA - PESO UNITARIO DE AGREGADOS

1.- PROYECTO: Análisis comparativo de resistencia a la flexión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado con agregado fino reciclado en porcentajes de 15 y 25%

1.1.- AUTOR: Toledo Sifuentes Ryhiso, Alessandro

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO:

		Agregado					
		TIPO DE PESO UNITARIO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
MUESTRA N°		1	2	3	1	2	3
1.	PESO MATERIAL + MOLDE	7070	7085	7078	7425	7410	7418
2	PESO DEL MOLDE	3420	3420	3420	3420	3420	3420
3	PESO DEL MATERIAL (1)-(2)	3650	3665	3658	4005	3990	3998
4	VOLUMEN DEL MOLDE	2776	2776	2776	2776	2776	2776
	PESO UNITARIO (3)/(4)	1315	1320	1318	1443	1437	1440
	PESO UNITARIO PROMEDIO	1318			1440		

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1. Precisión de resultados

La desviación típica ha sido establecida en 14 kg/m<sup>3</sup> (0,88 lb/p<sup>3</sup>). Luego los resultados de dos ensayos realizados por un sólo operador con un mismo material no diferirán en más de 40 kg/m<sup>3</sup> (2,5 lb/p<sup>3</sup>).

Fuente NTP 400.017.201.3

	Dev. Estándar de resultados (kg/m <sup>3</sup> )	Dev. Estándar Aceptable (kg/m <sup>3</sup> ) (NTP 400.017.201.3)	VALORACIÓN DE LA DESV. ESTÁNDAR				Puntaje
			Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)	
PESO UNITARIO SUELTO	1.70	14				X	3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1.70	14				X	3

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se califica como "Buena" ya que presenta una dev. Estándar por debajo de la media aceptable
2	
3	
4	
5	
6	

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN:

	Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)
6				X

Huaraz, 30, de, Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO

1- PROYECTO: Análisis comparativo de resistencia a la flexión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado con agregado fino reciclado en porcentajes de 15 y 25%

1.1- AUTOR: Toledo Silvanos Rylito Alessandro

2- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto       Reciclado de concreto de demolición - pavimento       Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto       Reciclado de concreto de demolición - edificaciones       Otros

Otros - Indicar la procedencia

3- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO

Agregado Fino		1	2	3	Promedio
IDENTIFICACION					
A	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Aire)	300			
B	Peso Frasco + H <sub>2</sub> O	679			
C	Peso Frasco + H <sub>2</sub> O (A+B)	979			
D	Peso del Mat. + H <sub>2</sub> O en el Frasco	837.6			
E	Vol. De Mater. + Volum. De Vacío (C-D)	141.4			
F	Peso del Mater. Seco en Estufa (105 °C)	273.1			
G	Vol. De Masa = E - (A-F)	114.5			
Pe Bulk (Base Seca)= F/E		1.93			1.93
Pe Bulk (Base Saturado)= A/E		2.12			2.12
Pe Aparente (Base Seca)=F/G		2.39			2.39
% de Absorción = ((A - (F/F))x100		9.85			9.85

4- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1. Precisión de resultados

Las estimaciones de la precisión de este método de ensayo se basan en los resultados del Programa de AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample, con la prueba llevada a cabo por este método de ensayo y método AASHTO T 84. La diferencia significativa entre los métodos es que el método de prueba de esta NTP requiere un periodo de saturación de 24 h ± 4 h, y el Método de prueba AASHTO T 84 requiere un periodo de saturación, de 15 h a 19 h. Esta diferencia se ha encontrado que tienen un efecto insignificante sobre los índices de precisión. Los datos se basan en los análisis de más de 100 pares de resultados de la prueba de 40 a 100 laboratorios. Las estimaciones de precisión para la densidad fueron calculados a partir de valores determinados para la densidad relativa (gravedad específica), utilizando la densidad del agua a 23 °C para la conversión.  
 Fuente: NTP 400.022.2013

FICHA TÉCNICA - PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO REICLADO

Des. Estándar de ensayo	[Mód. Estándar aceptable NTP 400.022.2013]	VALORACIÓN DE LA PREC. ESTANCIA				Puntaje
		Máx. (3)	Regul. (1)	Norm. (0)	Quero (0)	
Pe Bulk (Base Seca)= F/E	1.9314	0.032		X		1
Pe Bulk (Base Saturado)= A/E	2.1216	0.027		X		1
Pe Aparente (Base Seca)=F/G	2.3852	0.027		X		1
% de Absorción = ((A - (F/F))x100	9.8499	0.31		X		1

5- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se recomienda tener como mínimo tres ensayos realizados por el mismo operador.
2	Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 400.022.2013, o similares.
3	Se califica como "regular" ya que solo se cuenta con una muestra de ensayo.
4	
5	
6	

6- PUNTAJE DE VALORACIÓN: 4

Huaraz, 30, de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

1.- PROYECTO: Análisis comparativo de resistencia a la flexión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado con agregado fino reciclado en porcentajes de 15 y 25%

1.1- AUTOR: Toledo Sifuentes Rihasto Alessandro

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO:

	MUESTRA	FINO		
		Recipiente		
		1	2	3
1	Peso Recip. + Suelo Humedo	885.5	933	
2	Peso Recip. + Suelo Seco	838.5	884.5	
3	Peso Recipiente (gr.)	196.7	165.5	
4	Peso del Agua (1)-(2)	47	48.5	
5	Peso Suelo Seco (2)-(3)	671.8	719	
6	Humedad (4/5)x100(%)	7.00	6.75	
HUMEDAD PROMEDIO		6.87		

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1.- Precisión de resultados

La desviación estándar para un mismo operador en un mismo laboratorio para el contenido de humedad de los agregados se ha encontrado que es 0,28 %. En consecuencia, los resultados de dos ensayos efectuados apropiadamente por el mismo operador en el mismo laboratorio y en el mismo tipo de muestra, no deben diferir en más de 0,79 % uno del otro.

Fuente: NTP 339.185.2013

	Desv. Estándar de resultados (P)	VALORACIÓN DE LA DESV. ESTÁNDAR				Puntaje
		Mala (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)	
Humedad (4/5)x100(%)	0.18			X		2

Nota 2.- Exactitud de Resultados

No existe valor de referencia aceptado para este método de ensayo; por consiguiente, no puede determinarse la exactitud.

Fuente: ASTM D-2216-71

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se recomienda tener como mínimo tres ensayos realizados por el mismo operador.
2	Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 339.185.2013. o similares
3	Se califica como "Normal" ya que aun al tener una desv. Estándar baja, solo se cuentan con dos muestras de ensayo.
4	
5	
6	

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN:

	Mala (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)
2			X	

Huaraz, 30, de, Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS REICLADOS

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO

1. PROYECTO: Análisis comparativo de resistencia a la flexión de un concreto f'c 280 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado con agregado fino reciclado en porcentajes de 15 y 20%.

L.L. AUTDR: Toledo Sifuentes Hyberto Alejandro

2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL:

Reciclado de fragmentos de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

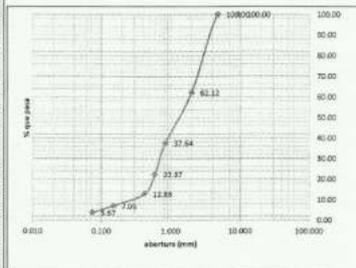
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº 20	0.850	0	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0	0.00	0.00	100.00
Nº 8	2.000	403.00	92.88	92.88	7.12
Nº 16	0.940	280.50	24.48	62.36	37.64
Nº 30	0.600	162.50	15.27	27.63	72.37
Nº 50	0.420	101.00	9.89	17.12	82.88
Nº 100	0.149	62.00	5.83	12.95	87.05
Nº 200	0.074	36.00	3.58	7.33	92.67
PLATO		39.00	3.67	100.00	0.00
TOTAL		3384	100.00		

B) COMPARACIÓN:

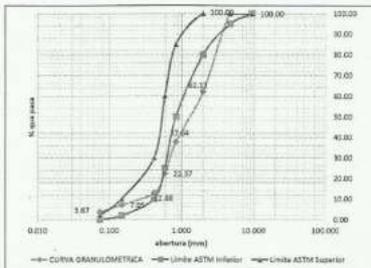
COMPARACIÓN DE RESULTADOS

TAMIZ	ABERTURA (mm)	CURVA GRANULOMÉTRICA	LÍMITES ASTM Inferior	LÍMITES ASTM Superior
Nº 20	0.850	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.750	100.00	100.00	100.00
Nº 8	2.000	62.12	60.00	100.00
Nº 16	0.940	37.64	50.00	100.00
Nº 30	0.600	22.37	25.00	60.00
Nº 50	0.420	12.88	10.00	30.00
Nº 100	0.149	7.05	2.00	10.00
Nº 200	0.074	3.67	0.00	2.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO CON LOS PARÁMETROS



Total del % retenido acumulado - el tamiz Nº200 357.94

MÓDULO DE FINURA "M.F.":

Módulo de Finura = (% acumulados desde el tamiz Nº30 hasta el tamiz Nº100)/100

M.F. = 357.94/100  
M.F. = 3.58

4. EVALUACIÓN RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DE CURVA GRANULOMÉTRICA

INDICADOR	SITUACIÓN / RAZONAMIENTO				PUNTAJE
	Más de 100	entre 60 y 100	entre 30 y 60	Menor de 30	
a. Porcentaje de que pasa en la malla Nº200	X				0
b. Porcentaje de que pasa en la malla Nº100			X		3
c. Porcentaje de que pasa en la malla Nº50			X		3
d. Porcentaje de que pasa en la malla Nº30	X				0
e. Porcentaje de que pasa en la malla Nº16	X				0
f. Porcentaje de que pasa en la malla Nº8	X				0
g. Porcentaje de que pasa en la malla Nº4			X		2
h. Porcentaje de que pasa en la malla Nº30*			X		2

4.2. EVALUACIÓN DE MÓDULO DE FINEZA

Se considera que el M.F. de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2,3 y 3,1 u, donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa.  
Fuente NTP 400-012.2004

INDICADOR	CONFORME	NO CONFORME	REPROBADO	PUNTAJE
M.F. = 3.58	X			1

5. PUNTAJE DE VALORACIÓN:

Módulo de Finura	Gravimetría	Retención	Retención	Retención	PUNTAJE
3.58	X				11

Huancayo, 30, de Octubre de 2020

Colegio de Ingenieros del Perú  
Circulo Profesional de Huancayo  
**SABIEL MATIAS QUIROPE**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237798

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS GRANUMÉTRICO DE AGREGADO FINO

1. PROYECTO: Mejoría de la calidad de concreto reciclado, en la realización de un pavimento rígido, V. Sargento Corra, distrito Miraflores - San Martín

1.1. AUTOR: Reynold Candelo Moushelly Deyan

2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de bridas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia: \_\_\_\_\_

3. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ANÁLISIS GRANUMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

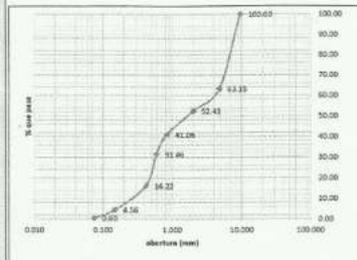
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9.520	0	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	525.6	16.85	16.85	83.15
Nº 8	2.000	152.30	16.72	47.57	52.43
Nº 16	0.850	162.20	11.37	58.94	41.06
Nº 30	0.500	136.90	9.80	68.74	31.26
Nº 50	0.420	217.50	15.23	83.78	16.22
Nº 100	0.149	166.20	11.85	95.63	4.37
Nº 200	0.074	56.50	3.86	99.49	0.51
PLATO	2.60	0.60	0.00	100.00	0.00
TOTAL		1426.4	100.00		

B) COMPARACIÓN:

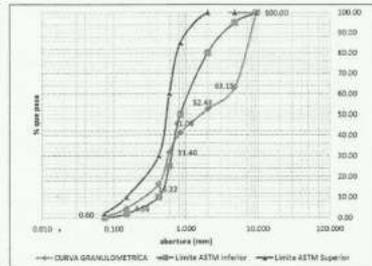
COMPARACIÓN DE RESULTADOS

TAMIZ	ABERTURA (mm)	CURVA GRANULOMÉTRICA	ESPECIFICACIONES	
Nº			Límite ASTM Inferior	Límite ASTM Superior
3/8"	9.520	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.750	83.15	80.00	100.00
Nº 8	2.000	52.43	40.00	100.00
Nº 16	0.850	41.06	30.00	85.00
Nº 30	0.500	31.26	25.00	60.00
Nº 50	0.420	16.22	10.00	30.00
Nº 100	0.149	4.37	2.00	10.00
Nº 200	0.074	0.51	0.00	2.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO CON LOS PARÁMETROS



Total del % retenido acumulado - el tamiz Nº200 = 354.26

MÓDULO DE FINURA "M.F.":

Módulo de Finura = (2% acumulados desde el tamiz 3/8" hasta el tamiz Nº100)/100

M.F. = 354.26/100  
M.F. = 3.54

4. EVALUACIÓN RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DE CURVA GRANULOMÉTRICA

INDICACIONES	VALIDACIÓN RECOMENDADA			Puntos
	Visual	Regulada	Normal	
a. Porcentaje de que pasa en la malla Nº200			X	3
b. Porcentaje de que pasa en la malla Nº100			X	3
c. Porcentaje de que pasa en la malla Nº50			X	3
d. Porcentaje de que pasa en la malla Nº30		X		2
e. Porcentaje de que pasa en la malla Nº16	X			0
f. Porcentaje de que pasa en la malla Nº8	X			0
g. Porcentaje de que pasa en la malla Nº4	X			0
h. Porcentaje de que pasa en la malla 3/8"		X		2

4.2. EVALUACIÓN DE MÓDULO DE FINEZA

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.5 y 3.1 u. donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa.  
Fuente: NTP 400.012.2001

INDICACIONES	VALIDACIÓN RECOMENDADA			Puntos
	Visual	Regulada	Normal	
M.F. = 3.54		X		1

5. PUNTAJE DE VALORACIÓN:

14

Huancayo, 30, de Octubre de 2020

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL HUANCA-NOBAY  
*Samuel Batias Quispe*  
SAMUEL BATIAS QUISPE  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 237768

FICHA TÉCNICA - PESO UNITARIO DE AGREGADOS

1.- PROYECTO: Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, Jr. Sargento Lores, distrito Morales - San Martín

1.1.- AUTOR: Rengifo Candela Moushelly Dayan

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO: Fino

MUESTRA N°	TIPO DE PESO UNITARIO	Agregado					
		PESO UNITARIO SUELTO			PESO UNITARIO COMPACTADO		
1	PESO MATERIAL + MOLDE	24149	23976	24227	25370	26013	26034
2	PESO DEL MOLDE	5841	5841	5841	5841	5841	5841
3	PESO DEL MATERIAL (1)-(2)	18308	18135	18386	19529	20172	20193
4	VOLUMEN DEL MOLDE	14500	14500	14500	14500	14500	14500
	PESO UNITARIO (3)/(4)	1263	1251	1268	1347	1391	1393
	PESO UNITARIO PROMEDIO	1260			1377		

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1. Precisión de resultados

La desviación típica ha sido establecida en 14 kg/m<sup>3</sup> (0,88 lb/p<sup>3</sup>). Luego los resultados de dos ensayos realizados por un sólo operador con un mismo material no diferirán en más de 40 kg/m<sup>3</sup> (2,5 lb/p<sup>3</sup>).

Fuente NTP 400.017.2013

	Desv. Estándar de resultados (kg/m <sup>3</sup> )	Desv. Estándar Aceptable (kg/m <sup>3</sup> ) NTP 400.017.2013	VALORACIÓN DE LA PUNTAJE ESTÁNDAR				Puntaje
			Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)	
PESO UNITARIO SUELTO	8,86	14			X		2
PESO UNITARIO COMPACTADO	26,03	14	X				0

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se recomienda que el ensayo sea realizado por un solo operador para la obtención de resultados uniformes
2	Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 400.017.2013, o similares
3	P.U.S Se califica como "Normal" ya que presenta una desv. Estándar por encima de la media aceptable
4	P.U.C Se califica como "Malo" ya que presenta una desv. Estándar por encima de lo aceptable
5	
6	

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN: 2

Huaraz, 30, de, Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

1.- PROYECTO: Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, Jr. Sargento Lora, distrito Morales - San Martín

1.1.- AUTOR: Rengifo Candala Moushally Dayan

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO:

	MUESTRA	FINO		
		1	2	3
	Recipiente			
1	Peso Recip. + Suelo Humedo	209.50	229.30	211.80
2	Peso Recip. + Suelo Seco	201.60	223.52	206.20
3	Peso Recipiente (gr.)	83.20	105.80	91.90
4	Peso del Agua (1)-(2)	4.90	5.78	5.60
5	Peso Suelo Seco (2)-(3)	118.40	117.72	114.30
6	Humedad (4/5)x100(%)	4.14	4.91	4.90
HUMEDAD PROMEDIO		4.85		

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1.- Precisión de resultados

La desviación estándar para un mismo operador en un mismo laboratorio para el contenido de humedad de los agregados se ha encontrado que es 0,28 %. En consecuencia, los resultados de dos ensayos efectuados apropiadamente por el mismo operador en el mismo laboratorio y en el mismo tipo de muestra, no deben diferir en más de 0,79 % uno del otro.

Fuente: NTP 339 185 2013

Desv. Estándar de resultados (%)	VALORACIÓN DE LA DESV. ESTÁNDAR				Puntaje
	Mala (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)	
Humedad (4/5)x100(%)	0.44		X		2

Nota 2.- Exactitud de Resultados

No existe valor de referencia aceptado para este método de ensayo; por consiguiente, no puede determinarse la exactitud.

Fuente ASTM D-2216-71

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se recomienda que el ensayo sea realizado por un solo operador para la obtención de resultados uniformes.
2	Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 339 185 2013, o similares
3	Se califica como "Normal" ya que presenta una desv. Estándar por encima de la media aceptable
4	
5	
6	

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN:

	Mala (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)
			X	

Huaraz, 30, de, Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS REICLADOS

FICHA TÉCNICA - PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE OBSORCIÓN DE AGREGADO FINO

1.- PROYECTO: Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, II. Sanjeto Lora, distrito Morales - San Martín

1.1.- AUTOR: Rengifo Candela Moushelly Dayan

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte

Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO

Agregado Fino		1	2	3	Promedio
IDENTIFICACION					
A	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Aire)	500.00	495.00	498.00	
B	Peso Frasco + H2O	649.00	649.00	649.00	
C	Peso Frasco + H2O (A+B)	1149.00	1144.00	1147.00	
D	Peso del Mat. + H2O en el Frasco	853.00	848.00	851.00	
E	Vol. De Mater. + Volum. De Vacio (C-D)	196.00	196.00	196.00	
F	Peso del Mater. Seco en Estufa (105 °C)	493.20	485.00	491.20	
G	Vol. De Masa = E - (A-F)	169.20	180.00	159.20	
Pe Bulk (Base Seca)= F/E		2.52	2.47	2.51	2.50
Pe Bulk (Base Saturado)= A/E		2.95	2.53	2.54	2.33
Pe Aparente (Base Seca)=F/G		2.81	2.81	2.60	2.53
% de Absorción = ((A - (F/E))x100		1.38	2.08	1.38	1.61

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1. Precisión de resultados

Las estimaciones de la precisión de este método de ensayo se basan en los resultados del Programa de AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample, con la prueba llevada a cabo por este método de ensayo y método AASHTO T 84. La diferencia significativa entre los métodos es que el método de prueba de esta NTP requiere un período de saturación de 24 h a 4 h, y el Método de prueba AASHTO T 84 requiere un período de saturación, de 15 h a 19 h. Esta diferencia se ha encontrado que tienen un efecto insignificante sobre los índices de precisión. Los datos se basan en los análisis de más de 100 pares de resultados de la prueba de 40 a 100 laboratorios. Las estimaciones de precisión para la densidad fueron calculados a partir de valores determinados para la densidad relativa (gravedad específica), utilizando la densidad del agua a 23 °C para la conversión.

Fuente NTP 400.022.2013

Desv. Estándar de resultados	Desv. Estándar Aceptable NTP 400.022.2013	VALORACIÓN DE LA PRUEBA ESTÁNDAR				Puntaje
		Malo (A)	Bastante (B)	Normal (C)	Buena (D)	
Pe Bulk (Base Seca)= F/E	0.0218	0.032		X		2
Pe Bulk (Base Saturado)= A/E	0.0128	0.027		X		2
Pe Aparente (Base Seca)=F/G	0.0663	0.027			X	3
% de Absorción = ((A - (F/E))x100	0.3928	0.31	X			0

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se recomienda que el ensayo sea realizado por un solo operador para la obtención de resultados uniformes.
2	Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 400.022.2013, o similares.
3	Pe Bulk (Base seca) Se califica como "Normal" ya que presenta una desv. Estándar por encima de la media aceptable.
4	Pe Bulk (Base Saturado) Se califica como "Normal" ya que presenta una desv. Estándar por encima de la media aceptable.
5	Pe Aparente Se califica como "Bueno" ya que presenta una desv. Estándar por debajo de la media aceptable.
6	% de absorción Se califica como "Malo" ya que presenta una desv. Estándar por encima de lo aceptable.

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN:

Malo (A)	Bastante (B)	Normal (C)	Buena (D)
		X	

Huaraz, 30. de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS GRANUMÉTRICO DE AGREGADO FINO

1.- PROYECTO: [Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>]

1.1.- AUTOR: [Lorena Padilla Erick Jonathan]

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimentos  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ANÁLISIS GRANUMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

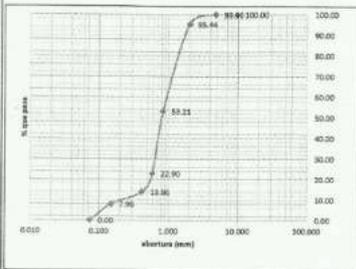
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3/8"	9.530	0	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.2	0.04	0.04	99.96
Nº 6	2.500	22.60	4.52	4.56	95.44
Nº 16	0.840	211.25	42.23	46.79	53.21
Nº 30	0.500	151.55	30.31	77.10	22.90
Nº 50	0.300	44.70	8.94	86.04	13.96
Nº 100	0.150	30.00	6.00	92.04	7.96
Nº 200	0.075	39.80	7.96	100.00	0.00
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		500	100.00		

B) COMPARACIÓN:

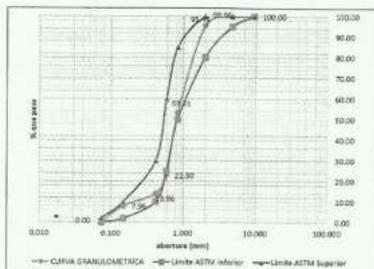
COMPARACIÓN DE RESULTADOS

TAMIZ	ABERTURA (mm)	CURVA GRANUMÉTRICA	ESPECIFICACIONES	
Nº			Límite ASTM Inferior	Límite ASTM Superior
3/8"	9.530	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.750	99.96	99.96	100.00
Nº 6	2.500	95.44	80.00	100.00
Nº 16	0.840	53.21	55.00	85.00
Nº 30	0.500	22.90	25.00	60.00
Nº 50	0.300	13.96	10.00	30.00
Nº 100	0.150	7.96	7.00	10.00
Nº 200	0.075	0.00	0.00	2.00

CURVA GRANUMÉTRICA



COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO CON LOS PARÁMETROS



Total del % retenido acumulado - el tamiz Nº200 = 306.53

MÓDULO DE FINURA "M.F.":

Módulo de Finura = (% acumulados desde el tamiz 30" hasta el tamiz Nº100)/100

M.F. = 306.53/100  
M.F. = 3.07

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

4.1.- EVALUACIÓN DE CURVA GRANUMÉTRICA

INDICADORES	VALORACIÓN - CON VALORES ESTÁNDAR			Puntaje
	Calificación	Mayor (1)	Menor (2)	
a. Porcentaje de que pasa en la malla Nº200		X		2
b. Porcentaje de que pasa en la malla Nº100			X	3
c. Porcentaje de que pasa en la malla Nº50			X	3
d. Porcentaje de que pasa en la malla Nº30	X			0
e. Porcentaje de que pasa en la malla Nº16		X		2
f. Porcentaje de que pasa en la malla Nº8			X	3
g. Porcentaje de que pasa en la malla Nº4		X		2
h. Porcentaje de que pasa en la malla 3/8"		X		2

4.2.- EVALUACIÓN DE MÓDULO DE FINEZA

Se considera que el M.F. de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2,5 y 3,1 o, donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 2,5 una arena de finura media y más de 3,0 una arena gruesa.  
Fuente: NTP 400-012 (2001)

INDICADORES	VALORACIÓN - PARÁMETROS ESTÁNDAR	Puntaje
Módulo de Finura	Mayor (1)	Menor (2)
M.F. = 3.07	X	2

5.- PUNTAJE DE VALORACIÓN:

19			X
----	--	--	---

Huaraz, 30, de, Octubre de 2020

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
CONSEJO DEPARTAMENTAL ANCASH - HUARAZ  
**EMUEL MATIAS ONSPE**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 537108

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO

1. PROYECTO: Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm<sup>2</sup>

1.1. AUTOR: Urbina Padilla Erick Jonathan

2. PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

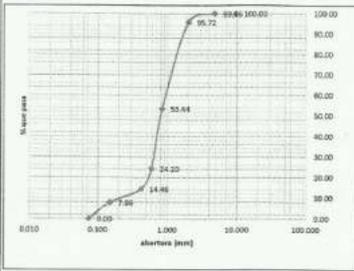
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1/2"	0.520	0	0.00	0.00	100.00
Nº 3	4.750	0.2	0.04	0.04	99.96
Nº 8	2.000	21.30	4.34	4.38	95.72
Nº 16	0.840	211.80	42.28	46.66	53.34
Nº 30	0.590	146.20	29.24	75.90	24.20
Nº 50	0.420	48.70	9.74	85.64	14.46
Nº 100	0.148	33.30	6.60	92.24	7.88
Nº 200	0.074	39.50	7.88	100.00	0.00
RATO		0.00	0.00	100.00	0.00
TOTAL		500	100.00		

B) COMPARACIÓN:

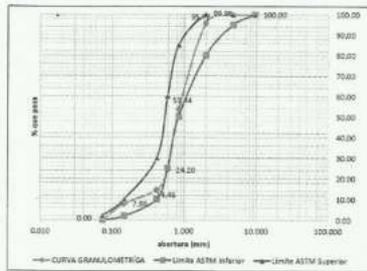
COMPARACIÓN DE RESULTADOS

TAMIZ	ABERTURA (mm)	CURVA GRANULOMÉTRICA	ESPECIFICACIONES	
			Límite ASTM Inferior	Límite ASTM Superior
1/2"	0.520	100.00	100.00	100.00
Nº 4	4.750	99.96	95.00	100.00
Nº 8	2.000	95.72	80.00	100.00
Nº 16	0.840	53.34	50.00	65.00
Nº 30	0.590	24.20	25.00	60.00
Nº 50	0.420	14.46	10.00	30.00
Nº 100	0.148	7.88	2.00	10.00
Nº 200	0.074	0.00	0.00	2.00

CURVA GRANULOMÉTRICA



COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO CON LOS PARÁMETROS



Total del % retenido acumulado - el tamiz Nº200 = 304.32

MÓDULO DE FINURA "M.F.":

Módulo de Finura = (2% acumulados desde el tamiz 3/8" hasta el tamiz Nº100)/100

M.F. = 304.32/100  
 M.F. = 3.04

4. EVALUACIÓN RESULTADOS

4.1. EVALUACIÓN DE CURVA GRANULOMÉTRICA

INDICADORES	VALORACIÓN DE PARAMETRIZACIÓN			PUNTAJE
	0-1	2	3	
a. Porcentaje de que pasa en la malla Nº200		X		2
b. Porcentaje de que pasa en la malla Nº100			X	3
c. Porcentaje de que pasa en la malla Nº50			X	3
d. Porcentaje de que pasa en la malla Nº30	X			1
e. Porcentaje de que pasa en la malla Nº16		X		2
f. Porcentaje de que pasa en la malla Nº8			X	3
g. Porcentaje de que pasa en la malla Nº4		X		2
h. Porcentaje de que pasa en la malla 3/8"		X		2

4.2. EVALUACIÓN DE MÓDULO DE FINEZA

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2, 3, y 3,1 e, donde un valor menor que 2,0 indica una arena fina 1.5 una arena de fluidez y más de 3,0 una arena gruesa.  
 Fuente: NTP 400 (02.2001)

INDICADORES	VALORACIÓN	GRANULOMETRÍA	VALORACIÓN	GRANULOMETRÍA	PUNTAJE
M.F. = 3.04			X		2

5. PUNTAJE DE VALORACIÓN:

20

Huancayo, 30 de Octubre de 2020

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 COMITÉ DE REGULATORIO DE LA PROFESIÓN  
 SAMUEL BERTHA GUSPÉ  
 SECRETARIO C.V.B.  
 001-0427208

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS GRANUMÉTRICO DE AGREGADO FINO

1.- PROYECTO: [Español del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>]

1.1.- AUTOR: [Urbes Padilla Erick Jonathan]

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de coque  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia: \_\_\_\_\_

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ANÁLISIS GRANUMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

TAMIZ	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº 2"	9.120	8.00	8.00	100.00
Nº 4	4.750	4.26	12.26	87.74
Nº 8	1.090	0.98	13.24	86.76
Nº 16	0.840	0.75	14.00	86.00
Nº 30	0.590	0.53	14.53	85.47
Nº 50	0.430	0.39	14.92	85.08
Nº 100	0.148	0.13	15.05	84.95
Nº 200	0.074	0.07	15.12	84.88
PLATO	0.00	0.00	15.12	84.88
TOTAL	100	100.00	15.12	84.88

B) COMPARACIÓN:

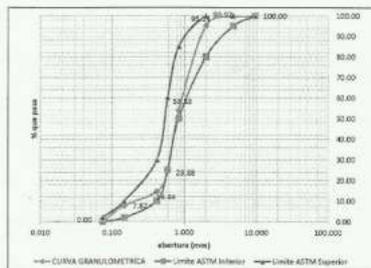
COMPARACIÓN DE RESULTADOS

TAMIZ	CURVA GRANUMÉTRICA	ESPECIFICACIONES
Nº	ABERTURA (mm)	Límite ASTM Inferior / Límite ASTM Superior
3/8"	9.525	100.00 / 100.00
Nº 4	4.750	95.00 / 100.00
Nº 8	2.375	80.00 / 100.00
Nº 16	0.840	50.00 / 85.00
Nº 30	0.520	25.00 / 60.00
Nº 50	0.420	15.00 / 50.00
Nº 100	0.149	7.00 / 10.00
Nº 200	0.074	0.00 / 2.00

CURVA GRANUMÉTRICA



COMPARACIÓN DE RESULTADOS DEL ENSAYO CON LOS PARÁMETROS



Total del % retenido acumulado - el tamiz Nº200 = 304.79

MÓDULO DE FINURA "M.F.":

Módulo de Finura = (% acumulados desde el tamiz 30" hasta el tamiz Nº100)/100

M.F. = 304.79/100  
M.F. = 3.05

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

4.1.- EVALUACIÓN DE CURVA GRANUMÉTRICA

CATEGORÍA	VALORACIÓN		Puntaje
	Superior	Inferior	
a. Porcentaje de que pasa en la malla Nº200	X		2
b. Porcentaje de que pasa en la malla Nº100		X	3
c. Porcentaje de que pasa en la malla Nº50		X	3
d. Porcentaje de que pasa en la malla Nº30	X		0
e. Porcentaje de que pasa en la malla Nº16		X	2
f. Porcentaje de que pasa en la malla Nº8		X	3
g. Porcentaje de que pasa en la malla Nº4		X	2
h. Porcentaje de que pasa en la malla 3/8"		X	2

4.2.- EVALUACIÓN DE MÓDULO DE FINEZA

Se considera que el MF de una arena adecuada para producir concreto debe estar entre 2.5 y 3.1, donde un valor menor que 2.0 indica una arena fina 2.5 una arena de finura media y más de 3.0 una arena gruesa.  
Fuente: NTP-400.012.2001

VALORACIÓN	PRELIMINAR	DEFINITIVO
M.F. = 3.05	X	2

5.- PUNTAJE DE VALORACIÓN: 19

Huaran, 30, de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - PESO UNITARIO DE AGREGADOS

1.- PROYECTO: Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto f' c 210 kg/cm2

1.1.- AUTOR: Urbina Padilla Erick Jonathan

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE PESO UNITARIO DEL AGREGADO:

MUESTRA N°	TIPO DE PESO UNITARIO	Agregado			PESO UNITARIO COMPACTADO		
		1	2	3	1	2	3
1	PESO MATERIAL + MOLDE	5290	5320	5310	5850	5900	5940
2	PESO DEL MOLDE	1750	1750	1750	1750	1750	1750
3	PESO DEL MATERIAL (1)-(2)	3540	3570	3560	4100	4150	4190
4	FACTOR DE CALIBRACION	366.56	366.56	366.56	366.56	366.56	366.56
	PESO UNITARIO (3)/(4)	1298	1309	1305	1503	1521	1536
	PESO UNITARIO PROMEDIO	1304			1520		

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1. Precisión de resultados

La desviación típica ha sido establecida en 14 kg/m3 (0,88 lb/p3). Luego los resultados de dos ensayos realizados por un sólo operador con un mismo material no diferirán en más de 40 kg/m3 (2,5 lb/p3).

Fuente NTP 400.017.2013

	Desv. Estandar de resultados (kg/m3)	Desv. Estandar Aceptable (kg/m3) NTP 400.017.2013	VALORACIÓN DE LA DESV. ESTANDAR				Puntaje
			Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)	
PESO UNITARIO SUELTO	5,60	14				X	3
PESO UNITARIO COMPACTADO	16,53	14		X			1

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se recomienda que el ensayo sea realizado por un solo operador para la obtención de resultados uniformes
2	Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 400.017.2013, o similares
3	P.U.S Se califica como "Bueno" ya que presenta una desv. Estandar por debajo de la media aceptable
4	P.U.C Se califica como "Regular" ya que presenta una desv. Estandar cercana a lo aceptable
5	
6	

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN:

4	Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Buena (3)
---	----------	-------------	------------	-----------

Huaraz, 30, de, Octubre de 2020

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL HUANCAJILICO - HUARAZ  
  
 SAMUEL MATIAS SALAZAR  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP- 237708

FICHA TÉCNICA - PESO UNITARIO DE AGREGADOS RECIKLADOS

FICHA TÉCNICA - PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE OBSORCIÓN DE AGREGADO FINO

1.- PROYECTO: Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto  $f_c$  210 kg/cm<sup>2</sup>

1.1.-AUTOR: Urbina Padilla Erick Jonathan

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras de arte   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO

Agregado Fino		1	2	3	Promedio
IDENTIFICACION					
A	Peso Mat. Saturado Sup. Seco (en Aire)	500.00	500.00	500.00	
B	Peso Frasco + H <sub>2</sub> O	433.90	441.10	432.00	
C	Peso Frasco + H <sub>2</sub> O (A+B)	933.90	941.10	932.00	
D	Peso del Mat. + H <sub>2</sub> O en el Frasco	785.90	792.80	783.70	
E	Vol. De Mater. + Volum. De Vacío (C-D)	148.00	148.30	146.30	
F	Peso del Mater. Seco en Estufa (105 °C)	466.80	466.50	466.20	
G	Vol. De Masa = E - (A-F)	114.80	114.80	114.50	
Pe Bulk (Base Seca)= F/E		3.15	3.15	3.14	3.15
Pe Bulk (Base Saturado)= A/E		3.36	3.37	3.37	3.37
Pe Aparente (Base Seca)=F/G		4.07	4.06	4.07	4.07
% de Absorción = [(A- F)/F]x100		7.11	7.18	7.25	7.18

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1. Precisión de resultados

Las estimaciones de la precisión de este método de ensayo se basan en los resultados del Programa de AASHTO Materials Reference Laboratory Proficiency Sample, con la prueba llevada a cabo por este método de ensayo y método AASHTO T 84. La diferencia significativa entre los métodos es que el método de prueba de esta NTP requiere un periodo de saturación de 24 h ± 4 h, y el Método de prueba AASHTO T 84 requiere un periodo de saturación, de 15 h a 19 h. Esta diferencia se ha encontrado que tienen un efecto insignificante sobre los índices de precisión. Los datos se basan en los análisis de más de 100 pares de resultados de la prueba de 40 x 100 laboratorios. Las estimaciones de precisión para la densidad fueron calculados a partir de valores determinados para la densidad relativa (gravedad específica), utilizando la densidad del agua a 23 °C para la conversión.  
 Fuente NTP 400.022.2013

Índice	Índice	Valor Estándar Aceptable NTP 400.022.2013	VALORACIÓN DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA			Puntaje
			Mérito	Segundo (2)	Tercero (3)	
Pe Bulk (Base Seca)= F/E	0.0055	0.032			X	3
Pe Bulk (Base Saturado)= A/E	0.0039	0.027			X	3
Pe Aparente (Base Seca)=F/G	0.0041	0.027			X	3
% de Absorción = [(A- F)/F]x100	0.0689	0.31			X	3

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se recomienda que el ensayo sea realizado por un solo operador para la obtención de resultados uniformes.
2	Se recomienda realizar los ensayos de laboratorio teniendo en cuenta las especificaciones técnicas establecidas en la NTP 400.022.2013, o similares.
3	Se califica como "Bueno" ya que presenta una desv. Estándar por debajo de la media aceptable
4	
5	
6	

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN: 12

Huaraz, 30, de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS

1.- PROYECTO: Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm2

1.1- AUTOR: Urbina Padilla Erick Jonathan

2.- PROCEDENCIA DEL MATERIAL

Reciclado de briquetas de concreto       Reciclado de concreto de demolición - pavimento       Reciclado de concreto de demolición - obras de arte

Reciclado de viguetas de concreto       Reciclado de concreto de demolición - edificaciones       Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS:

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO:

	MUESTRA	FINO		
		1	2	3
	Recipiente			
1	Peso Recip. + Suelo Humedo	670.00	670.00	670.00
2	Peso Recip. + Suelo Seco	654.60	654.40	652.70
3	Peso Recipiente (gr)	170.00	170.00	170.00
4	Peso del Agua (1)-(2)	15.40	15.60	17.30
5	Peso Suelo Seco (2)-(3)	484.60	484.40	482.70
6	Humedad (4/5)x100(%)	3.18	3.22	3.58
HUMEDAD PROMEDIO		3.33		

4.- EVALUACIÓN RESULTADOS

Nota 1.- Precisión de resultados

La desviación estándar para un mismo operador en un mismo laboratorio para el contenido de humedad de los agregados se ha encontrado que es 0,28 %. En consecuencia, los resultados de dos ensayos efectuados apropiadamente por el mismo operador en el mismo laboratorio y en el mismo tipo de muestra, no deben diferir en más de 0,79 % uno del otro.

Fuente NTP 339.185.2013

	Desv. Estándar de resultados (%)	VALORACIÓN DE LA DESV. ESTÁNDAR			Suma (S)	Puntaje
		Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)		
Humedad (4/5)x100(%)	0.22			X		3

Nota 2.- Exactitud de Resultados

No existe valor de referencia aceptado para este método de ensayo; por consiguiente, no puede determinarse la exactitud.

Fuente ASTM D-2216-71

5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Descripción
1	Se califica como "Bueno" ya que presenta una desv. Estándar muy por debajo de la media aceptable
2	
3	
4	
5	
6	

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN:

	Malo (0)	Regular (1)	Normal (2)	Bueno (3)
3				X

Huaraz, 30, de, Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - CONTENIDO DE HUMEDAD DE AGREGADOS RECICLADOS

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

1. PROYECTO: Influencia de la calidad de concreto reciclado, en la resistencia de un pavimento rígido, Jr. Sargento Lores, distrito Morales - San Martín

1.1-AUTOR: Rangel Candata Moushelly Dayan

2. PROCEDENCIA DEL AGREGADO RECICLADO

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3. DATOS DE LOS ESPECÍMENES

Resistencia de diseño (kg/cm<sup>2</sup>) 210 Asentamiento de diseño (pulg") 3" - 4"

4. RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	Descripción	fc Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		Edad Días	Diámetro (cm)	Área (Cm <sup>2</sup> )	Carga (Kx)	Fcd (kg/cm <sup>2</sup> )	fcd/fc (%)	Promedio fcd (kg/cm <sup>2</sup> )
			Moldeo	Asunto							
1	Concreto Patrón	210.00	04/10/2017	01/11/2017	28	15.00	176.71	42158.00	238.55	113.60%	238.56
2	Concreto Patrón	210.00	04/10/2017	01/11/2017	28	15.00	176.71	42211.00	238.87	113.75%	
3	Concreto Patrón	210.00	04/10/2017	01/11/2017	28	15.00	176.71	42102.00	238.25	113.45%	
4	Concreto 100% AFR	210.00	04/10/2017	01/11/2017	28	15.01	176.95	56990.00	288.16	137.22%	286.47
5	Concreto 100% AFR	210.00	05/10/2017	02/11/2017	28	15.00	177.19	51223.00	289.12	137.68%	
6	Concreto 100% AFR	210.00	06/10/2017	03/11/2017	28	15.02	177.19	45988.00	262.13	124.81%	
7											
8											
9											

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	fc Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	SLUMP (pulg")
1	Concreto Patrón	210	4.00
2	Concreto Patrón	210	4.00
3	Concreto Patrón	210	4.00
4	Concreto 100% AFR	210	4.50
5	Concreto 100% AFR	210	4.00
6	Concreto 100% AFR	210	4.00
7			
8			
9			

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	Descripción	Resistencia promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia de Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	VALIDACIÓN DE LA RESISTENCIA				Puntaje Promedio
				Max (3)	Min (3)	Normal (2)	Reserva (1)	
1	Concreto Patrón	238.56	210 kg/cm <sup>2</sup>				X	3
2	Concreto 100% AFR	286.47	210 kg/cm <sup>2</sup>				X	
3								

N°	Descripción	Edad (Días)	Coef. de Variación	Coef. de Variación NTP 155194-2013	VALIDACIÓN DE LA DESV. DETALLAR				Puntaje Promedio
					Reserva (1)	Normal (2)	Reserva (3)	Reserva (4)	
1	Concreto Patrón	28	0.13%	7.80%				X	3
2	Concreto 100% AFR	28	1.32%	7.80%				X	
3									

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	Descripción	Slump (pulg")	Slump Promedio	VALIDACIÓN DEL SLUMP				Puntaje Promedio
				Reserva (1)	Normal (2)	Reserva (3)	Reserva (4)	
1	Concreto Patrón	3" - 4"	4.00			X		2
2	Concreto 100% AFR	3" - 4"	4.00			X		
3								

6. PUNTAJE DE VALORACIÓN RESISTENCIA:

6					X
---	--	--	--	--	---

7. PUNTAJE DE VALORACIÓN ASENTAMIENTO:

2				X	
---	--	--	--	---	--

Huancá, 30 de Octubre de 2020

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
 CONSEJO DEPARTAMENTAL HUANCÁ - HUARAZ  
 SAMUEL MATIAS QUISPE  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 237708

FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO - NTP 339.079

1.- PROYECTO: Análisis comparativo de resistencia a la flexión de un concreto  $f_c$  280 kg/cm<sup>2</sup> y un concreto reemplazado con agregado fino reciclado en porcentajes de 15 y 25%  
 1.1.- AUTOR: Toledo Sifuentes Ryhista Alasacero

2.- PROCEDENCIA DEL AGREGADO REICLADO  
 Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otras   
 Otros - Indicar la procedencia

3.- DATOS DE LOS ESPECÍMENES  
 Resistencia de diseño (kg/cm<sup>2</sup>)  Asestamiento de diseño (pulg") 
 4.- NORMA DEL MÉTODO DE ENSAYO DE LOS ESPECÍMENES  
 NTP 339.078.2012 o Similares  NTP 339.079.2012 o Similares

5.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO  
 A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

N°	DESCRIPCIÓN	F <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		Edad Día	Ancho probeta (mm)	Altura probeta (mm)	Longitud de trazo (mm)	Carga máxima de rotura (N)	M <sub>r</sub> (MPa)	Promedio Módulo de rotura (MPa)
			Muestra	Rotura							
1	Concreto Patrón	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	154.67	153.33	450.00	42719.10	7.58	7.32
2	Concreto Patrón	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	154.67	153.33	450.00	39828.60	7.30	
3	Concreto Patrón	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	153.67	154.00	450.00	37670.40	6.98	
4	Concreto 15% AFR	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	154.00	153.33	450.00	40603.50	7.43	7.98
5	Concreto 15% AFR	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	154.00	153.33	450.00	41161.90	7.57	
6	Concreto 15% AFR	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	154.00	153.33	450.00	42153.00	7.93	
7	Concreto 25% AFR	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	155.00	153.33	450.00	44548.80	8.15	7.98
8	Concreto 25% AFR	280.00	16/05/2018	14/06/2018	28	154.00	153.67	450.00	42281.10	7.85	

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASESTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	F <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	ASMP (pulg)
1	Concreto Patrón	280.00	4.00
2	Concreto Patrón	280.00	4.00
3	Concreto Patrón	280.00	4.00
4	Concreto 15% AFR	280.00	4.30
5	Concreto 15% AFR	280.00	4.30
6	Concreto 15% AFR	280.00	4.30
7	Concreto 25% AFR	280.00	4.30
8	Concreto 25% AFR	280.00	4.30
9	Concreto 25% AFR	280.00	4.30

6.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS  
 A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN  
 Se ha observado que el coeficiente de variación de los resultados de la prueba depende del nivel de resistencia de las vigas. Cuando se trate de un mismo operador, en un mismo laboratorio, el coeficiente de variación se ha establecido en 4.4%. Luego los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador sobre vigas hechas a partir de la muestra del mismo lote, se espera que no difieran en más de 12%.  
 Fuente NTP 339.078.2012

Se ha observado que el coeficiente de variación de los resultados de la prueba depende del nivel de resistencia de las vigas. Para un operador simple, el coeficiente de variación se ha establecido en 5.7%. Luego, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador sobre vigas a partir de la muestra del mismo lote, no difieran en más de 16%.  
 Fuente NTP 339.079.2012

N°	Descripción	Módulo de rotura (MPa)	Módulo de rotura (MPa)	Variación porcentual de los resultados				Módulo de rotura (MPa)
				Patrón	15% AFR	25% AFR	25% AFR	
1	Concreto Patrón	7.32	5.00					3
2	Concreto 15% AFR	7.95	5.00					
3	Concreto 25% AFR	7.98	5.00					

N°	Descripción	Edad (Días)	Cm. de asentamiento	Variación porcentual de los resultados				Módulo de rotura (MPa)
				Patrón	15% AFR	25% AFR	25% AFR	
1	Concreto Patrón	28	4.24%	12.00%	16.00%			3
2	Concreto 15% AFR	28	7.35%	12.00%	16.00%			
3	Concreto 25% AFR	28	1.99%	12.00%	16.00%			

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASESTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	ASMP (pulg)	Módulo de rotura (MPa)					
1	Concreto Patrón	3" - 4"	4.00					0.7
2	Concreto 15% AFR	3" - 4"	4.50	X				
3	Concreto 25% AFR	3" - 4"	4.50	X				

7.- PUNTAJE DE VALORACIÓN RESISTENCIA:

8.- PUNTAJE DE VALORACIÓN ASESTAMIENTO:

Huancá, 30, de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

1.- PROYECTO: Evaluación de la resistencia a compresión y a la flexión del concreto de agregado fino reciclado de concreto variando la relación agua cemento.

1.1.- AUTOR: Ralva Socha Freddy Andrés y Carrasco Campos Jairo Alexander

2.- PROCEDENCIA DEL AGREGADO REICLADO

Reciclado de briquetas de concreto       Reciclado de concreto de demolición - pavimento       Reciclado de concreto de demolición - obras

Reciclado de viguetas de concreto       Reciclado de concreto de demolición - edificaciones       Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- DATOS DE LOS ESPECÍMENES

Resistencia de diseño (kg/cm<sup>2</sup>)       Asentamiento de diseño (pulg")

4.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	Descripción	f <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	TECNA		Edad Días	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	F <sub>cd</sub> (Kg/cm <sup>2</sup> )	f <sub>cd</sub> /f <sub>c</sub> (%)	Promedio F <sub>cd</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
			Moldeo	Salida							
1	Concreto Patrón	280.00	SN	SN	28	15.00	176.71	97183.11	549.98	196.42%	550.79
2	Concreto Patrón	280.00	SN	SN	28	15.00	176.71	98904.73	559.63	199.89%	
3	Concreto Patrón	280.00	SN	SN	28	15.00	176.71	95903.09	542.70	193.82%	
4	Concreto 100% AFR	280.00	SN	SN	28	15.00	176.71	35818.00	199.23	67.94%	180.10
5	Concreto 100% AFR	280.00	SN	SN	28	15.00	176.71	26609.38	150.58	53.78%	
6	Concreto 100% AFR	280.00	SN	SN	28	15.00	176.71	33253.90	189.00	67.50%	
7											
8											
9											

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	f <sub>c</sub> Diseño (Kg/cm <sup>2</sup> )	SLUMP (pulg)
1	Concreto Patrón	280	3.00
2	Concreto Patrón	280	3.00
3	Concreto Patrón	280	3.00
4	Concreto 100% AFR	280	3.00
5	Concreto 100% AFR	280	3.00
6	Concreto 100% AFR	280	3.00
7			
8			
9			

5.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	Descripción	Resultado Promedio 28 Días (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia Aparente (%)	VALORACIÓN DE LA RESISTENCIA				Puntaje Promedio
				Moldeo	Regular	Buena	Muy Buena	
1	Concreto Patrón	550.79	280 kg/cm <sup>2</sup>				X	1.5
2	Concreto 100% AFR	180.10	280 kg/cm <sup>2</sup>	X				
3								

N°	Descripción	Edad (Días)	Conf. de Valoración	Conf. de Variación NTP 5338-2004	VALORACIÓN DE LA DEFORMACIÓN				Puntaje Promedio
					Moldeo	Regular	Buena	Muy Buena	
1	Concreto Patrón	28	1.55%	7.80%				X	1.5
2	Concreto 100% AFR	28	14.43%	7.80%	X				
3									

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	Descripción	Número de Especímenes	Temp. Promedio	VALORACIÓN DEL SLUMP				Puntaje Promedio
				Moldeo	Regular	Buena	Muy Buena	
1	Concreto Patrón	1" - 3"	3.00			X		2
2	Concreto 100% AFR	1" - 3"	3.00			X		
3								

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN RESISTENCIA:

7.- PUNTAJE DE VALORACIÓN ASENTAMIENTO:

Huaraz, 30, de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO - NTP 339.078

1.- PROYECTO: Evaluación de la resistencia a compresión y a la flexión del concreto de agregado fino reciclado de concreto variando la relación agua-cemento.

1.1.- AUTOR: Retha Socha Freddy Andrés y Carrasco Campos Jairo Alexander

2.- PROCEDENCIA DEL AGREGADO REICLADO

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras

Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia: \_\_\_\_\_

3.- DATOS DE LOS ESPECÍMENES

Resistencia de diseño (kg/cm<sup>2</sup>): 210 Asentamiento de diseño (pulg<sup>3</sup>): 1" - 3"

4.- NORMA DEL MÉTODO DE ENSAYO DE LOS ESPECÍMENES

NTP 339.078.2012 o Similares  NTP 339.079.2012 o Similares

5.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

N°	DESCRIPCIÓN	f <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	VECHA		Ejeal Dim	Ancho promedio (mm)		Alto promedio (cm)	Longitud de tramo (mm)			Carga máxima de rotura (kg)	M <sub>r</sub> (MPa) F <sub>cr</sub> (N <sup>2</sup> )	Promedio Módulo de rotura (MPa)
			mes/año	hora/día		b	h		L	F				
1	Concreto Patrón	280.00	SN	SN	28	150.00	150.00	450.00	51602.00	6.88			5.56	
2	Concreto Patrón	280.00	SN	SN	28	150.00	150.00	450.00	49889.00	6.12				
3	Concreto Patrón	280.00	SN	SN	28	150.00	150.00	450.00	50062.00	6.67				
4	Concreto 100% AFR	280.00	SN	SN	28	150.00	150.00	450.00	27400.00	3.6			1.73	
5	Concreto 100% AFR	280.00	SN	SN	28	150.00	150.00	450.00	27552.00	3.61				
6	Concreto 100% AFR	280.00	SN	SN	28	150.00	150.00	450.00	28100.00	3.74				

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	f <sub>c</sub> Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	SUMP (pulg <sup>3</sup> )
1	Concreto Patrón	280.00	3.00
2	Concreto Patrón	280.00	3.00
3	Concreto Patrón	280.00	3.00
4	Concreto 100% AFR	280.00	3.00
5	Concreto 100% AFR	280.00	3.00
6	Concreto 100% AFR	280.00	3.00
7			
8			
9			

6.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Se ha observado que el coeficiente de variación de los resultados de la prueba depende del nivel de resistencia de las vigas. Cuando se trate de un mismo operador, en un mismo laboratorio, el coeficiente de variación se ha establecido en 4.4 %. Luego los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador sobre vigas hechas a partir de la muestra del mismo lote, se espera que no difieran en más de 12 %.

Fuente NTP 339.078.2013

Se ha observado que el coeficiente de variación de los resultados de la prueba depende del nivel de resistencia de las vigas. Para un operador simple, el coeficiente de variación se ha establecido en 5.7 %. Luego los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador sobre viga a partir de la muestra del mismo lote, no difieran en más de 16 %.

Fuente NTP 339.079.2013

N°	Descripción	Módulo de rotura promedio (MPa)	Módulo de rotura mínimo (MPa)	VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS				Promedio
				Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	Concreto Patrón	6.56	4.00			X		1.5
2	Concreto 100% AFR	3.73	4.00	X				
3								

N°	Descripción	Ejeal (mm)	Coef. de variación (NTP 339.078.2013) (%)	VALORACIÓN DE LA BETA ESTADÍSTICA				Promedio	
				Mayor	Menor	Mayor	Menor		
1	Concreto Patrón	28	6.00%	12.00%	16.00%			X	3
2	Concreto 100% AFR	28	2.85%	12.00%	16.00%			X	
3									

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	Descripción	Ejeal (mm)	Prom. (mm)	VALORACIÓN DE LOS RESULTADOS				Promedio
				Mayor	Menor	Mayor	Menor	
1	Concreto Patrón	1" - 3"	3.00			X		2
2	Concreto 100% AFR	1" - 3"	3.00			X		
3								

7.- PUNTAJE DE VALORACIÓN RESISTENCIA: 4.0

8.- PUNTAJE DE VALORACIÓN ASENTAMIENTO: 2

Huancayo, 30 de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

1.- PROYECTO: Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto f'c 210 kg/cm2

1.1.- AUTOR: Urbina Padilla Erick Jonathan

2.- PROCEDENCIA DEL AGREGADO RECICLADO

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- DATOS DE LOS ESPECIMENES

Resistencia de diseño (kg/cm2) 210 Asentamiento de diseño (pulg") 3" - 4"

4.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	Descripción	f'c Diseño (Kg/cm²)	FECHA			Diámetro (cm)	Área (cm²)	Carga (Kg)	f'cd (Kg/cm²)	f'cd/f'c (%)	Promedio f'cd (Kg/cm²)
			Molde	Relera	Edad Días						
1	Concreto Patrón	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	53225.43	301.20	142.43%	300.23
2	Concreto Patrón	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	52379.20	296.40	141.14%	
3	Concreto Patrón	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	51562.19	302.10	144.33%	
4	Concreto 15% AFR	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	66745.10	377.70	179.89%	370.30
5	Concreto 15% AFR	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	65472.75	370.50	176.43%	
6	Concreto 15% AFR	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	66094.38	362.70	172.71%	
7	Concreto 25% AFR	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	58474.85	330.80	157.57%	328.50
8	Concreto 25% AFR	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	57379.23	324.70	154.62%	
9	Concreto 25% AFR	210.00	SN	SN	28	15.00	176.71	56298.14	329.90	157.10%	

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	f'c Diseño (Kg/cm²)	SLUMP (pulg")
1	Concreto Patrón	210	3.31
2	Concreto Patrón	210	3.31
3	Concreto Patrón	210	3.31
4	Concreto 15% AFR	210	0.51
5	Concreto 15% AFR	210	0.61
6	Concreto 15% AFR	210	0.51
7	Concreto 25% AFR	210	1.22
8	Concreto 25% AFR	210	1.22
9	Concreto 25% AFR	210	1.22

5.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N°	Descripción	Resultado promedio de f'cd (Kg/cm²)	Resistencia aceptada de f'cd (Kg/cm²)	VALORACIÓN DE LA RESISTENCIA				Puntaje obtenido
				Molde	Relera	Forma (1)	Relera (2)	3
1	Concreto Patrón	300.23	210 kg/cm2				X	
2	Concreto 15% AFR	370.30	210 kg/cm2				X	
3	Concreto 25% AFR	328.50	210 kg/cm2				X	

N°	Descripción	f'cd (Kg/cm²)	Coef. de variación (%)	Coef. de variación (NTC 26050-2011)	VALORACIÓN DE LA OPCIÓN ESTÁNDAR				Puntaje obtenido
					Molde	Relera (1)	Relera (2)	Bueno (3)	3
1	Concreto Patrón	28	1.15%	7.80%				X	
2	Concreto 15% AFR	28	2.03%	7.80%				X	
3	Concreto 25% AFR	28	1.01%	7.80%				X	

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASENTAMIENTO

N°	Descripción	Slump de diseño	Slump obtenido	VALORACIÓN DE LA OPCIÓN ESTÁNDAR				Puntaje obtenido
				Molde	Relera (1)	Relera (2)	Bueno (3)	1
1	Concreto Patrón	3" - 4"	3.31				X	
2	Concreto 15% AFR	3" - 4"	0.51	X				
3	Concreto 25% AFR	3" - 4"	1.22	X				

6.- PUNTAJE DE VALORACIÓN RESISTENCIA: 6

7.- PUNTAJE DE VALORACIÓN ASENTAMIENTO: 1

Huaraz, 30, de Octubre de 2020



FICHA TÉCNICA - ANÁLISIS DE CONSISTENCIA Y RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO - NTP 339.078

1.- PROYECTO: Efecto del agregado fino reciclado en las propiedades del concreto Fc 210 kg/cm<sup>2</sup>

1.1.- AUTOR: Urbina Padilla Erick Jonathan

2.- PROCEDENCIA DEL AGREGADO REICLADO

Reciclado de briquetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - pavimento  Reciclado de concreto de demolición - obras   
 Reciclado de viguetas de concreto  Reciclado de concreto de demolición - edificaciones  Otros

Otros - Indicar la procedencia

3.- DATOS DE LOS ESPECÍMENES

Resistencia de diseño (kg/cm<sup>2</sup>) 210 Asestantamiento de diseño (pulg<sup>2</sup>) 3" - 4"

4.- NORMA DEL MÉTODO DE ENSAYO DE LOS ESPECÍMENES

NTP 339.078.2012 o Similares  NTP 339.079.2012 o Similares

5.- RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

N°	DESCRIPCIÓN	Fc Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA		Edad Día	Ancho promedio		Alm. promedio		Longitud de apoyo	Carga indiana de rotura (kg)	M <sub>r</sub> (MPa) P <sub>r</sub> /b <sup>3</sup>	Promedio Método de rotura (MPa)
			Inicio	Fin		b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>				
1	Concreto Patrón	210.00	SN	SN	28	153.00	150.00	500.00	38012.97			5.52	5.57
2	Concreto Patrón	210.00	SN	SN	28	154.00	153.00	500.00	40513.83			5.82	
3	Concreto Patrón	210.00	SN	SN	28	152.00	151.00	500.00	38513.78			5.56	
4	Concreto 15% AFR	210.00	SN	SN	28	152.00	151.00	500.00	41024.34			5.64	5.61
5	Concreto 15% AFR	210.00	SN	SN	28	153.00	152.00	500.00	42112.00			5.72	
6	Concreto 15% AFR	210.00	SN	SN	28	152.00	151.00	500.00	39013.29			5.59	
7	Concreto 25% AFR	210.00	SN	SN	28	151.00	152.00	500.00	39013.29			5.59	5.61
8	Concreto 25% AFR	210.00	SN	SN	28	150.00	152.00	500.00	39513.50			5.70	
9	Concreto 25% AFR	210.00	SN	SN	28	150.00	156.00	500.00	40513.83			5.53	

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASESTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	Fc Diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	SUMP (m/kg)
1	Concreto Patrón	210	3.31
2	Concreto Patrón	210	3.31
3	Concreto Patrón	210	3.31
4	Concreto 15% AFR	210	3.59
5	Concreto 15% AFR	210	4.64
6	Concreto 15% AFR	210	3.67
7	Concreto 25% AFR	210	1.22
8	Concreto 25% AFR	210	1.22
9	Concreto 25% AFR	210	1.22

6.- EVALUACIÓN DE RESULTADOS

A) RESULTADOS DE ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Se ha observado que el coeficiente de variación de los resultados de la prueba depende del nivel de resistencia de las vigas. Cuando se trate de un mismo operador, en un mismo laboratorio, el coeficiente de variación se ha establecido en 4.4 %. Luego los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador sobre vigas hechas a partir de la muestra del mismo lote, se espera que no difieran en más de 12 %.

Fuente NTP 339.078.2013

Se ha observado que el coeficiente de variación de los resultados de la prueba depende del nivel de resistencia de las vigas. Para un operador simple, el coeficiente de variación se ha establecido en 5.7 %. Luego, los resultados de dos ensayos realizados adecuadamente por el mismo operador sobre vigas a partir de la muestra del mismo lote, no difieran en más de 16 %.

Fuente NTP 339.079.2013

N°	Descripción	Medio de dispersión (Módulo de Elasticidad)	Módulo de elasticidad (Medio de dispersión)	Coeficiente de variación del módulo de elasticidad	Coeficiente de variación de la resistencia	Coeficiente de variación de la deformación
1	Concreto Patrón	5.57	4.00			X
2	Concreto 15% AFR	5.90	4.00			X
3	Concreto 25% AFR	5.61	4.00			X

N°	Descripción	Edad (Días)	Coef. de variación	Coef. de variación NTP 339.078.2013 / NTP 339.079.2013	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ESPECÍMENES				Puntaje
					Módulo de Elasticidad	Resistencia	Deformación	Deformación	
1	Concreto Patrón	28	0.89%	12.00%	16.00%				X
2	Concreto 15% AFR	28	5.25%	12.00%	16.00%				X
3	Concreto 25% AFR	28	1.39%	12.00%	16.00%				X

B) RESULTADOS DE ENSAYO DE ASESTAMIENTO

N°	DESCRIPCIÓN	Edad (Días)	SUMP (m/kg)	VERIFICACIÓN DEL ASESTAMIENTO				Puntaje
				Medio de dispersión	Módulo de Elasticidad	Resistencia	Deformación	
1	Concreto Patrón	3" - 4"	3.31					X
2	Concreto 15% AFR	3" - 4"	0.51	X				
3	Concreto 25% AFR	3" - 4"	1.22	X				

7.- PUNTAJE DE VALORACIÓN RESISTENCIA:

6.0

8.- PUNTAJE DE VALORACIÓN ASESTAMIENTO:

1

Huaraz, 30 de Octubre de 2020



## 8.2. ENSAYOS DE INVESTIGACIÓN 01



### PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO RECICLADO

SOLICITA : Alumn. Toledo Sifuentes Ryhistro alesandro  
 TESIS : "Análisis Comparativo de Resistencia a la Flexion de un agregado fino de concreto F'C= 280 Kg/Cm2 y un Concreto Reemplazado con Agregado Fino de concreto reciclado de briquetas en porcentajes 15% y 25%'  
 LUGAR : HUARAZ  
 CANTERA : ROLAN  
 MATERIAL : AGREGADO FINO RECICLADO  
 FECHA : 22/05/2018

A : Peso de material saturado superficialmente seco (aire) 300,0  
 B : Peso de frasco+ agua 679,0  
 C = A + B : Peso frasco + agua +material 979,0  
 D : Peso de material+agua en el frasco 837,6  
 E = C - D : Volumen de masa+volumen de vacio 141,4  
 F : Peso Material seco en horno 273,1  
 G= E- (A - F) : Volumen de masa 114,5

300,0		
679,0		
979,0		
837,6		
141,4		
273,1		
114,5		
9,85		
9,85		

ABSORCION (%) : ((A-F/F)x100)  
 ABS. PROM. (%) :

P.e. Bulk (Base Seca) = F/E  
 P.e. Bulk (Base Saturada) = A/E  
 P.e. Aparente (Base Seca) = F/G

#### PROMEDIO

1,93		
2,12		
2,39		

#### PROMEDIO

P.e. Bulk (Base Seca)  
 P.e. Bulk (Base Saturada)  
 P.e. Aparente (Base Seca)

1,93		
2,12		
2,39		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 ENSAYOS DE MATERIALES

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

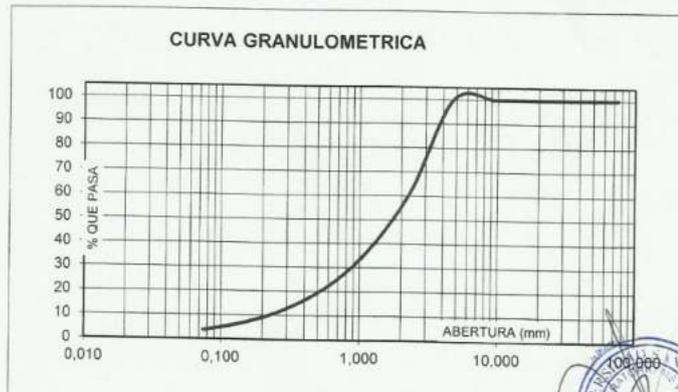
**ANALISIS GRANULOMETRICO FINO RECICLADO**

**SOLICITA :** Alumn. Toledo Sifuentes Ryhistro alesandro  
**TESIS :** "Análisis Comparativo de Resistencia a la Flexion de un agregado fino de concreto F'c= 280 Kg/Cm2 y un Concreto Reemplazado con Agregado Fino de concreto reciclado de briquetas en porcentajes 15% y 25%"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**FECHA :** 22/05/2018 **CANTERA :** ROLAN **MATERIAL :** AGREGADO FINO RECICLADO

PESO SECO INICIAL	1064
PESO SECO LAVADO	1025,00
PESO PERDIDO POR LAVADO	39,00

TAMIZ	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	75.000				
2 1/2"	63.000				
2"	50.000				
1 1/2"	38.100	0,00	0,00	0,00	100,00
1"	25.000	0,00	0,00	0,00	100,00
3/4"	19.000	0,00	0,00	0,00	100,00
1/2"	12.500	0,00	0,00	0,00	100,00
3/8"	9.500	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 4	4.750	0,00	0,00	0,00	100,00
N° 8	2.360	403,00	37,88	37,88	62,12
N° 16	1.180	260,50	24,48	62,36	37,64
N° 30	0.600	162,50	15,27	77,63	22,37
N° 50	0.300	101,00	9,49	87,12	12,88
N° 100	0.150	62,00	5,83	92,95	7,05
N° 200	0.075	36,00	3,38	96,33	3,67
PLATO		39,00	3,67	100,00	0,00
TOTAL		1064,00	100,00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : n° 8  
 MODULO DE FINEZA : 3,58  
 HUMEDAD : 6,87%



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
 FENOMENOS MATERIALES  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216-71

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS						
TESIS	: "Análisis Comparativo de Resistencia a la Flexión de un agregado fino de concreto F'c= 280 Kg/Cm2 y un Concreto Reemplazado con Agregado Fino de concreto reciclado de briquetas en porcentajes 15% y 25%"					
SOLICITA	: Alumn. Toledo Sifuentes Ryhistro alesandro					
DISTRITO	: HUARAZ			HECHO EN	: USP -HUARAZ	
PROVINCIA	: HUARAZ			FECHA	: 26/06/2018	
PROG (KM.)	:			ASESOR	:	
DATOS DE LA MUESTRA						
CALICATA	:					
MUESTRA	: AGREGADO FINO RECICLADO					
PROF. (m)	:					
AGREGADO FINO RECICLADO						
Nº TARRO		23	25			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	885,5	933,0			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	838,5	884,5			
PESO DE AGUA	(g)	47,00	48,50			
PESO DEL TARRO	(g)	166,70	166,5			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	671,80	719,0			
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	7,00	6,75			
HUMEDAD PROMEDIO	(%)	6,87				



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
HUÁRAZ - HUARAZ  
FACULTAD DE INGENIERIA  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y  
ENSAYOS DE MATERIALES  
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
CIP: 116544  
JEFE

### PESOS UNITARIOS

**SOLICITA :** Alumn. Toledo Sifuentes Ryhistro alesandro  
**TESIS :** "Análisis Comparativo de Resistencia a la Flexión de un agregado fino de concreto FC= 280 Kg/Cm2 y un Concreto Reemplazado con Agregado Fino de concreto reciclado de briquetas en porcentajes 15% y 25%"  
**LUGAR :** HUARAZ  
**CANTERA :** RECICLADO  
**MATERIAL :** AGREGADO FINO RECICLADO  
**FECHA :** 22/05/2018

#### PESO UNITARIO SUELTO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7070	7085	7078
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	3650	3665	3658
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1315	1320	1318
Peso unitario prom.	1318 Kg/m3		

#### PESO UNITARIO COMPACTADO

Ensayo N°	0 1	0 2	0 3
Peso de molde + muestra	7425	7410	7418
Peso de molde	3420	3420	3420
Peso de muestra	4005	3990	3998
Volumen de molde	2776	2776	2776
Peso unitario	1443	1437	1440
Peso unitario prom.	1440 Kg/m3		



UNIVERSIDAD SAN PEDRO  
 FILIAL - HUARAZ  
 FACULTAD DE INGENIERIA  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS  
 ENSAYOS DE MUESTRAS  
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio  
 CIP: 116544  
 JEFE



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS  
SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO  
NTP. 339.079:2012**

<b>SOLICITA</b>	: Alumno. TOLEDO SIFUENTES RYHISTO ALESSANDRO
<b>PROYECTO</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 Y UN CONCRETO REEMPLAZADO CON AGREGADO FINO RECICLADO EN PORCENTAJES DE 15% Y 25%"
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO NATURAL : Cantera Tacllan AGREGADO RECICLADO : Concreto reciclado de briquetas de f'c 210kg/cm2
<b>FECHA</b>	: 26/06/2018

N°	Descripción	F'c Diseño (Kg/cm2)	FECHA		Ednd Dias	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud de tramo (mm)	Carga máxima de rotura (N)	Mr (MPa)
			Moldeo	Rotura		b	h	L	P	
01	Agregado fino reciclado 15%	280,00	16/05/18	24/05/18	7	153.00	156.37	450.00	28252.80	5.10
02	Agregado fino reciclado 15%	280,00	16/05/18	24/05/18	7	157.00	155.30	450.00	29822.40	5.32
03	Agregado fino reciclado 15%	280,00	16/05/18	24/05/18	7	151.00	156.00	450.00	30509.10	5.60
04	Agregado fino reciclado 15%	280,00	18/05/18	02/06/18	14	154.00	152.67	450.00	35316.00	6.64
05	Agregado fino reciclado 15%	280,00	18/05/18	02/06/18	14	154.30	159.33	450.00	37376.10	6.44
06	Agregado fino reciclado 15%	280,00	18/05/18	02/06/18	14	152.67	153.00	450.00	43654.50	8.25
07	Agregado fino reciclado 15%	280,00	16/05/18	14/06/18	28	153.00	155.37	450.00	40613.40	7.33
08	Agregado fino reciclado 15%	280,00	16/05/18	14/06/18	28	151.67	151.00	450.00	41103.90	8.02
09	Agregado fino reciclado 15%	280,00	16/05/18	14/06/18	28	152.30	154.67	450.00	45812.70	8.49



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
DAVID AZÚA DOMÍNGUEZ  
TÉCNICO DEL LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS  
SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO  
NTP. 339.079:2012**

<b>SOLICITA</b>	: Alumno. TOLEDO SIFUENTES RYHISTO ALESSANDRO
<b>PROYECTO</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 Y UN CONCRETO REEMPLAZADO CON AGREGADO FINO RECICLADO EN PORCENTAJES DE 15% Y 25%"
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO NATURAL : Cantera Tacllan AGREGADO RECICLADO : Concreto reciclado de briquetas de f'c 210kg/cm2
<b>FECHA</b>	: 26/06/2018

N°	Descripción	F'c Diseño (Kg/cm2)	FECHA		Edad Días	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud de tramo (mm)	Carga máxima de rotura (N)	Mr (MPa)
			Moldeo	Rotura		b	h		L	
01	Concreto Patrón	280,00	16/05/18	24/05/18	7	161,00	151,67	450,00	25309,80	4,61
02	Concreto Patrón	280,00	16/05/18	24/05/18	7	155,00	154,30	450,00	30607,20	5,60
03	Concreto Patrón	280,00	16/05/18	24/05/18	7	153,37	154,30	450,00	29528,10	5,46
04	Concreto Patrón	280,00	18/05/18	02/06/18	14	157,00	155,33	450,00	26388,90	4,70
05	Concreto Patrón	280,00	18/05/18	02/06/18	14	156,30	151,37	450,00	36002,70	6,79
06	Concreto Patrón	280,00	18/05/18	02/06/18	14	151,00	152,00	450,00	34727,40	6,72
07	Concreto Patrón	280,00	16/05/18	14/06/18	28	154,67	152,33	450,00	40319,10	7,58
08	Concreto Patrón	280,00	16/05/18	14/06/18	28	155,33	153,00	450,00	39828,60	7,39
09	Concreto Patrón	280,00	16/05/18	14/06/18	28	153,67	154,00	450,00	37670,40	6,98



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
*[Signature]*  
DAVID AZARZA OSVINGUEZ  
TITULAR DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ENSAYO DE MATERIALES**

**ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO EN VIGAS  
SIMPLEMENTE APOYADAS CON CARGAS EN EL CENTRO DEL TRAMO  
NTP. 339.079:2012**

<b>SOLICITA</b>	: Alumno. TOLEDO SIFUENTES RYHISTO ALESSANDRO
<b>PROYECTO</b>	: "ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE UN CONCRETO F'C = 280 KG/CM2 Y UN CONCRETO REEMPLAZADO CON AGREGADO FINO RECICLADO EN PORCENTAJES DE 15% Y 25%"
<b>CANTERA</b>	: AGREGADO NATURAL : Cantera Tacllan AGREGADO RECICLADO : Concreto reciclado de briquetas de f'c 210kg/cm2
<b>FECHA</b>	: 26/06/2018

N°	Descripción	F'c Diseño (Kg/cm2)	FECHA		Edad Días	Ancho promedio (mm)	Altura promedio (mm)	Longitud de tramo (mm)	Carga máxima de rotura (N)	Mr (MPa)
			Moldeo	Rotura						
01	Agregado fino reciclado 25%	280,00	16/05/18	24/05/18	7	152.30	153.00	450.00	28154.70	5.33
02	Agregado fino reciclado 25%	280,00	16/05/18	24/05/18	7	151.00	157.00	450.00	30607.20	5.55
03	Agregado fino reciclado 25%	280,00	16/05/18	24/05/18	7	152.00	152.00	450.00	28841.40	5.54
04	Agregado fino reciclado 25%	280,00	18/05/18	02/06/18	14	157.00	151.30	450.00	35217.90	6.61
05	Agregado fino reciclado 25%	280,00	18/05/18	02/06/18	14	155.33	151.00	450.00	38357.10	7.31
06	Agregado fino reciclado 25%	280,00	18/05/18	02/06/18	14	155.33	154.67	450.00	38455.20	6.99
07	Agregado fino reciclado 25%	280,00	16/05/18	14/06/18	28	154.67	152.37	450.00	42183.00	7.93
08	Agregado fino reciclado 25%	280,00	16/05/18	14/06/18	28	155.00	153.37	450.00	44046.90	8.15
09	Agregado fino reciclado 25%	280,00	16/05/18	14/06/18	28	154.00	153.67	450.00	42281.10	7.85



UNASAM  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
*[Signature]*  
DAVID AZARINO C. RINGUEZ  
TECNICO DEL LABORATORIO DE MECANICA DE  
SUELOS Y RESISTENCIA DE MATERIALES

### 8.3. ENSAYOS DE INVESTIGACIÓN 02

#### 3.1.1. Evaluación física

##### 3.1.1.1. Agregado fino

**Tabla 1**

*Contenido de humedad de arena reciclada*

Lata	1	2	3	Unidad
Peso de lata grs	83.20	105.80	91.90	grs.
Peso del suelo 34úmido + lata grs	206.50	229.30	211.80	grs.
Peso del suelo seco + lata grs	201.60	223.52	206.20	grs.
Peso del agua grs	4.90	5.78	5.60	grs.
Peso del suelo seco grs	118.40	117.72	114.30	grs.
% de humedad	4.14	4.91	4.90	%
Promedio % de humedad		4.65		

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 2:**  
*Peso específico y absorción de arena reciclada*

F		1	2	3	Promedio
u	Peso Material				
e	<b>A</b> Saturado	gr.	500.00	495.00	498.00
n	Superficialmente				
t	Seco (En Aire)				
e	<b>B</b> Peso Frasco + Agua	gr.	649.00	649.00	649.00
:	<b>C</b> Peso Frasco + Agua	gr.	1149.00	1144.00	1147.00
	+ <b>A</b>				
E	<b>D</b> Peso del Material +	gr.	953.00	948.00	951.00
I	Agua en el Frasco				
a	<b>E</b> Volumen de Masa +	gr	196.00	196.00	196.00
b	Volumen de Vacío (				
o	<b>C - D</b> )				
r	Peso de Material				
a	<b>F</b> Seco en Estufa (105°	gr	493.20	485.00	491.20
c	C)				
i	<b>G</b> Volumen de Masa (	cc	189.20	186.00	189.20
ó	<b>E - (A - F)</b> )				
n	Pe Bulk (Base Seca)	gr./cc	2.52	2.47	2.51
	( <b>F / E</b> )				<b>2.50</b>
p	Pe Bulk (Base	gr./cc	2.55	2.53	2.54
r	Saturada) ( <b>A / E</b> )				<b>2.54</b>
o	Pe Aparente (Base	gr./cc	2.61	2.61	2.60
	Seca) ( <b>F / G</b> )				<b>2.60</b>
	% de Absorción ( ( <b>A</b>	%	1.38	2.06	1.38
	- <b>F</b> ) / <b>F</b> ) * 100 )				<b>1.61</b>

**Tabla 3:**  
*Peso unitario suelto de arena reciclada*

ENSAYO.	1	2	3	Unidad
PESO DE MOLDE + MATERIAL	24,149	23,976	24,227	kg.
PESO DE MOLDE	5,841	5,841	5,841	k.
PESO DE MATERIAL	18,308	18,135	18,386	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0145	0.0145	0.0145	m3
PESO UNITARIO	1,264	1,253	1,270	kg./m3
PROMEDIO % DE HUMEDAD		1,262		kg./m3

Fuente: Elaboración propia

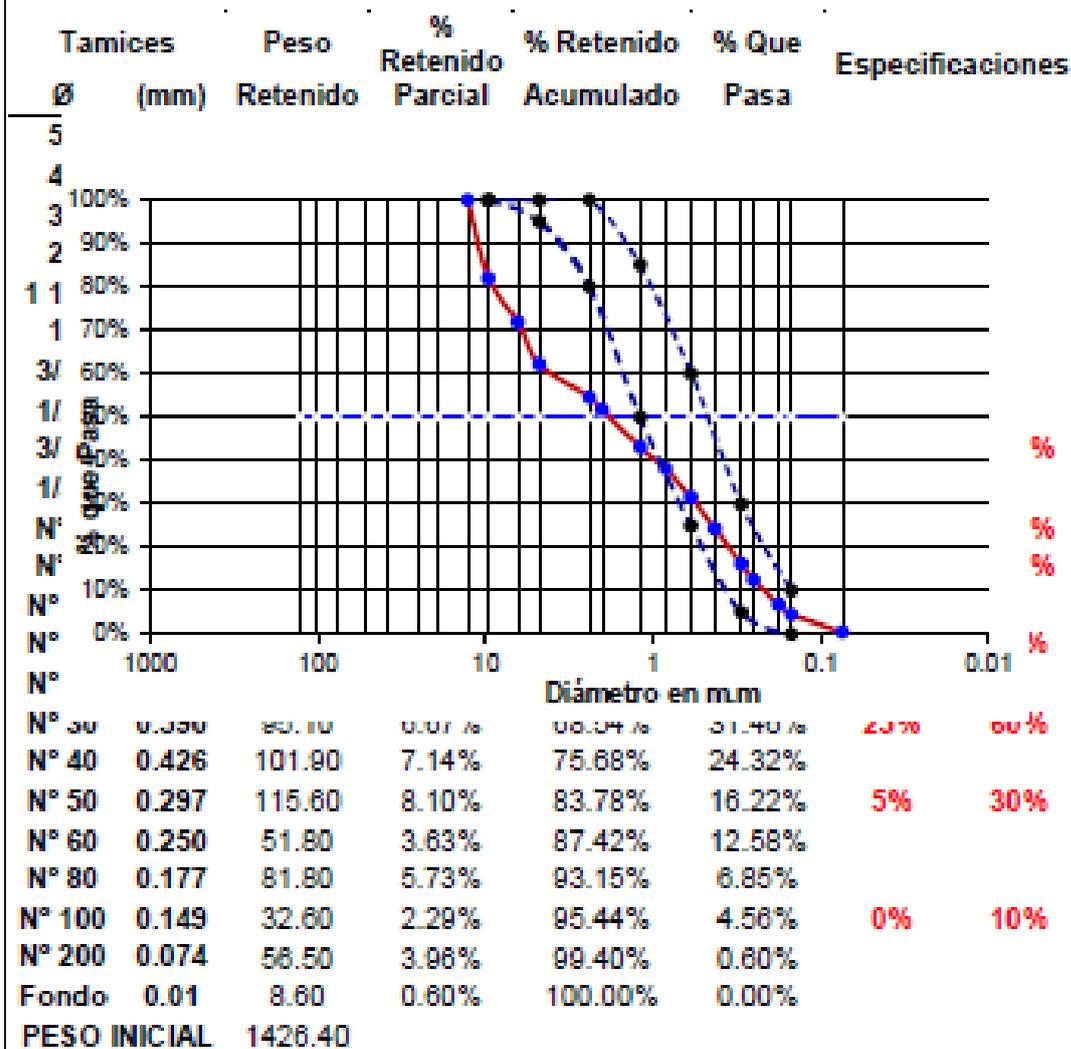
**Tabla 4:**  
*Peso unitario varillado de arena reciclada*

ENSAYO.	1	2	3	Unidad
PESO DE MOLDE + MATERIAL	25,370	26,013	26,034	kg.
PESO DE MOLDE	5,841	5,841	5,841	kg.
PESO DE MATERIAL	19,529	20,172	20,193	kg.
VOLUMEN DE MOLDE	0.0145	0.0145	0.0145	kg.
PESO UNITARIO	1,349	1,393	1,395	kg./m <sup>3</sup>
PROMEDIO % DE HUMEDAD		1,379		kg./m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 5:**  
*Granulometría de arena reciclada*

Fuente: Elaboración propia



*ométrica de arena reciclada*



**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 jbravalca@ucv.edu.pe - Telefono: 042- 592200 Arequipa - 3164

CAMPUS UNIVERSITARIO - CATACACH - PERU



**PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO**

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

OBRA : Influencia de la Calidad del Concreto Reciclado, en la Resistencia de un Pavimento Rígido, Jr. Sargento Lores, Distrito de Morales - San Martín - 2017  
 SOLICITANTE : BACH RENIFO CANDELA MOUSHELLY DAYAN  
 LUGAR : Sector: Jr. Sargento Lores Cdra. 02 / Dist.: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín  
 ESTRUCTURA : -  
 RESISTENCIA : F C 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 022  
 HECHO POR : BACH RENIFO CANDELA MOUSHELLY DAYAN  
 SUPERVISADO POR : ING. J.M.A.A.  
 LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO  
 FECHA : 07/10/2017  
 HORA : 10:20:00 a.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE INTENSIDAD	EDAD EN DÍAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (CM)	ALTURA (CM)	DENSIDAD (Kg/m <sup>3</sup> )	CARGA (Kg)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (Kg/cm <sup>2</sup> )	F.C. DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	N. OBTENIDO	TIPO DE ROTURA
1.00	Prueba - Piedra Huallaga + Arena Reciclada	04-10-17	07-10-17	3.00	NE	15.01	2.47	19 170.00	19 526.00	170.95	108.34	2.10	51.89	C
2.00	Prueba - Piedra Huallaga + Arena Reciclada	04-10-17	07-10-17	3.00	NE	15.01	2.47	19 526.00	19 526.00	170.95	110.35	2.10	52.55	B
3.00	Prueba - Piedra Huallaga + Arena Reciclada	04-10-17	07-10-17	3.00	NE	15.05	2.46	19 506.00	19 506.00	177.89	110.17	2.10	52.46	E

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
  - Cilindros sometidos a las pruebas con cajeles reciproco.
  - El concreto tiene un f.c de diseño de 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

TIPO DE FRACTURA

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
CIENNO	CONAS Y SEPARACION	CONAS Y CONAS	CONAS Y CONAS	CONAS Y CONAS	CORTE COLUMNAR



**Amorcelin**  
 INGENIERO CIVIL  
 G. 10011

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE COMPRESIÓN



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

arevalo@ucv.edu.pe - Teléfono: 042-595200 Arevalo - 3164

CAMPUS UNIVERSITARIO - CACATACHI - PERU

## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39 - 2004

OBRA : Influencia de la Calidad del Concreto Reciclado, en la Resistencia de un Pavimento Rígido, Jr. Sargento Lores, Distrito de Morales - San Martín - 2017

SOLICITANTE : BACH. RENGIFO CANDELA MOUSHELLEY DAYAN

LUGAR : Sector: Jr. Sargento Lores Cdra. 02 / Dist.: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

ESTRUCTURA : \*

RESISTENCIA : FC 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 005  
HECHO POR : BACH. RENGIFO CANDELA MOUSHELLEY DAYAN  
SUPERVISADO POR : ING. J.M.A.A.  
LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIVERSITARIO  
FECHA : 11/10/2017  
HORA : 11:15:00 a.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD (DÍAS)	ASENT. (mm)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	CARGA (kgf)	AREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	F.C. DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	N. OBTENIDO N.	N. REQUERIDO N.	Tipo de Rotura
1.00	Prueba - Piedra Hualлага + Arena Reciclada	04-10-17	11-10-17	7.00	NE	15.01	2.43	29.100.00	176.05	164.01	210	78.53		C
2.00	Prueba - Piedra Hualлага + Arena Reciclada	04-10-17	11-10-17	7.00	NE	15.00	2.48	28.900.00	176.72	164.05	210	78.12		B
3.00	Prueba - Piedra Hualлага + Arena Reciclada	04-10-17	11-10-17	7.00	NE	15.03	2.46	29.100.00	177.42	164.02	210	78.10	78.25	E

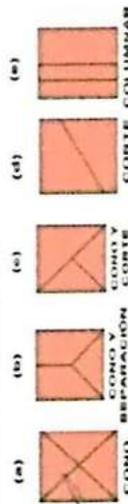
### OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno
- El concreto tiene un  $f_c$  de diseño de 210 Kg/cm<sup>2</sup>

Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

### APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA



**MARCELO**  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 76991

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA DE CONCRETO



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

latrev@ucv.edu.pe - Telefono: 042-582200 Anexo: 3154

CAMPUS UNIBERTARIO - CACATACH - PERU



## PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

OBRA : Influencia de la Calidad del Concreto Reciclado, en la Resistencia de un Pavimento Rígido, Jr. Sargento Lorea, Distrito de Morales - San Martín - 2017

SOLICITANTE : BACH. RENGIFO CANDELA WOUSHELLY DAYAN

LUGAR : Sector: Jr. Sargento Lorea Cdra. 02 / Dist.: Morales / Prov.: San Martín / Reg.: San Martín

ESTRUCTURA : -

RESISTENCIA : F' C 210 Kg/cm<sup>2</sup>

CERTIFICADO : N° 294  
 HECHO POR : BACH. RENGIFO CANDELA WOUSHELLY DAYAN  
 SUPERVISADO POR : ING. J.M.A.A.  
 LUGAR DE EJECUCIÓN : CAMPUS UNIBERTARIO  
 FECHA : 01/11/2017  
 HORA : 02:15:00 p.m.

N° DE CILINDRO	DESCRIPCIÓN	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (mm/c.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m <sup>3</sup> )	CARGA (kgf)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	F' C DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	N. OBTENIDO	N. N. PROMEDIADO	Tipo de Fractura
1.00	Prueba - Piedra Huallaga + Arena Reciclada	04-10-17	01-11-17	28 00	NE	15.01	2.43	50 990.00	178.95	288.18	210	137.22	137.22	C
2.00	Prueba - Piedra Huallaga + Arena Reciclada	04-10-17	01-11-17	28 00	NE	15.02	2.47	51 228.00	177.19	289.12	210	137.68	137.68	B
3.00	Prueba - Piedra Huallaga + Arena Reciclada	04-10-17	01-11-17	28 00	NE	15.02	2.47	49 989.00	177.19	282.13	210	134.35	134.41	E

### OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especímenes de concreto han sido verificadas en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
  - Cilindros sometidos a las pruebas con cabeceo neopreno
  - El concreto tiene un f'c de diseño de 210 Kg/cm<sup>2</sup>
- Muestra y datos adjuntos entregados por el solicitante

### APROBADO

LABORATORIO		JEFATURA	
SELLO	FIRMA	SELLO	FIRMA

(a)	(b)	(c)	(d)	(e)
CONO DE SEPARACIÓN	CONO Y SEPARACIÓN	CONO Y CORTE	CONO Y CORTE COLUMNAR	CORTE COLUMNAR

UNIDAD DE MEC. SUELOS  
 UCV  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA Y CALIDAD DE INGENIERÍA Y CALIDAD  
 INGENIERO CIVIL  
 CIR. 15000

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES Y CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

## 8.4. ENSAYOS DE INVESTIGACIÓN 03

### 4.1.3. Agregado Fino Reciclado

- Análisis Granulométrico por Tamizado

Tabla 45. Análisis Granulométrico del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°01

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA E SCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>			
		<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO RECICLADO</b>			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	AGREGADO FINO RECICLADO	<b>NORMA</b>	NTP 400.012		
<b>PROCEDENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUESTRA</b>	N° 01		
<b>FECHA</b>	24 de Octubre de 2018	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	500.00 gr.		
<b>Tamiz</b>	<b>Cantidad Material Retenido (gr.)</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Retenido Acumulado</b>	<b>% Que Pasa</b>	<b>Especificaciones</b>
3/8"	0.00	0.0	0.0	100.0	100
N° 4	0.40	0.1	0.1	99.9	95-100
N° 8	23.40	4.7	4.8	95.2	80-100
N° 16	207.05	41.4	46.2	53.8	50-85
N° 30	149.75	30.0	76.1	23.9	25-60
N° 50	47.20	9.4	85.6	14.4	10-30
N° 100	33.10	6.6	92.2	7.8	2-10
<b>Fondo</b>	39.10	7.8	100.0	0.0	-
<b>Total</b>	500.00	100.0	<b>Mod. Finura</b>	<b>3.05</b>	-

Fuente: Elaboración Propia

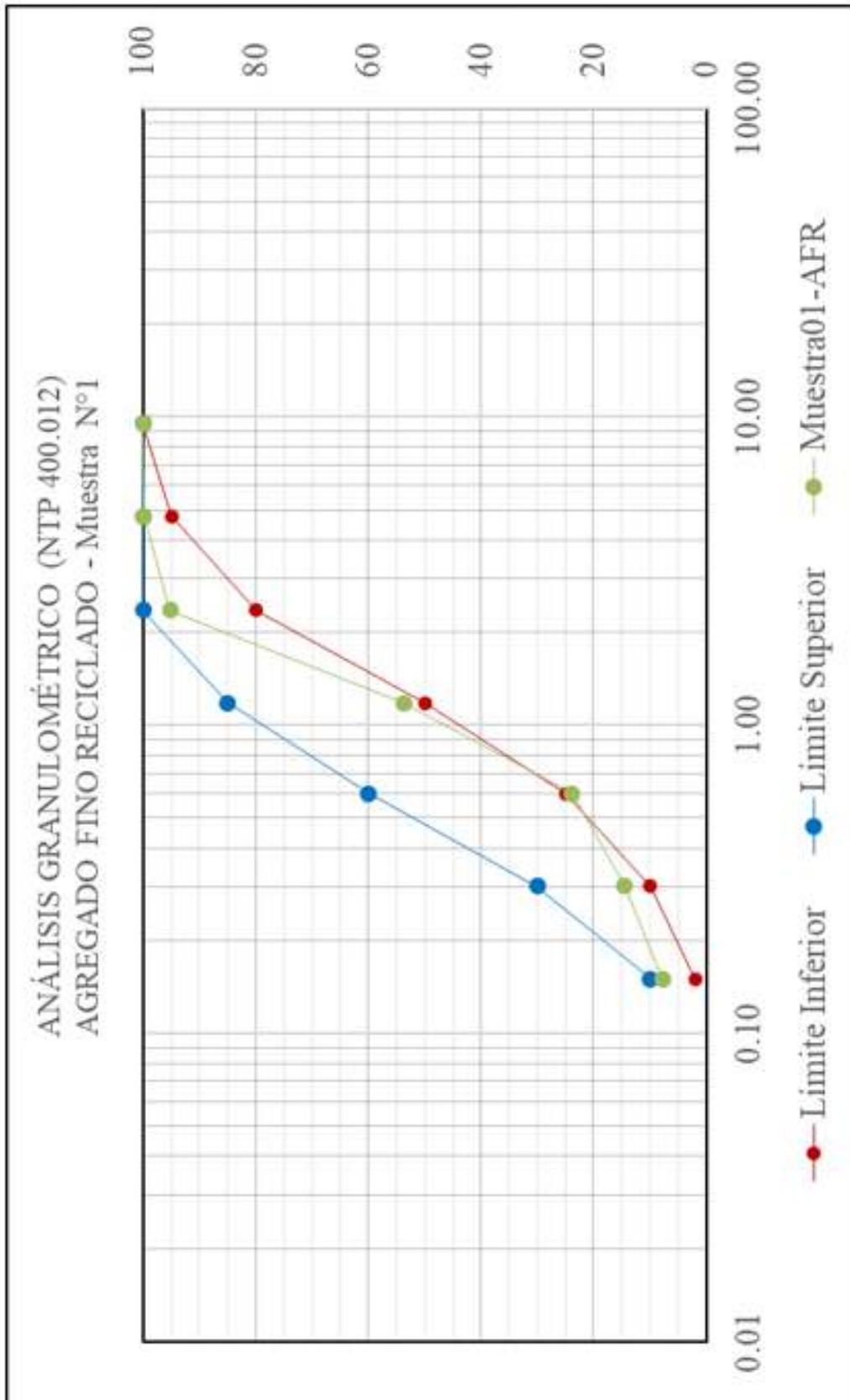


Figura 11. Curva Granulométrica del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 46. Análisis Granulométrico del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°02

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO RECICLADO				
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO RECICLADO	NORMA	NTP 400.012	
PROCEDENCIA	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	MUESTRA	N° 02	
FECHA	24 de Octubre de 2018	PE SO DE LA MUESTRA	500.00 gr.	
Tamiz	Cantidad Material Retenido (gr.)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa Especificaciones
3/8"	0.00	0.0	0.0	100.0
N° 4	0.20	0.0	0.0	100.0
N° 8	21.20	4.2	4.3	95.7
N° 16	211.40	42.3	46.6	53.4
N° 30	146.20	29.2	75.8	24.2
N° 50	48.70	9.7	85.5	14.5
N° 100	33.00	6.6	92.1	7.9
Fondo	39.30	7.9	100.0	0.0
<b>Total</b>	500.00	100.0	<b>Mod. Finura</b>	<b>3.04</b>

Fuente: Elaboración Propia

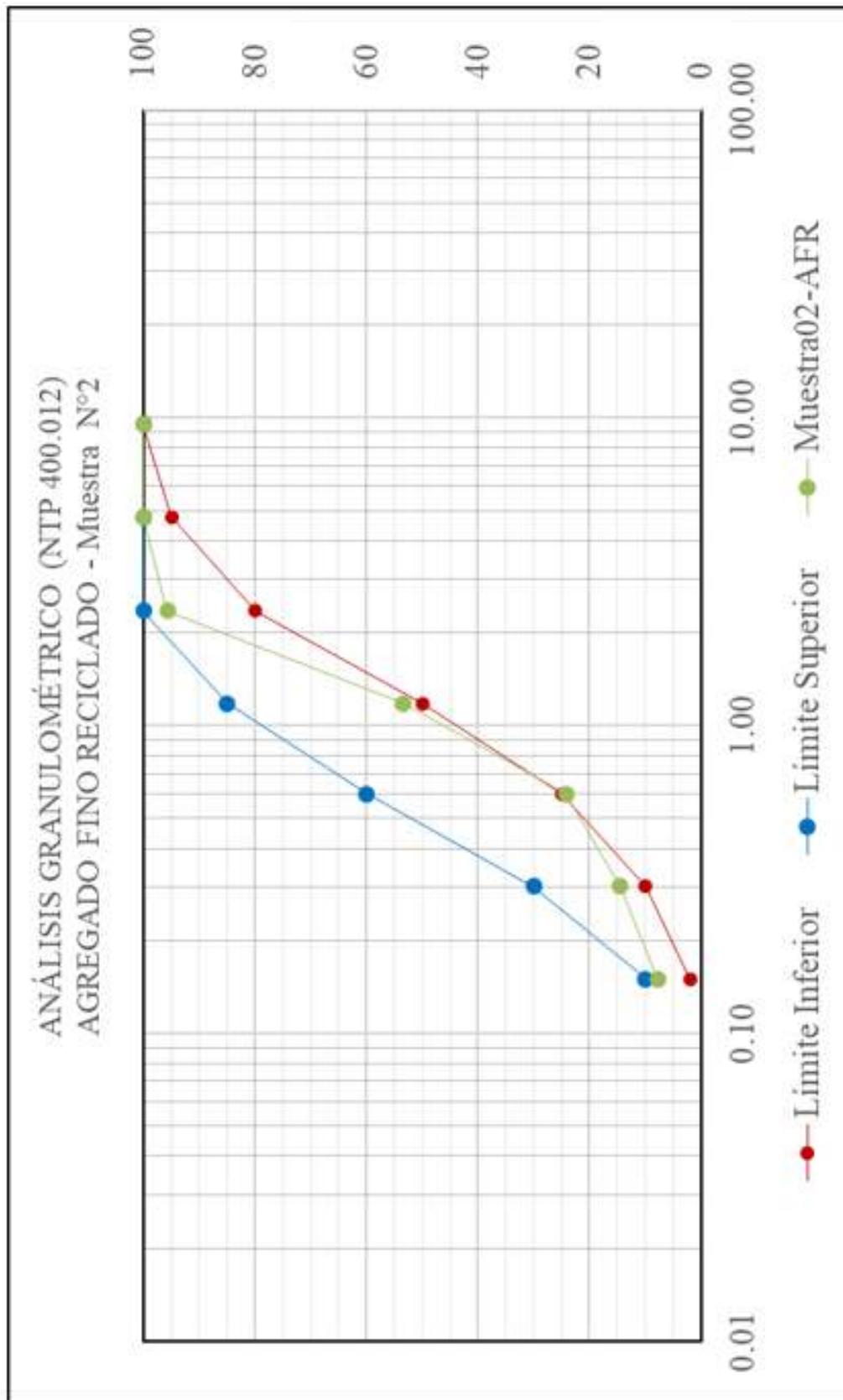


Figura 12. Curva Granulométrica del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°02.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47. Análisis Granulométrico del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°03

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO RECICLADO				
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO RECICLADO	NORMA	NTP 400.012	
PROCEDENCIA	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	MUESTRA	N° 03	
FECHA	24 de Octubre de 2018	PESO DE LA MUESTRA	500.00 gr.	
Tamiz	Cantidad Material Retenido (gr.)	% Retenido	% Que Pasa	Especificaciones
3/8"	0.00	0.0	100.0	100
N° 4	0.20	0.0	100.0	95-100
N° 8	22.60	4.5	95.4	80-100
N° 16	211.15	42.2	53.2	50-85
N° 30	151.55	30.3	22.9	25-60
N° 50	44.70	8.9	14.0	10-30
N° 100	30.00	6.0	8.0	2-10
Fondo	39.80	8.0	0.0	-
<b>Total</b>	500.00	100.0	<b>Mod. Finura</b> 3.07	-

Fuente: Elaboración Propia

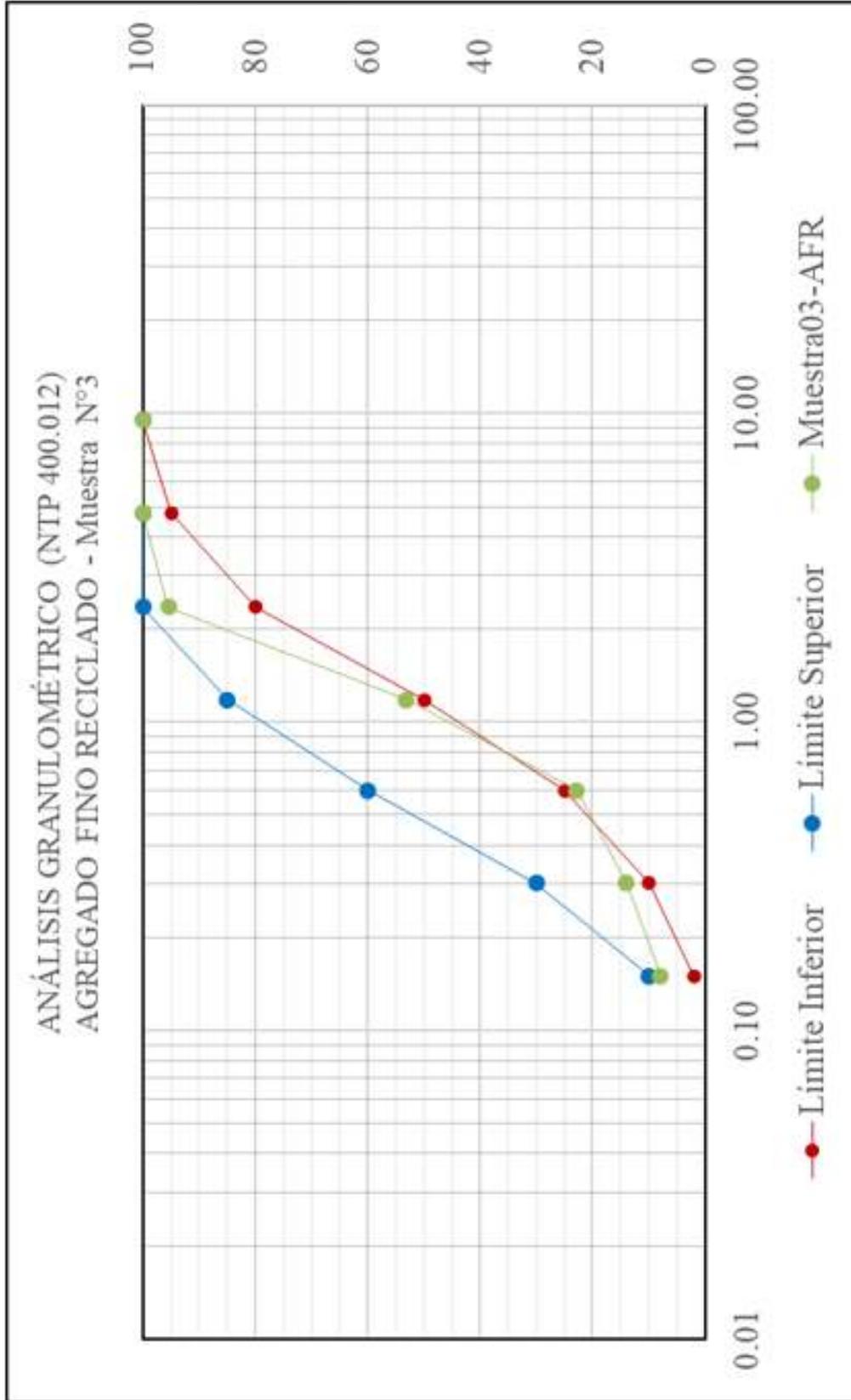


Figura 13. Curva Granulométrica del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°03  
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49. Peso Unitario del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°01

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO RECICLADO				
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO RECICLADO	NORMA	Cantidad	Unidad
PROCEDENCIA	CICLO PRODUCTOS ARIADOS RECICLADOS	MUESTRA	N° 01	
FECHA	26 de Octubre de 2018	RECIPIENTE	1/10 ps3	
A. PESO UNITARIO SUELTO				
Descripción		Simbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente			5.29	Kg.
Peso del recipiente			1.75	Kg.
Peso de la muestra suelta		Ws	3.55	Kg.
Peso del agua + recipiente			4.47	Kg.
Peso del agua		Wa	2.73	Kg.
Factor de calibración del recipiente		f	366.56	m <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Suelto</b>		<b>PUS</b>	<b>1,299.55</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
B. PESO UNITARIO COMPACTADO				
Descripción		Simbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente			5.85	Kg.
Peso del recipiente			1.75	Kg.
Peso de la muestra compactada		Ws	4.10	Kg.
Peso del agua + recipiente			4.47	Kg.
Peso del agua		Wa	2.73	Kg.
Factor de calibración del recipiente		f	366.56	m <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>		<b>PUC</b>	<b>1,504.09</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50. Peso Unitario del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°02

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES		
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO RECICLADO				
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO RECICLADO	NORMA	NTP 400.017	
PROCEDENCIA	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	MUESTRA	N° 02	
FECHA	26 de Octubre de 2018	RECIPIENTE	1/10 ps 3	
A. PESO UNITARIO SUELO				
Descripción		Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente			5.32	Kg.
Peso del recipiente			1.75	Kg.
Peso de la muestra suelta		Ws	3.57	Kg.
Peso del agua + recipiente			4.47	Kg.
Peso del agua		Wa	2.73	Kg.
Factor de calibración del recipiente		f	366.56	m <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Suelo</b>		<b>PUS</b>	<b>1.308.75</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>
B. PESO UNITARIO COMPACTADO				
Descripción		Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente			5.90	Kg.
Peso del recipiente			1.75	Kg.
Peso de la muestra compactada		Wc	4.16	Kg.
Peso del agua + recipiente			4.47	Kg.
Peso del agua		Wa	2.73	Kg.
Factor de calibración del recipiente		f	366.56	m <sup>3</sup>
<b>Peso Unitario Compactado</b>		<b>FUC</b>	<b>1.523.07</b>	<b>Kg/m<sup>3</sup></b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51. Peso Unitario del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°03

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS PE SO UNITARIO DEL AGREGADO FINO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO RECICLADO	NORMA	NTP 400.017
PROCEDENCIA	CICLO PRODUCTOS ARIADOS RECICLADOS	MUESTRA	N° 03
FECHA	26 de Octubre de 2018	RECIPIENTE	1/10 ps3
A. PESO UNITARIO SUELTO			
Descripción	Simbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra suelta + recipiente		5.31	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra suelta	Ws	3.57	Kg
Peso del agua + recipiente		4.47	Kg
Peso del agua	Wa	2.73	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	366.56	m <sup>3</sup>
Peso Unitario Suelto	PUS	1,307.61	Kg/m <sup>3</sup>
B. PESO UNITARIO COMPACTADO			
Descripción	Simbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra compactada + recipiente		5.94	Kg
Peso del recipiente		1.75	Kg
Peso de la muestra compactada	Wc	4.19	Kg
Peso del agua + recipiente		4.47	Kg
Peso del agua	Wa	2.73	Kg
Factor de calibración del recipiente	f	366.56	m <sup>3</sup>
Peso Unitario Compactado	PUC	1,536.09	Kg/m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53. Material Que Pasa El Tamiz N°200 Ag. Fino Reciclado – Muestra N°01

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°200 DEL AGREGADO FINO RECICLADO			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	AGREGADO FINO RECICLADO	<b>NORMA</b>	NTP 400.018
<b>PROCEDENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUESTRA</b>	N° 01
<b>FECHA</b>	26 de Octubre de 2018	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	500.00 gr.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	P1	500.00	gr.
Peso de la muestra lavada y secada	P2	437.70	gr.
Material que pasa la malla N°200	(P1-P2)	62.30	gr.
% Que pasa la malla N°200	A	12.5	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54. Material Que Pasa El Tamiz N°200 Ag. Fino Reciclado – Muestra N°02

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°200 DEL AGREGADO FINO RECICLADO			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	AGREGADO FINO RECICLADO	<b>NORMA</b>	NTP 400.018
<b>PROCEDENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUESTRA</b>	N° 02
<b>FECHA</b>	26 de Octubre de 2018	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	500.00 gr.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	P1	500.00	gr.
Peso de la muestra lavada y secada	P2	444.80	gr.
Material que pasa la malla N°200	(P1-P2)	55.20	gr.
% Que pasa la malla N°200	A	11.0	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 55. Material Que Pasa El Tamiz N°200 Ag. Fino Reciclado – Muestra N°03

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS MATERIAL QUE PASA EL TAMIZ N°200 DEL AGREGADO FINO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO RECICLADO	NORMA	NTP 400.018
PROCEDENCIA	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	MUESTRA	N° 03
FECHA	26 de Octubre de 2018	PESO DE LA MUESTRA	500.00 gr.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la muestra	P1	500.00	gr.
Peso de la muestra lavada y secada	P2	450.90	gr.
Materia que pasa la malla N°200	(P1-P2)	49.10	gr.
% Que pasa la malla N°200	A	9.8	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 57. Peso Especifico y Absorción del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°01

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO RECICLADO			
TIPO DE AGREGADO	AGREGADO FINO RECICLADO	NORMA	NTP 400.021
PROCEDENCIA	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	MUESTRA	N° 01
FECHA	24 de Octubre de 2018	PESO DE LA MUESTRA	500.00 gr.
Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la fiola		148.00	gr.
Peso de la arena superficialmente seca		500.00	gr.
Peso de la arena superficialmente seca + Peso de la Fiola		648.00	gr.
Peso de la arena superficialmente seca + Peso de la Fiola + Peso del agua		933.90	gr.
Peso del agua	W	285.90	gr.
Peso de la arena seca	A	466.80	gr.
Volumen de la fiola	V	500.00	ml
PE SO ES PE CÍFICO DE MASA		2.18	gr/cm <sup>3</sup>
PE SO ES PE CÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SE CO		2.34	gr/cm <sup>3</sup>
PE SO ES PE CÍFICO APARENTE		2.58	gr/cm <sup>3</sup>
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN		7.1	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 58. Peso Especifico y Absorción del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°02

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO RECILADO</b>			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	AGREGADO FINO RECICLADO	<b>NORMA</b>	NTP 400.021
<b>PROCEDENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUESTRA</b>	N° 02
<b>FECHA</b>	24 de Octubre de 2018	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	500.00 gr.
<b>De scripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Ca ntida d</b>	<b>Unida d</b>
Peso de la fiola		148.30	gr.
Peso de la arena superficialmente seca		500.00	gr.
Peso de la arena superficialmente seca + Peso de la Fiola		648.30	gr.
Peso de la arena superficialmente seca + Peso de la Fiola + Peso del agua		941.10	gr.
Peso del agua	W	292.80	gr.
Peso de la arena seca	A	466.50	gr.
Volumen de la fiola	V	500.00	ml
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>		<b>2.26</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</b>		<b>2.41</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PESO ESPECÍFICO APARENTE</b>		<b>2.69</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>		<b>7.2</b>	<b>%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 59. Peso Especifico y Absorción del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°03

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO RECICLADO			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	AGREGADO FINO RECICLADO	<b>NORMA</b>	NTP 400.021
<b>PROCE DENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUE STRA</b>	N° 03
<b>FECHA</b>	24 de Octubre de 2018	<b>PE SO DE LA MUE STRA</b>	500.00 gr.
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Peso de la fiola		148.30	gr.
Peso de la arena superficialmente seca		500.00	gr.
Peso de la arena superficialmente seca + Peso de la Fiola		648.30	gr.
Peso de la arena superficialmente seca + Peso de la Fiola + Peso del agua		932.00	gr.
Peso del agua	W	283.70	gr.
Peso de la arena seca	A	466.20	gr.
Volumen de la fiola	V	500.00	ml
<b>PE SO ESPE CÍFICO DE MASA</b>		<b>2.16</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PE SO ESPE CÍFICO DE MASA SATURADO SUPE RFICIALME NTE SE CO</b>		<b>2.31</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PE SO ESPE CÍFICO APARE NTE</b>		<b>2.55</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
<b>PORCE NTAJE DE ABSORCIÓN</b>		<b>7.3</b>	<b>%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 60. Peso Especifico y Absorción – Muestra N°01-02-03

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO RECILADO			
<b>A. PESO ESPECÍFICO DE MASA</b>		<b>2.20</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
Muestra N°01		2.18	gr/cm <sup>3</sup>
Muestra N°02		2.25	gr/cm <sup>3</sup>
Muestra N°03		2.16	gr/cm <sup>3</sup>
<b>B. PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO</b>		<b>2.35</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
Muestra N°01		2.34	gr/cm <sup>3</sup>
Muestra N°02		2.41	gr/cm <sup>3</sup>
Muestra N°03		2.31	gr/cm <sup>3</sup>
<b>C. PESO ESPECÍFICO APARENTE</b>		<b>2.61</b>	<b>gr/cm<sup>3</sup></b>
Muestra N°01		2.58	gr/cm <sup>3</sup>
Muestra N°02		2.69	gr/cm <sup>3</sup>
Muestra N°03		2.55	gr/cm <sup>3</sup>
<b>D. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN</b>		<b>7.2</b>	<b>%</b>
Muestra N°01		7.1	%
Muestra N°02		7.2	%
Muestra N°03		7.3	%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 61. Contenido de Humedad del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°01

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO RECICLADO			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	AGREGADO FINO RECICLADO	<b>NORMA</b>	NTP 339.158
<b>PROCEDENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUESTRA</b>	N° 01
<b>FECHA</b>	24 de Octubre de 2018	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	500.00 gr.
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Peso de la muestra húmeda	A	500.00	gr.
Peso de la muestra seca	B	484.60	gr.
Contenido de agua	A - B	15.40	gr.
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>H</b>	<b>3.2</b>	<b>%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 62. Contenido de Humedad del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°02

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	ARENA GRUESA	<b>NORMA</b>	NTP 339.158
<b>PROCEDENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUESTRA</b>	N° 02
<b>FECHA</b>	21 de Setiembre de 2018	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	500.00 gr.
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Peso de la muestra húmeda	A	500.00	gr.
Peso de la muestra seca	B	484.40	gr.
Contenido de agua	A - B	15.60	gr.
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>H</b>	<b>3.1</b>	<b>%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 63. Contenido de Humedad del Ag. Fino Reciclado – Muestra N°03

 UNIVERSIDAD RICARDO PALMA		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
<b>TIPO DE AGREGADO</b>	ARENA GRUESA	<b>NORMA</b>	NTP 339.158
<b>PROCEDENCIA</b>	CICLO PRODUCTOS ÁRIDOS RECICLADOS	<b>MUESTRA</b>	N° 03
<b>FECHA</b>	21 de Setiembre de 2018	<b>PESO DE LA MUESTRA</b>	500.00 gr.
<b>Descripción</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Peso de la muestra húmeda	A	500.00	gr.
Peso de la muestra seca	B	482.70	gr.
Contenido de agua	A - B	17.30	gr.
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>H</b>	<b>3.5</b>	<b>%</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 72. Asentamiento del Concreto

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA E ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	
<b>ENSAYO EN CONCRETO FRESCO ASENTAMIENTO</b>			
Norma		NTP 339.035	
Descripción		Slump	
C.Ag.F.Convencional		8.40 cm.	
C.Ag.F.Reciclado 15%		1.30 cm.	
C.Ag.F.Reciclado 25%		3.10 cm.	
C.Ag.F.Reciclado 35%		2.50 cm.	
C.Ag.F.Reciclado 50%		1.50 cm.	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 80. Resistencia a la Compresión del C.Ag.F.Reciclado 15%

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA E SCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
<b>ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) Kgf/cm<sup>2</sup></b>				
Descripción		C.Ag.F.Reciclado 15%	Norma	NTP 339.034
Muestra Curado	0 días	7 días	14 días	28 días
	M-4	0.00	297.50	341.60
M-5	0.00	280.90	345.00	370.50
M-6	0.00	281.00	349.90	362.70
Promedio	0.00	286.47	345.50	370.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 81. Resistencia a la Compresión del C.Ag.F.Reciclado 25%

 <b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>		<b>FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>		
<b>ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f<sub>c</sub>) Kgf/cm<sup>2</sup></b>				
Description	C.Ag.F.Reciclado 25%	Norma	NTP 339.034	
Curado	0 días	7 días	14 días	28 días
Muestra				
M-7	0.00	269.90	313.60	330.90
M-8	0.00	258.90	310.90	324.70
M-9	0.00	264.30	316.10	329.90
<b>Promedio</b>	<b>0.00</b>	<b>264.37</b>	<b>313.53</b>	<b>328.50</b>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 90. Resistencia a la Flexión del C. Ag. F. Reciclado 15%

Descripción		C. Ag. F. Reciclado 15%		Norma	NTP 339.078	Curado							
		Base b (cm.)	Altura h (cm.)			Longitud L (cm.)	Carga KN	0 días	7 días	14 días	28 días		
Muestra													
M-10		15.40	15.30	50.00	36.50	3,721.96	0.00	51.62					
M-11		15.30	15.20	50.00	34.00	3,467.04	0.00	49.04					
M-12		15.20	15.00	50.00	31.50	3,212.11	0.00	46.96					
M-13		15.30	15.20	50.00	38.50	3,925.91	0.00		55.53				
M-14		15.20	15.30	50.00	40.00	4,078.86	0.00		57.32				
M-15		15.10	15.20	50.00	40.50	4,129.85	0.00		59.19				
M-16		15.40	15.30	50.00	41.00	4,180.84	0.00			57.99			
M-17		15.10	15.00	50.00	42.50	4,333.79	0.00				63.78		
M-18		15.60	15.30	50.00	42.00	4,282.81	0.00					58.64	
Promedio							0.00	49.21	57.35	60.14			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 91. Resistencia a la Flexión del C.Ag.F.Reciclado 25%

Descripción		C.Ag.F.Reciclado 25%		Norma		Curado				
		Base b (cm)	Altura h (cm)	Longitud L (cm)	KN	Carga Kgf	0 días	7 días	14 días	28 días
<b>UNIVERSIDAD RICARDO PALMA</b>										
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b>										
<b>ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL</b>										
<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>										
<b>ENSAYO EN CONCRETO ENDURECIDO</b>										
<b>RESISTENCIA A LA FLEXIÓN</b>										
<b>Kgf cm<sup>2</sup></b>										
M-19	15.40	15.10	50.00	32.00	3,263.09	0.00	46.46			
M-20	15.40	15.20	50.00	32.50	3,314.08	0.00	46.57			
M-21	15.30	15.30	50.00	33.00	3,365.06	0.00	46.98			
M-22	15.20	15.30	50.00	37.50	3,823.94	0.00		53.73		
M-23	15.20	15.10	50.00	38.00	3,874.92	0.00		55.90		
M-24	15.40	15.00	50.00	38.50	3,925.91	0.00		56.65		
M-25	15.10	15.20	50.00	39.00	3,976.89	0.00			57.00	
M-26	15.00	15.20	50.00	39.50	4,027.88	0.00			58.11	
M-27	15.00	15.60	50.00	40.50	4,129.85	0.00			56.57	
Promedio						0.00	46.67	55.43	57.23	

Fuente: Elaboración Propia

## 8.5. ENSAYOS DE INVESTIGACIÓN 04

<b>MEZCLA CON SUSTITUCIÓN DEL 100 % AGREGADO FINO</b>						
<b>Análisis en la resistencia a compresión de cilindros de concreto elaborados con agregado fino proveniente del reciclado de concreto y agregado grueso de origen ígneo, en función de cinco relaciones agua/cemento</b>						
MEZCLA CON RELACIÓN AGUA/CEMENTO	CILINDRO N°	ÁREA ESPÉCIME N (mm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA DE FALLA A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS (N)	ESFUERZO A LA COMPRESIÓN DE LOS CILINDROS $\left(\frac{N}{\text{mm}^2}\right)$	ESFUERZO PROMEDIO DE TODAS LAS MUESTRAS $\left(\frac{N}{\text{mm}^2}\right)$	ESFUERZO PROMEDIO DE LAS 3 MUESTRAS MÁS CERCANAS * $\left(\frac{N}{\text{mm}^2}\right)$
0,64	1	17676,5	191792	10,85	14,40	18,10
	2		340732	19,28		
	3		379213	21,45		
	4		121687	6,88		
	5		239695	13,56		
0,58	1	17676,5	351544	19,89	16,83	18,73
	2		259273	14,67		
	3		317386	17,96		
	4		235112	13,30		
	5		324128	18,34		
0,48	1	17676,5	350182	19,81	17,19	19,34
	2		261038	14,77		
	3		329773	18,66		
	4		232571	13,16		
	5		345841	19,57		
0,44	1	17676,5	230459	13,04	18,53	22,13
	2		410402	23,22		
	3		411068	23,26		
	4		352144	19,92		
	5		233528	13,21		
0,40	1	17676,5	583324	33,00	31,12	32,96
	2		501952	28,40		
	3		500733	28,33		
	4		590077	33,38		
	5		574630	32,51		

\* Esfuerzo promedio de las tres muestras más cercanas, se tomó en criterio basado en la norma NTC 673 de la selección de muestras más cercanas, para obtener un promedio más ajustado al esfuerzo real.

<b>MEZCLA CON SUSTITUCIÓN DEL 100% DEL AGREGADO FINO</b>							
Análisis en la resistencia a compresión de cilindros de concreto elaborados con agregado fino proveniente del reciclaje de concreto y agregado grueso de origen igneo, en función de cinco relaciones agua/cemento							
MEZCLA CON RELACIÓN AGUA/CEMENTO	VIGA N°	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	ANCHO PROMEDIO DE LA PROBETA (mm)	ALTURA PROMEDIO DE LA PROBETA (mm)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LA VIGA (N)	PROMEDIO DE CARGA MÁXIMA SOPORTADA (N)	MODULO DE ROTURA (MPa)
0,64	1	450	150	150	27865	26064,3	3,48
	2				27450		
	3				22878		
0,58	1	450	150	150	26096	27100,0	3,61
	2				27115		
	3				28089		
0,48	1	450	150	150	28590	27940,3	3,73
	2				27042		
	3				28189		
0,44	1	450	150	150	31560	32748,0	4,37
	2				34063		
	3				32621		
0,40	1	450	150	150	30720	31001,3	4,13
	2				32051		
	3				30233		

\* Esfuerzo promedio de las tres muestras mas cercanas, se tomo en criterio basado en la norma NTC 673 de la selección de muestras mas cercanas, para obtener un promedio mas ajustado al esfuerzo real.

## 9. PANEL FOTOGRÁFICO

### 9.1. PANEL FOTOGRÁFICO INVESTIGACIÓN N°01



**Figura 37.** Peso de agregado fino reciclado húmedo

Fuente: elaboración propia



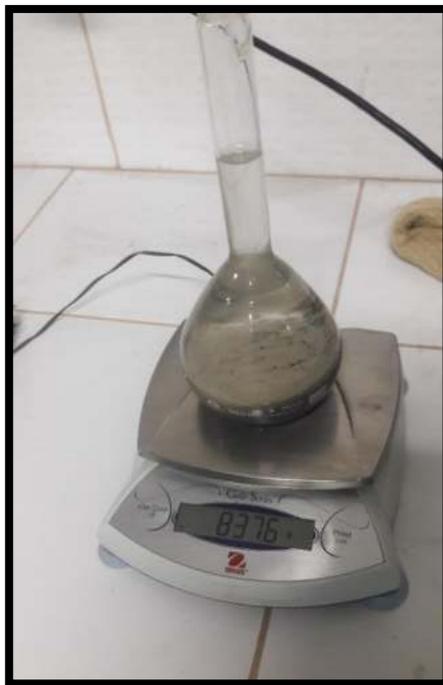
**Figura 38.** Secado de agregados en horno para análisis de contenido de humedad

Fuente: elaboración propia



**Figura 39.** Pesaje de agregado fino reciclado compactado

Fuente: elaboración propia



**Figura 40.** Peso de agregado fino reciclado en la fiola

Fuente: elaboración propia



**Figura 41.** Secado de agregados en horno para análisis de porcentaje de absorción

Fuente: elaboración propia



**Figura 42.** Briquetas de concreto  $f'c$  210kg/cm<sup>2</sup> para la obtención de agregado fino reciclado

Fuente: elaboración propia



**Figura 43.** Llenado de concreto en el cono de Abrams

Fuente: elaboración propia



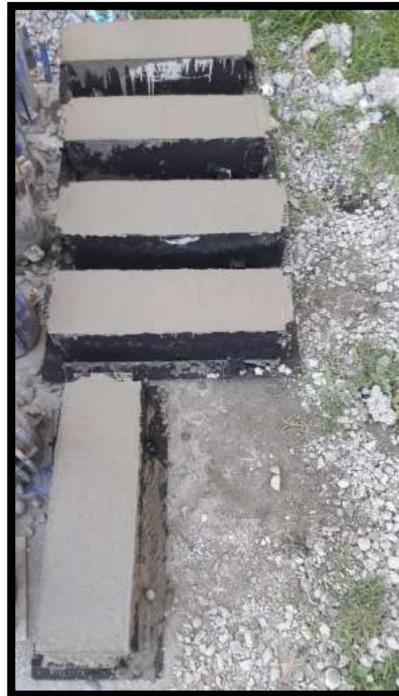
**Figura 44.** Varillado de concreto (3 capas de 25 varilladas cada una)

Fuente: elaboración propia



**Figura 45.** Prueba de revenimiento del concreto (Slump de 3" a 4")

Fuente: elaboración propia



**Figura 46.** Viguetas de concreto  $f'c$  280kg/cm<sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia



**Figura 47.** Vigueta de concreto con 25% de agregado reciclado

Fuente: elaboración propia



**Figura 48.** Peso de una vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia

El peso de viguetas elaboradas con concreto patrón y las elaboradas con agregados de concreto reciclado varía entre (25 y 27 kg)



**Figura 49.** Máquina para ensayo de determinación de resistencia a la flexión

Fuente: elaboración propia



**Figura 50.** Vigueta de concreto con 25% de agregado reciclado después del ensayo de determinación de resistencia a la flexión

Fuente: elaboración propia



**Figura 51.** Viguetas sometidas a ensayo de determinación de resistencia a la flexión

Fuente: elaboración propia



**Figura 52.** Viguetas sometidas a ensayo de determinación de resistencia a la flexión

Fuente: elaboración propia



**Figura 53.** Determinación de ancho promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia



**Figura 54.** Determinación de ancho promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia



**Figura 55.** Determinación de ancho promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia



**Figura 56.** Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia



**Figura 57.** Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia



**Figura 58.** Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia



**Figura 59.** Determinación de altura promedio en la cara de fractura de la vigueta de concreto

Fuente: elaboración propia



**Figura 60.** Colocación de la vigueta en la máquina

Fuente: elaboración propia

## 9.2. PANEL FOTOGRÁFICO INVESTIGACIÓN N°02



**Figura 61.** Se puede observar la rotura de pavimento rígido, con la amoladora.

Fuente: Investigación N°02



**Figura 62.** Se muestra la calicata N° 01 ubicada en el Jr. Sargento Lores cuadra 02

Fuente: Investigación N°02



**Figura 63.** Trituración de concreto extraído del pavimento rígido siendo triturado con martillo hidráulico.

Fuente: Investigación N°02



**Figura 64.** Se realiza ensayos de contenido de humedad

Fuente: Investigación N°02



**Figura 65.** Se efectúa el ensayo de granulometría a los agregados reciclados

Fuente: Investigación N°02



**Figura 66.** Se está realizando el ensayo de absorción de agregado fino

Fuente: Investigación N°02



**Figura 67.** Se observa el material después de efectuarse los golpes en el cono de absorción

Fuente: Investigación N°02



**Figura 68.** Se realizó el ensayo de peso unitario a los agregados de concreto reciclado

Fuente: Investigación N°02



**Figura 69.** Peso de los materiales para la elaboración de las probetas

Fuente: Investigación N°02



**Figura 70.** Diseño de mezcla que se está realizando.

Fuente: Investigación N°02



**Figura 71.** Datos del diámetro y peso de la probeta.

Fuente: Investigación N°02



**Figura 72.** Reacción de la probeta al ser sometida a cargas para poder analizar porcentaje de resistencia de diseño

Fuente: Investigación N°02

### 9.3. PANEL FOTOGRÁFICO INVESTIGACIÓN N°03



**Figura 73.** Peso Unitario de Agregado fino reciclado

Fuente: Investigación N°03



**Figura 74.** Cuarteo Agregado fino reciclado

Fuente: Investigación N°03



**Figura 75.** Concreto con Agregado fino Reciclado

Fuente: Investigación N°03



**Figura 76.** Ensayo en concreto fresco (Asentamiento) Agregado Fino Reciclado 15%

Fuente: Investigación N°03



**Figura 77.** Ensayo en concreto fresco (Asentamiento) Agregado Fino Reciclado 25%

Fuente: Investigación N°03



**Figura 78.** Elaboración de Especímenes

Fuente: Investigación N°03



**Figura 79.** Especímenes Curados

Fuente: Investigación N°03

#### 9.4. PANEL FOTOGRÁFICO INVESTIGACIÓN N°04



**Figura 80.** Agregado fino reciclado

Fuente: Investigación N°04



**Figura 81.** Serie de tamices con los cuales se realizó la granulometría a los agregados.

Fuente: Investigación N°04



**Figura 82.** (a) y (b) Mezcla de concreto con agregado fino reciclado de concreto y agregado grueso de origen ígneo.

Fuente: Investigación N°04



**Figura 83.** Formaletas para vigas y cilindros debidamente preparadas.

Fuente: Investigación N°04



**Figura 84.** Vibrado de concreto – Briquetas

Fuente: Investigación N°04



**Figura 85.** Vibrado de Concreto – viguetas

Fuente: Investigación N°04



**Figura 86.** Desencofrado de probetas.

Fuente: Investigación N°04



**Figura 87.** Curado de viguetas

Fuente: Investigación N°04



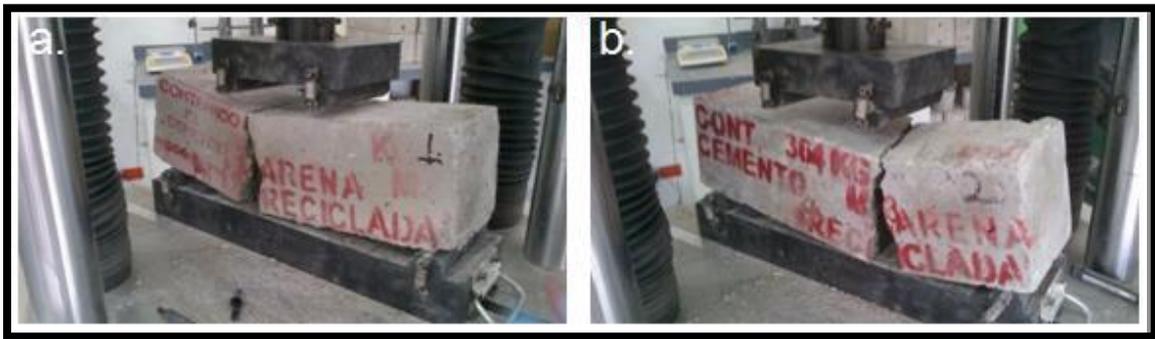
**Figura 88.** Cilindro con falla característica de esta relación (a)

Fuente: Investigación N°04



**Figura 89.** Cilindro con falla tipo 4 (b)

Fuente: Investigación N°04



**Figura 90.** Probetas después del fallo, fabricadas con agregado fino reciclado de concreto y una relación agua-cemento de 0.48.

Fuente: Investigación N°04